



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Agrégation externe

Section : physique-chimie

Option : chimie

Session 2023

Rapport de jury présenté par : madame **Cécile BRUYÈRE**, inspectrice générale de l'éducation du sport et de la recherche.

SOMMAIRE

liste des membres du jury	3
INTRODUCTION	4
STATISTIQUES DE LA SESSION 2023.....	5
LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ	7
LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE.....	9
Rapport sur l'épreuve A « Composition de chimie »	9
Rapport sur l'épreuve B « Composition de physique »	19
Rapport sur l'épreuve C « Problème de chimie ».....	25
LES ÉPREUVES D'ADMISSION	28
Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie »	28
Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »	34
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie ».....	41
A PROPOS DE LA SESSION 2024.....	50
Programme de la session 2024.....	50
Epreuves d'admissibilité	50
Epreuves d'admission.....	50
Annexe 1.....	57
Annexe 2.....	58
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique	59
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale et exemples de capacités associées.....	61

LISTE DES MEMBRES DU JURY

Présidente

Cécile	BRUYÈRE	Inspectrice générale de l'éducation du sport et de la recherche	Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports
--------	---------	---	--

Vice-Président(e)s

Sophie	COLOGNAC	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale	Académie de Nancy-Metz
Olivier	DURUPHTY	Professeur des universités	Académie de Paris

Membres du jury

Valérie	ALEZRA	Maitre de conférence	Académie de Versailles
Agathe	BONNEMAISON	Professeure de chaire supérieure	Académie d'Aix-Marseille
Véronique	CHIREUX	Professeure de chaire supérieure	Académie d'Aix-Marseille
Christophe	COUDRET	Directeur de recherche CNRS	Académie de Toulouse
Émilie	GENIN	Maître de conférences des universités	Académie de Bordeaux
David	LAFARGE	Inspecteur d'académie – Inspecteur pédagogique régional	Académie de Lyon
Jean	LAMERENX	Professeur de chaire supérieure	Académie de Paris
Marc	LECOUVEY	Professeur des universités	Académie de Créteil
Arnaud	LE PADELLEC	Professeur des universités	Académie de Toulouse
Antoine	MAIGRET	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional	Académie de Reims
Élise	PRALY	Professeure de chaire supérieure	Académie de Grenoble
Jean-Baptiste	ROTA	Professeur de chaire supérieure	Académie de Lyon

INTRODUCTION

Le concours de l'agrégation a pour objectif de recruter des professeurs de grande qualité qui se destinent à enseigner, pour la plupart, dans le secondaire, en classes préparatoires aux grandes écoles, en sections de techniciens supérieurs, métiers de la chimie notamment, ou en université. L'excellence scientifique et la maîtrise disciplinaire sont donc indispensables pour présenter le concours mais, pour le réussir, les candidats doivent aussi faire preuve de qualités pédagogiques et didactiques et de bonnes aptitudes à communiquer à l'écrit comme à l'oral.

Comme tous les concours de recrutement, le concours externe de l'agrégation de physique-chimie option chimie se prépare et l'investissement consacré à sa préparation doit conduire à sa réussite. Ce rapport a pour objectif d'apporter une aide aux futurs candidats. En ceci, sa lecture attentive est particulièrement recommandée pour se présenter à la prochaine session avec un maximum d'atouts. Par ailleurs, le site de l'agrégation <http://agregation-chimie.fr/> fournit toutes les indications règlementaires relatives au concours et apporte tout au long de l'année des informations complémentaires (nombre de postes offerts, dates des épreuves, dates de publication des résultats, matériel et ouvrages à disposition,...). On ne peut qu'inciter les futurs candidats à s'y connecter et à lire, en complément de ce rapport, celui des sessions précédentes. Le programme de la session 2024¹ se trouve sur le site « devenir enseignant » du ministère. Une description plus détaillée des épreuves est fournie dans la partie « A propos de la session 2024 » de ce rapport.

La session 2023 offrait 41 postes au concours et le jury a attribué tous les postes plus un poste sur la liste complémentaire. Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées les 6, 7 et 8 mars 2023 et 252 candidats s'y sont présentés. 76 d'entre eux ont été déclarés admissibles. Une visioconférence a été organisée le 30 mai 2023 à destination de tous les candidats admissibles, pour expliciter le déroulement et les attendus des épreuves d'admission et pour répondre aux questions. Les épreuves d'admission se sont déroulées du 12 au 26 juin 2023 au lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés selon 5 séries de 3 jours chacune. Les résultats ont été proclamés le jeudi 29 juin 2023. Pour des raisons d'équité, il n'est pas possible que les candidats rencontrent individuellement les membres du jury à l'issue de la publication des résultats d'admission. En revanche, tous les candidats qui le souhaitent peuvent être reçus pendant la durée des épreuves orales, par un ou plusieurs membres du directoire pour échanger sur leur parcours antérieur et leur projet professionnel au sein de l'Éducation Nationale, pour évoquer leur professionnalisation dans le cadre de l'INSPE ou la poursuite de leurs études dans le cadre d'un doctorat.

Le directoire tient à remercier vivement l'équipe de direction du lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés, le directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques de l'établissement, l'ensemble des membres du jury, des professeurs préparateurs, des personnels techniques et d'entretien, qui ont participé à cette session, pour l'attention portée au bon déroulement du concours qui ont permis que cette session 2023 ait lieu dans les meilleures conditions possibles.

Le directoire félicite les candidats admis et encourage tous les autres à représenter le concours.

¹<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/les-programmes-des-concours-d-enseignants-du-second-degre-de-la-session-2024-1229#item1>

STATISTIQUES DE LA SESSION 2023

Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	41
Nombre de candidats inscrits :	620
Nombre de candidats présents aux 3 épreuves :	252
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	76
Nombre de candidats admis sur liste principale :	41
Nombre de candidats inscrits sur liste complémentaire :	1

Moyennes sur 20 aux épreuves d'admissibilité des admis

Moyenne globale aux épreuves d'admissibilité des admis	11,71
Epreuve A : composition de chimie	11,12
Epreuve B : composition de physique	13,05
Epreuve C : problème de chimie	10,95

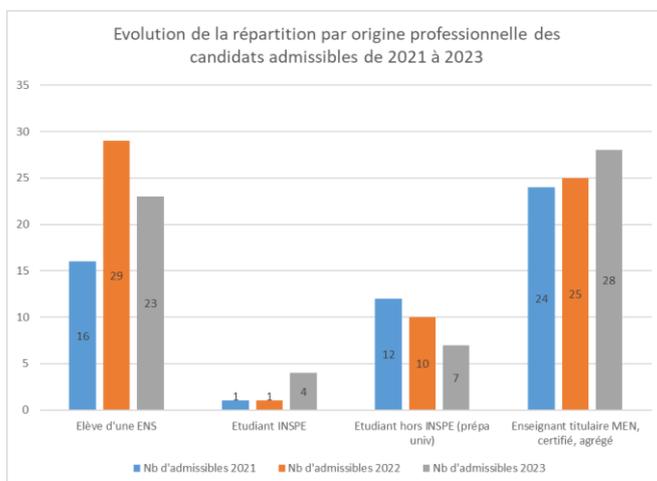
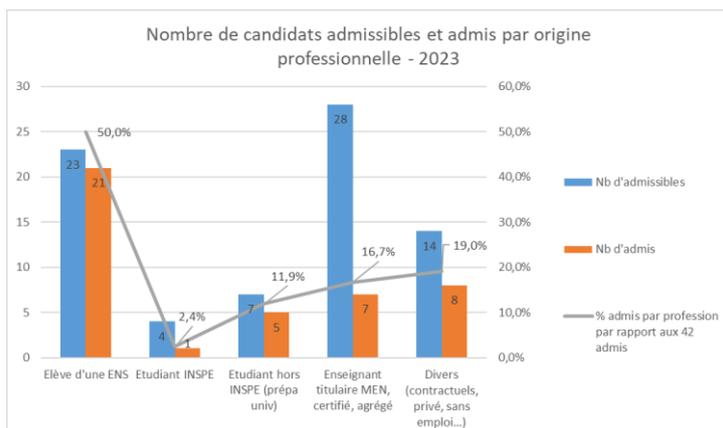
Moyennes sur 20 aux épreuves d'admission des admis

Moyenne globale aux épreuves d'admission des admis	10,54
Première épreuve : leçon de chimie	11,15
Deuxième épreuve : leçon de physique	9,51
Troisième épreuve : montage de chimie	10,76

Moyennes globales

Moyenne globale sur 20 des 41 candidats admis :	10,98
---	--------------

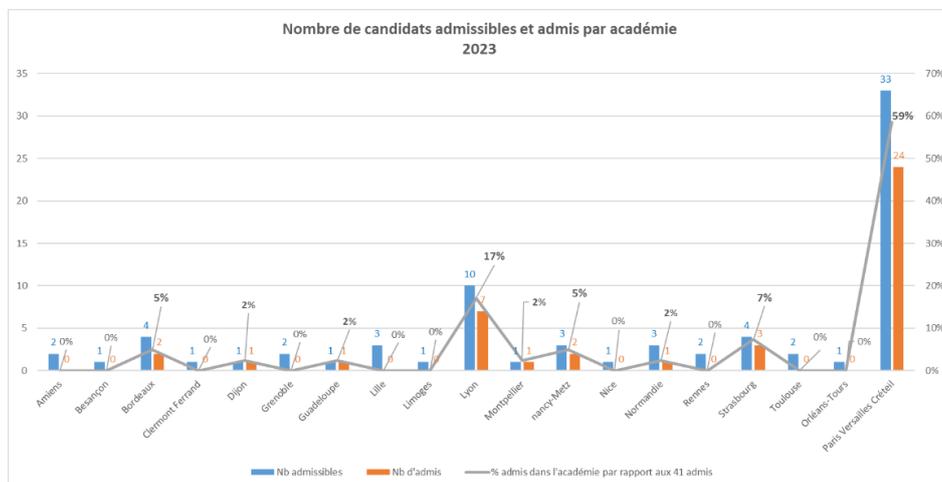
Répartition par origine professionnelle des candidats admissibles et admis (informations fournies lors de l'inscription)



Répartition par genre

	Présent(e)s aux 3 épreuves	Admissibles		Admis(es)	
	%	nombre	%	nombre	%
Femmes	47 %	31	41 %	20	49 %
Hommes	53 %	45	59 %	21	51 %

Répartition par académie d'origine des candidats admissibles et admis (informations fournies lors de l'inscription)



LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves de chimie

Ce que problème et composition ont en commun

La composition et le problème permettent d'abord d'évaluer la maîtrise du champ disciplinaire de la chimie par les candidats. Il s'agit en particulier d'évaluer l'appropriation satisfaisante du socle fondamental qui doit être acquis en chimie à un bon niveau de Licence.

Afin de mettre en confiance les candidats, les deux épreuves comportent de nombreuses questions fondamentales qui sont destinées à aborder les différents domaines de la discipline ; elles doivent donner lieu à des réponses claires et concises. Ces épreuves comportent par ailleurs des questions plus complexes nécessitant l'intégration de différents concepts et des réponses élaborées pour analyser et interpréter des données expérimentales, proposer et exploiter des modèles théoriques.

Le candidat est donc évalué dans ces deux épreuves sur une grande variété de capacités associées à la pratique de démarches scientifiques, par la diversité des situations proposées et avec des documents de natures différentes (textes, graphes, schémas, représentations symboliques, photographies, etc).

Les spécificités de la composition

De façon spécifique, cette épreuve s'attache en priorité à évaluer chez les candidats leur niveau de maîtrise des connaissances et des savoir-faire développés jusqu'au niveau L3. Il s'agit, dans cette épreuve, de s'assurer d'une maîtrise des fondamentaux de la discipline et en particulier d'un recul suffisant par rapport aux enseignements reçus permettant une appropriation et une restitution claires et rigoureuses, dans un contexte pas forcément très original.

La composition contient une proportion de questions fondamentales plus importante que le problème. Le candidat restitue et mobilise des connaissances (notions et modèles scientifiques) et des savoir-faire (procédures, méthodes, raisonnement, argumentation) pour montrer sa maîtrise de la pratique de la démarche scientifique, sa culture scientifique, et résoudre les questions posées. Il doit être en mesure de discuter de l'intérêt et de la pertinence d'un modèle, et de questionner les hypothèses sur lesquelles il repose (Pourquoi sont-elles nécessaires ? Quelles en sont les limites ?). Il doit aussi maîtriser les fondements théoriques des activités expérimentales classiques de la chimie, leurs protocoles ou leurs mises en œuvre.

La composition comporte par ailleurs des questions portant sur l'analyse et l'interprétation de données exploitant des méthodes et techniques classiquement abordées jusqu'au niveau L3. Il s'agit de mettre en place des raisonnements rigoureux dans le cadre d'un développement concis qui donne de la place au qualitatif et aux ordres de grandeurs.

Les spécificités du problème

Le problème doit permettre d'évaluer la capacité des candidats à mobiliser leur socle fondamental de formation pour s'approprier des concepts, des méthodes et des systèmes nouveaux. L'énoncé du problème peut introduire de façon progressive des raisonnements, connaissances, ou savoir-faire inédits qui permettent d'aborder les travaux de recherche les plus récents. Des annexes de cours peuvent être fournies afin de faciliter l'appropriation des éléments les moins « classiques » de l'énoncé du problème.

Les questions du problème nécessitent généralement une autonomie et une prise d'initiative plus importantes que dans la composition. Il peut s'agir par exemple d'élaborer des modèles, de confronter les prédictions du

modèle à des résultats expérimentaux, qui la plupart du temps ne sont pas issus d'expériences ou de manipulations « classiques », comme cela peut être le cas dans la composition.

La composition de physique

Le sujet de la composition de physique est conçu pour aborder de nombreux champs de la physique et pour être en cohérence avec l'évolution des programmes de physique-chimie de la période bac -3, bac +2 et des pratiques pédagogiques. Ainsi, il propose :

- une progressivité avec des questions de difficultés croissantes ;
- une évaluation de nombreuses compétences, notamment celles relatives à la pratique de démarches scientifiques : il ne s'agit pas seulement de rappeler ses connaissances ou d'effectuer les calculs demandés, mais aussi de s'appuyer sur des documents pour répondre à un questionnement très diversifié recherchant la maîtrise de capacités associées à différentes tâches (cf Annexe 3 Compétences de la démarche scientifique) ;
- une confrontation à de nombreux registres, pas uniquement le calcul littéral, mais aussi le langage « naturel », les graphiques, les schémas, les photos, les tableaux de valeurs, ceci afin de vérifier que le candidat est à l'aise avec ces différents moyens de communication de la science ;
- une évaluation des capacités des candidats à développer une réflexion scientifique évoluée et autonome grâce à des questions complexes, qui demandent de prendre des initiatives et d'élaborer une stratégie sans être guidé pas à pas. Ceci est notamment présent dans les activités de type résolution de problème proposées désormais dans le cycle terminal des filières générale et technologique ainsi qu'en CPGE ;
- une restitution de ce que le candidat a compris du dispositif, des modèles utilisés, etc, sur le mode d'une synthèse pour tester l'appropriation scientifique.

LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Rapport sur l'épreuve A - Composition de chimie : « Quelques illustrations de la chimie des diols »

Description et ambitions du sujet

Le sujet de la composition de chimie visait à évaluer la maîtrise de notions et méthodes fondamentales des niveaux L1/L2.

Il s'est ancré sur le thème de la chimie des diols et abordait :

- **les propriétés physiques de mélanges eau-éthylèneglycol** : changements d'état solide-liquide et liquide-vapeur, préparation d'un mélange aux caractéristiques données, étude de grandeurs physiques caractéristiques de ces mélanges,
- **l'étude d'une méthode de recyclage chimique du PET** : analyse d'un protocole expérimental, calcul de rendement, identification d'espèces chimiques par des techniques spectroscopiques, influence de la température sur la solubilité, etc.
- **la synthèse industrielle d'éthylèneglycol à partir d'éthène** : pictogrammes de sécurité, cinétique chimique en réacteur fermé et en réacteur ouvert, aspects thermiques, utilisation d'un langage de programmation,
- **la réaction d'acétalisation** : aspects macroscopiques *in vitro* (conditions expérimentales et application à la protection de familles de fonctions) et *in vivo* (effet d'une enzyme sur la vitesse d'hydrolyse d'un héli-acétal, caractérisation du pouvoir tampon d'une solution), puis aspects microscopiques (choix d'un mécanisme réactionnel à partir de résultats expérimentaux),
- **une méthode de désymétrisation de diols pour la synthèse stéréocontrôlée d'une espèce chimique naturelle** : stéréochimie, identification d'intermédiaires de synthèse, analyse d'une stratégie de synthèse, élaboration de séquences multi-étapes de transformations, etc.

Deux thématiques plus récemment introduites dans les programmes des CPGE, des BTS ou du lycée général et technologique ont servi d'appui à des sous-parties, sans être bloquantes pour la résolution globale du sujet. Ces sous-parties ont abordé la prise en compte des effets thermiques en réacteur parfaitement agité continu et l'utilisation d'un langage de programmation dans un contexte de physique-chimie. Ces introductions visaient à sensibiliser les candidats à l'agrégation, qui ont vocation à enseigner dans les niveaux d'enseignement précités, aux évolutions des programmes mis en œuvre depuis 2019.

Le traitement intégral du sujet ne nécessitait aucune connaissance de niveau L3. Les difficultés du sujet résidaient dans la capacité à mettre en œuvre des notions et méthodes fondamentales dans le cadre de compétences attendues chez de futurs professeurs agrégés :

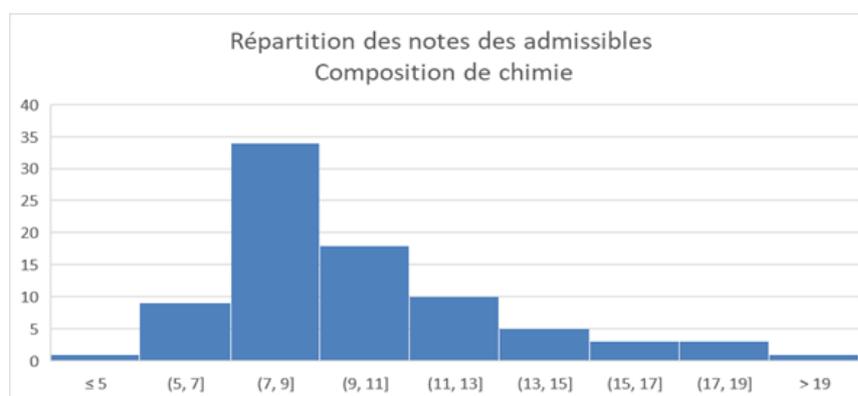
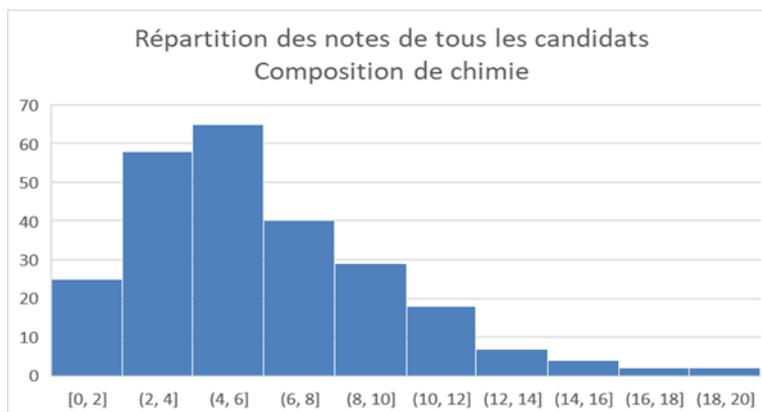
- mise en œuvre autonome des fondamentaux de la discipline dans le cadre de questions non guidées ou subdivisées en sous-questions,
- explicitation des hypothèses utilisées pour l'établissement d'un résultat,
- interprétation physique de résultats ou relations fournies.

Données statistiques sur l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (76)	10,07
Ecart-type	3,06
Min	4,78
Max	20,0

Moyenne des candidats admis (41)	11,12
Ecart-type	3,53
Min	6,12
Max	20,0

Répartition des notes de l'ensemble des candidats ayant composés (252) et des candidats admissibles (76)



Les questions portant sur des notions et méthodes fondamentales, volontairement repérées par un symbole (*) dans l'énoncé, représentaient 60 % du barème de l'épreuve. Le traitement des seules questions identifiées comme fondamentales aurait permis d'obtenir la note supérieure à 15/20 à la composition de chimie.

Remarques générales sur les prestations des candidats

Le jury a pu constater une grande hétérogénéité dans la préparation des candidats. Si une part des candidats maîtrise pleinement les concepts fondamentaux, une autre part, d'effectif non négligeable, a été mise en grande difficulté face à ce sujet, tout particulièrement dans les questions nécessitant autonomie ou appropriation de démarches expérimentales.

Les questions de cours ou d'application directe ont été généralement bien abordées contrairement aux questions moins guidées qui ont démobilisé une part importante des candidats.

Les outils de chimie organique paraissent mieux maîtrisés que ceux liés à l'application des principes de la thermodynamique aux systèmes chimiques. La cinétique en réacteur ouvert est une source de difficulté pour nombre de candidats.

La longueur du sujet a conduit une majorité des candidats à ne pas traiter les questions non guidées ou celles nécessitant un temps d'appropriation conséquent. Ces questions avaient pourtant été fortement valorisées dans le barème, le jury rétribuant systématiquement tout raisonnement argumenté même lorsqu'il n'aboutit pas complètement au résultat attendu.

Sur le plan de la présentation des copies, le jury est globalement satisfait et rappelle que cet aspect est pris en compte, aux côtés de la clarté de la rédaction et de l'orthographe, dans la note finale du candidat.

Conseils aux candidats

Les futurs professeurs agrégés se destinent à enseigner dans des classes du lycée général et technologique, des BTS et des CPGE. À ce titre, les programmes de ces niveaux d'enseignement doivent constituer le cœur de la préparation des candidats à ce concours.

Au cours de leur préparation, les candidats sont invités à se projeter dans un métier où l'explicitation de raisonnements et la clarté de l'argumentation sont fondamentales. Dans la discipline physique-chimie, les aller-retours entre le monde des modèles et celui des objets sont incessants. L'élaboration de modèles est associée à la formulation d'hypothèses simplificatrices qui doivent être clairement identifiées par les professeurs. Ainsi, les limites de validité des modèles mis en œuvre doivent faire l'objet d'une attention centrale dans la préparation des candidats.

Le jury insiste sur la nécessité de préparer cette épreuve en privilégiant les notions fondamentales des deux premières années des études post-baccalauréat. L'objectif premier d'un candidat à l'agrégation doit être l'appropriation fine de ces notions préférentiellement à la mémorisation de résultats. Le candidat à l'agrégation est ainsi invité à une prise de recul par rapport aux notions fondamentales en vue de pouvoir les expliquer et les enseigner.

Analyse des réponses apportées aux différentes questions du sujet

La suite du rapport rassemble des commentaires plus précis du jury sur les réponses apportées par les candidats aux différentes questions du sujet.

A-Antigels

Q1	<p>La question attendait la construction d'un diagramme de phases liquide-vapeur à partir de données expérimentales, puis son annotation. D'autre part, le diagramme de phases solide-liquide fourni dans l'énoncé nécessitait d'être annoté.</p> <p>Cette question d'application directe du cours a donné lieu à beaucoup d'erreurs : noms des courbes erronés, compositions des domaines généralement non explicitées, composé défini rarement citée.</p> <p><i>(Diagramme liquide-vapeur abordé par 66 % des candidats avec 69 % de réussite / Diagramme solide-liquide abordé par 70 % des candidats avec 46 % de réussite)</i></p>
Q2	<p>Cette question nécessitait d'extraire et d'exploiter des données issues de graphiques en vue de proposer les volumes d'eau et d'éthylèneglycol purs à mélanger pour préparer un antigel dont la température de fusion était de $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$. La composition molaire du mélange a généralement été correctement obtenue par exploitation du diagramme de phases mais sa conversion en fraction massique a souvent été omise. Les graphiques du document 2 étaient pourtant paramétrés avec cette grandeur. Dès lors beaucoup de candidats ont utilisé la fraction molaire comme si elle s'appliquait à des masses ou à des volumes. Beaucoup de candidats ont également utilisé une équation de conservation du volume alors que le mélange de deux volumes d'espèces chimiques pures peut générer, selon le cas, une contraction ou une augmentation de volume. L'utilisation de la masse volumique du mélange fournie dans les données du document 2 permettait de contourner cette difficulté.</p> <p><i>(Abordé par 63 % des candidats avec 33 % de réussite)</i></p>
Q3	<p><i>La question traitait de la technique de distillation. Le montage a généralement été correctement représenté. L'absence d'un thermomètre ou de support élévateur a été sanctionnée. La justification de l'obtention d'un distillat de composition différente de celle du liquide introduit dans le bouilleur s'est rarement avérée satisfaisante. Le jury attendait au minimum le tracé d'un segment horizontal sur le diagramme pour montrer que les phases liquide et vapeur avaient des compositions différentes.</i></p> <p><i>(Abordé par 58 % des candidats avec 48 % de réussite)</i></p>
Q4	<p>La question demandait d'interpréter l'augmentation de la viscosité du mélange avec le ratio d'éthylèneglycol. Le terme d'interaction de London parmi les interactions de Van der Waals n'a quasiment jamais été cité par les candidats.</p>

	<i>(Abordé par 60 % des candidats avec 7 % de réussite)</i>
Q5	<p>Cette dernière question nécessitait d'apporter une interprétation physique à des grandeurs physiques comme la capacité thermique et la conductivité thermique. Le jury a constaté des réponses souvent trop longues et peu précises. L'abaissement du point de fusion qui est pourtant l'intérêt principal de l'utilisation d'éthylène glycol dans la formulation d'antigel n'est généralement pas cité.</p> <p><i>(Abordé par 49 % des candidats avec 44 % de réussite)</i></p>

B-Recyclage

Q6	<p>Il était ici attendu d'interpréter un protocole expérimental de traitement d'un milieu réactionnel. Une majorité des candidats a simplement traduit le protocole opératoire sans expliciter le rôle de chaque étape. La question formulait pourtant explicitement cette attente. Le traitement par l'acide chlorhydrique a été souvent confondu avec un relargage alors qu'il sert à protoner le catalyseur pour le transférer vers la phase aqueuse.</p> <p><i>(Abordé par 83 % des candidats avec 54 % de réussite)</i></p>
Q7	<p>Le rendement de la dépolymérisation a été trop souvent évalué par calcul du rapport des masses des réactifs et des produits (ce qui est faux !). Trop peu de candidats ont fait référence à l'équation de la réaction et à la quantité de matière de l'unité de répétition des macromolécules. La notion de <i>turn over number</i> est peu connue.</p> <p><i>(Abordé par 77 % des candidats avec 24 % de réussite)</i></p>
Q8	<p><i>Beaucoup de candidats ont correctement interprété la mention de l'idéalité du mélange liquide qui permettait d'exprimer l'activité du BHET sous la forme de sa fraction molaire dans le mélange. L'utilisation de la relation de Guldberg-Waage est alors correcte. L'exploitation de données numériques, pourtant classique, est peu menée à bien, l'établissement de la dépendance de la constante d'équilibre en fonction de la température n'aboutissant pas toujours.</i></p> <p><i>(Établissement théorique de la courbe abordé par 48 % des candidats avec 52 % de réussite, Exploitation des données numériques abordée par 34 % des candidats avec 42 % de réussite)</i></p>
Q9	<p><i>La question a été mal comprise par la majorité des candidats. Il s'agissait de comparer, en valeur absolue, les termes $\Delta_r H^\circ$ et $T\Delta_r S^\circ$. Le jury a accepté tout commentaire montrant une compréhension des phénomènes intervenant dans l'un ou l'autre de ces termes. De manière générale, l'application des principes de la thermodynamique aux systèmes sièges d'une transformation chimique est peu dominée. Les commentaires définitifs et non argumentés ont été nombreux, sans forcément d'ailleurs être formulés en relation avec l'étude expérimentale menée. Par exemple, beaucoup de candidats indiquent que l'entropie dépend de la température, ce qui n'est pas faux, mais sans lien avec la question. Ces candidats confondent l'entropie (fonction d'état) et l'entropie de réaction, distinction fondamentale en thermodynamique appliquée aux systèmes chimiques. Le jury tient également à rappeler l'impossibilité d'une comparaison directe de l'entropie de réaction et de l'enthalpie de réaction, ces deux grandeurs n'étant pas homogènes.</i></p> <p><i>(Abordé par 31 % des candidats avec 29 % de réussite)</i></p>
Q10	<p>La résolution complète de cette question nécessitait d'avoir traité la question précédente. Pour éviter une double peine, la majorité des points de la question a été attribuée à l'établissement des expressions littérales. Outre son caractère non guidé, la difficulté de cette question résidait dans la conversion de la fraction molaire du BHET dans la solution saturée à la concentration de cette espèce chimique dans la phase aqueuse. Ce point n'a pas été compris par une majorité des candidats, beaucoup confondant ces deux grandeurs dans la résolution de la question.</p> <p><i>(Abordé par 40 % des candidats avec 12 % de réussite)</i></p>
Q11	<p>Les courbes présentées ont souvent été mal interprétées. Les avantages de l'eau en termes de coût, de non-toxicité, d'abondance ou encore de non-inflammabilité n'ont étonnamment pas toujours été identifiés.</p>

	<i>(Abordé par 70 % des candidats avec 46 % de réussite)</i>
Q12	Beaucoup de copies indiquent que le PET est encore présent à l'état final alors que le protocole précise que la transformation est stoppée lorsque celui-ci n'est plus détectable visuellement. Le jury attendait l'identification du TBD (catalyseur), de l'éthylène glycol (réactif en large excès et solvant de la transformation) et d'oligomères issus d'une dépolymérisation incomplète. <i>(Abordé par 58 % des candidats avec 42 % de réussite)</i>
Q13	La question nécessitait seulement de rappeler la miscibilité de l'éthylèneglycol avec l'eau (en lien avec l'étude de la première partie du sujet). <i>(Abordé par 72 % des candidats avec 59 % de réussite)</i>
Q14	Le document rappelant le principe de la chromatographie d'exclusion stérique a été bien exploité. <i>(Abordé par 77 % des candidats avec 85 % de réussite)</i>
Q15	L'analyse du spectre de RMN est généralement bien conduite sauf pour les candidats qui réduisent le déblindage à un critère de distance avec l'atome d'un élément très électronégatif. En l'occurrence, dans le spectre présenté, le signal de déplacement chimique maximal était attribuable aux atomes d'hydrogène portés par le cycle aromatique. <i>(Abordé par 76 % des candidats avec 55 % de réussite)</i>
Q16	La détermination de la masse molaire est généralement correcte, sauf pour les candidats qui utilisent le signal le plus intense du spectre. Ces candidats confondent la masse molaire de l'espèce chimique et celle de sa principale fragmentation. Ici, la masse molaire avait une valeur proche de 447 g/mol, le fragment responsable du signal à 429 g/mol, pouvant être interprété comme lié à la perte d'un groupe hydroxyle. La formule de l'oligomère est rarement indiquée, l'idée d'une transformation non totale n'étant pas identifiée. <i>(Abordé par 41 % des candidats avec 31 % de réussite)</i>
Q17	Question bien réussie par les candidats qui y ont répondu. L'idée d'une solubilisation dans le dichlorométhane du BHET et de son "dimère" étant probable au vu de la similitude de leurs structures moléculaires. <i>(Abordé par 43 % des candidats avec 74 % de réussite)</i>
Q18	De nombreux candidats ont répondu à cette question sans avoir préalablement déterminé la structure moléculaire de l'espèce chimique insoluble. Il leur a alors été difficile de proposer un argument adapté. Les candidats disposant de la structure moléculaire du "dimère" ont généralement identifié l'équivalence par symétrie des groupes méthylène au centre de l'entité. <i>(Abordé par 28 % des candidats avec 36 % de réussite)</i>

C-Synthèse industrielle

Q19	Question très bien traitée. Le jury a accepté tout terme adapté. <i>(Abordé par 91 % des candidats avec 70 % de réussite)</i>
Q20	Question de cours classique dont le but était d'identifier l'action catalytique de l'acide par exaltation de l'électrophilie de l'époxyde. <i>(Abordé par 90 % des candidats avec 59 % de réussite)</i>
Q21	Question facile très bien traitée. Quelques candidats se contentent d'évoquer un danger sans préciser la nature corrosive de l'espèce chimique. <i>(Abordé par 94 % des candidats avec 94 % de réussite)</i>
Q22	La notion de modélisation ne semble pas comprise dans ce contexte. Il ne s'agissait pas seulement d'intégrer une loi de vitesse, mais de montrer en quoi les hypothèses formulées et

	<p>les conditions expérimentales retenues permettaient de traiter le produit $k.[H^+]$ comme constant, ce qui n'est presque jamais souligné par les candidats. Il s'agit pourtant d'une capacité essentielle chez un professeur agrégé.</p> <p><i>(Abordé par 72 % des candidats avec 61 % de réussite)</i></p>
Q23	<p>Beaucoup de candidats ont réalisé une régression linéaire sans toujours se rendre compte que la série de valeurs de concentrations fournie n'était pas celle du réactif, mais celle du produit. Un bilan de matière était alors nécessaire pour procéder à une exploitation correcte. Des candidats ont également perdu des points en ne convertissant pas la constante de vitesse apparente dans le système international comme la question le demandait.</p> <p><i>(Abordé par 71 % des candidats avec 34 % de réussite)</i></p>
Q24	<p>L'existence de résidus (écarts en ordonnée entre les points expérimentaux et la courbe modèle) est perçue par nombre de candidats comme problématique alors qu'elle reflète la variabilité des grandeurs physiques. Cette notion est désormais essentielle dans les programmes de physique-chimie au lycée et dans les classes du supérieur. Le jury a apprécié qu'un nombre significatif de candidats proposent une interprétation correcte des résidus (aléatoires dans le cas de l'expérience thermostatée ou présentant une tendance à la courbure dans l'expérience non thermostatée).</p> <p><i>(Abordé par 52 % des candidats avec 26 % de réussite)</i></p>
Q25	<p>Cette question a été très mal traitée alors même qu'elle constitue un exemple classique de l'application du premier principe de la thermodynamique aux systèmes sièges d'une transformation chimique. La définition du "système thermodynamique", est rare, les conséquences des hypothèses proposées par l'énoncé (transformation isobare et adiabatique) ne sont presque jamais explicitées. La possibilité de décomposer la transformation selon un chemin fictif en vertu du caractère de fonction d'état de l'enthalpie est inexistante. Un nombre considérable de candidats tente d'écrire des bilans faisant intervenir l'énergie interne, sans aboutir. Le jury tient à rappeler ici toute la rigueur attendue en thermodynamique chez un futur professeur agrégé.</p> <p><i>(Abordé par 33 % des candidats avec 19 % de réussite)</i></p>
Q26	<p>Cette question a été proposée en lien avec l'introduction depuis 2019 du langage de programmation python dans les programmes du lycée général et technologique et des CPGE. Elle a été relativement peu traitée. Le jury invite les candidats à s'acculturer à ces nouvelles compétences professionnelles. La notation a été bienveillante, les idées étant plus valorisées que la syntaxe. La relation d'Arrhenius est cependant souvent utilisée dans le code sous une forme non homogène, le facteur pré-exponentiel étant omis. La fonction <i>odeint</i> n'a jamais été correctement utilisée.</p> <p><i>(Abordé par 35 % des candidats avec 30 % de réussite)</i></p>
Q27	<p>L'adaptation du modèle adiabatique a été généralement soulignée. La conversion plus rapide du réactif dans le cas d'une transformation exothermique menée en conditions adiabatiques n'est cependant pas associée à une augmentation de température, facteur cinétique.</p> <p><i>(Abordé par 29 % des candidats avec 44 % de réussite)</i></p>
Q28	<p>Le traitement de la cinétique en réacteur continu parfaitement agité est peu réussi. Le jury rappelle que cette thématique a été introduite dans les programmes de CPGE en 2013, et même plus tôt dans les programmes de BTS.</p> <p>On aurait pu s'attendre à ce que l'interprétation de l'influence de la température et du débit en volume sur la conversion du réactif soit abordée plus massivement puisque la relation à analyser était fournie.</p> <p><i>(Établissement de la relation théorique traité par 20 % des candidats avec 37 % de réussite / Interprétation physique des facteurs d'influence traité par 11 % des candidats avec 41 % de réussite)</i></p>
Q29	<p>Question peu abordée dont la résolution ne nécessitait pas d'avoir réussi la question précédente. La stratégie à mener nécessitait d'une part de déterminer le flux en quantité de matière de réactif en entrée du réacteur à partir de la production journalière et du taux de</p>

	conversion souhaités. D'autre part, le temps de passage pouvait être déduit de la relation fournie à la question précédente. (Abordé par 27 % des candidats avec 20 % de réussite)
Q30	Les candidats qui ont abordé cette question l'ont généralement réussie. L'introduction de la relation d'Arrhenius suffisait en effet à adapter la relation fournie à la question 28. (Abordé par 7 % des candidats avec 67 % de réussite)
Q31	Question peu abordée et peu réussie. (Abordé par 4 % des candidats avec 9 % de réussite)
Q32	La lecture des points de fonctionnement est généralement correcte. L'identification de l'effet de la température sur la vitesse de conversion du réactif n'est quasiment jamais mentionnée. (Abordé par 19 % des candidats avec 57 % de réussite)

D-Acétalisation

Q33	Si la réaction d'acétalisation est généralement connue, beaucoup de candidats n'obtiennent pas la totalité des points car ils confondent "équation de réaction" et "mécanisme réactionnel", distinction essentielle dès le lycée général. D'autres proposent des équations non ajustées (absence de l'eau du côté des produits par exemple) ce qui a été systématiquement sanctionné. Le jury tient à rappeler que la notion d'équation de réaction comme modèle macroscopique d'une transformation chimique occupe une place centrale dans les programmes de physique-chimie de la classe de seconde. (Abordé par 85 % des candidats avec 52 % de réussite)
Q34	Question de cours plutôt bien traitée, mais souvent de manière incomplète. L'utilisation d'un catalyseur acide est fréquemment mentionnée, mais pas celle d'une distillation (par exemple hétéroazéotropique) pour augmenter le rendement de la synthèse. (Abordé par 75 % des candidats avec 60 % de réussite)
Q35	Le jury a été étonné de la réussite très moyenne à cette question classique, les exemples proposés n'étant pas toujours adaptés, les conditions opératoires de l'hydrolyse d'un acétal souvent omises. (Abordé par 58 % des candidats avec 42 % de réussite)
Q36	Le jury tient à féliciter les quelques copies qui ont mené un raisonnement fondé sur l'entropie pour expliquer le caractère favorable de la formation d'acétals cycliques à partir de diols vicinaux. De nombreux autres candidats semblent penser que l'utilisation d'un diol permet de former un acétal alors qu'un monoalcool entraîne une conversion incomplète. (Abordé par 65 % des candidats avec 27 % de réussite)
Q37	La dépendance de la constante de vitesse apparente avec la température a été très souvent bien analysée. (Abordé par 67 % des candidats avec 74 % de réussite)
Q38	Cette question a généralement été bien traitée. Les candidats n'ayant pas obtenu la totalité des points ont généralement omis d'argumenter leur raisonnement (indépendance de la constante de vitesse vis-à-vis du pH au-delà de pH = 7 par exemple). D'autres candidats ont omis de réaliser une conversion de la température dans l'unité adaptée ou ont utilisé la fonction exponentielle comme fonction réciproque du logarithme décimal. (Abordé par 54 % des candidats avec 52 % de réussite)
Q39	Question plutôt bien traitée par les candidats qui y ont répondu. La nécessité de travailler à une température aussi élevée n'est généralement pas commentée. (Abordé par 28 % des candidats avec 58 % de réussite)
Q40	Question de cours correctement traitée.

	<i>(Abordé par 81 % des candidats avec 70 % de réussite)</i>
Q41	L'équation traduisant l'électroneutralité du système n'a été correctement écrite qu'une seule fois. La dérivation de l'expression fournie interroge sur la maîtrise des outils mathématiques d'une part non négligeable des candidats. <i>(Abordé par 34 % des candidats avec 27 % de réussite)</i>
Q42	La plupart des candidats s'est contentée d'une lecture graphique des coordonnées du maximum alors qu'il était attendu de les déterminer à partir de la dérivation de l'expression fournie du pouvoir tampon. L'interprétation de l'allure de la courbe, conduite par peu de candidats, visait à simplifier l'expression du pouvoir tampon pour en faciliter la dérivation. <i>(Abordé par 29 % des candidats avec 11 % de réussite)</i>
Q43	Le principe d'élaboration d'une solution tampon est généralement connu. La concentration totale a également été souvent correctement déterminée. Le protocole en revanche n'est pas toujours très clair. <i>(Abordé par 17 % des candidats avec 47 % de réussite)</i>
Q44	Cette question ouverte a été très largement sautée, sans doute en raison du travail d'appropriation conséquent qu'elle nécessitait. Pourtant, elle représentait à elle seule plus de 12 % des points de la composition de chimie. Les réponses ont souvent manqué de développement et beaucoup de candidats se sont contentés de remplir le tableau sans proposer d'argument. <i>(Etude de Lucas : commentée par 12 % des candidats avec 44 % de réussite Etude de Drumheller : commentée par 11 % des candidats avec 26 % de réussite Etude de Bourns : commentée par 12 % des candidats avec 43 % de réussite Etude de Skrabal : commentée par 11 % des candidats avec 24 % de réussite Etude de Jencks : commentée par 6 % des candidats avec 11 % de réussite Tableau récapitulatif : traité par 26 % des candidats avec 24 % de réussite)</i>
Q45	Le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un acétal est en général assez bien présenté. Comme les années précédentes, le jury rappelle qu'il est attentif à la rigueur de son écriture (flèches partant de doublets d'électrons, cohérence entre le pH du milieu et les intermédiaires réactionnels, mention des charges formelles). Dans le contexte du sujet, et en lien avec les études historiques présentées à la question Q44, les copies faisant intervenir un intermédiaire réactionnel de type carbénium ont été valorisées. <i>(Abordé par 28 % des candidats avec 61 % de réussite)</i>

E-Désymétrisation

Q46	Les candidats qui n'ont pas prêté une attention suffisante au vocabulaire (nomenclature, réaction époxydation, THF dihydroxylé) n'ont généralement pas compris la question et ont proposé des réponses sans lien avec l'énoncé. En l'occurrence, il fallait procéder à l'époxydation du diène indiqué dans le sujet, puis à son ouverture en milieu basique pour créer un alcoolate nucléophile, capable d'ouvrir le second époxyde. <i>(Abordé par 54 % des candidats avec 43 % de réussite)</i>
Q47	La majorité des candidats utilise une formule de type 2^n pour déterminer un nombre de stéréoisomères sans faire attention à la symétrie de la structure et sans prendre en compte le fait que la réponse attendue n'était pas le nombre total de stéréoisomères de configuration possibles, mais le nombre de stéréoisomères formés par cette méthode de synthèse. <i>(Abordé par 52 % des candidats avec 15 % de réussite)</i>
Q48	Le mécanisme qui a été proposé par les candidats a le plus généralement été une S_N2 . Le jury a regretté que ce choix ne fasse quasiment jamais l'objet d'une justification par les candidats. L'hypothèse d'un mécanisme de type S_N1 était également acceptée à condition de remarquer la stabilisation du carbocation par délocalisation. Un nombre trop important de candidats n'a pas procédé à la déprotonation de l'alcool comme cela est généralement mis en oeuvre dans

	la séquence réactionnelle de Williamson. (Abordé par 58 % des candidats avec 51 % de réussite)
Q49	Question simple et très bien traitée. Les deux groupes hydroxyle sont équivalents par symétrie et ont, à ce titre, autant de chances d'être transformés. L'absence de régiosélectivité conduisait à la formation de deux énantiomères en quantités égales. (Abordé par 52 % des candidats avec 92 % de réussite)
Q50	Le taux de réussite décevant à cette question, pourtant simple, permet de rappeler aux candidats qu'il est toujours utile de rechercher un schéma de Lewis pour prévoir la géométrie autour d'un atome. En l'occurrence, une telle méthode aurait permis aux candidats d'identifier la présence d'un doublet non liant sur l'atome de soufre et par conséquent, de prévoir une géométrie pyramidale, souvent confondue avec la géométrie tétraédrique. (Abordé par 64 % des candidats avec 32 % de réussite)
Q51	L'acétal est souvent bien identifié. (Abordé par 42 % des candidats avec 67 % de réussite)
Q52	L'atome d'hydrogène impliqué est généralement correctement identifié. (Abordé par 27 % des candidats avec 60 % de réussite)
Q53	L'écriture d'un mécanisme de type E2 est souvent correcte mais la liaison C-O rompue ne tient pas toujours compte de la nécessité d'une conformation anti-périplanaire entre les liaisons C-H et C-O rompues. (Abordé par 16 % des candidats avec 47 % de réussite)
Q54	Question plus difficile nécessitant d'avoir compris le rôle du cation potassium dans le blocage conformationnel du réactif, ainsi que du sulfoxyde comme copule chirale permettant de privilégier la formation d'un stéréoisomère de configuration. (Abordé par 22 % des candidats avec 39 % de réussite)
Q55	La question consistait en l'écriture des espèces chimiques formées lors des deux étapes du clivage d'une double liaison C=C par la méthode de Lemieux-Johnson. Le diol intermédiaire est souvent correctement représenté, ce qui n'est pas le cas de l'espèce carbonylée formée. (Abordé par 36 % des candidats avec 44 % de réussite)
Q56	La réaction de Wittig est souvent reconnue, mais la représentation du produit formé n'aboutit pas toujours. (Abordé par 38 % des candidats avec 60 % de réussite)
Q57	La question visait à l'identification de deux stratégies : l'une consistant à améliorer l'aptitude nucléofuge, l'autre consistant à protéger un groupe hydroxyle pour éviter qu'il ne joue le rôle de nucléophile compétiteur de l'ion acétylénure. (Abordé par 37 % des candidats avec 29 % de réussite)
Q58	Question peu abordée. Elle visait à identifier la différence de solvation des cations et anions par ce solvant, et sa conséquence sur la réactivité accrue de l'anion nucléophile (Abordé par 17 % des candidats avec 37 % de réussite)
Q59	Question simple généralement bien traitée par les candidats qui l'ont abordée. (Abordé par 25 % des candidats avec 65 % de réussite)
Q60	Le rôle de catalyseur du complexe de nickel est souvent identifié, le statut de réducteur stoechiométrique du complexe de chrome l'est beaucoup moins. (Abordé par 28 % des candidats avec 58 % de réussite)
Q61	Les étapes de réduction du centre métallique puis d'addition oxydante sont généralement bien identifiées. La transmétallation (l'appellation substitution a été acceptée) l'est moins.

	<i>(Abordé par 40 % des candidats avec 57 % de réussite)</i>
Q62	<p>Les transformations à mener (hydrogénation, oxydation et déprotection) sont le plus souvent bien identifiées. Leur ordre de réalisation n'est pas toujours justifié.</p> <p><i>(Abordé par 35 % des candidats avec 58 % de réussite)</i></p>
Q63	<p>Comme pour la question 15 utilisant déjà la spectroscopie de RMN, l'attribution des signaux est souvent satisfaisante. Les candidats qui ont éprouvé des difficultés sont ceux qui ont démarré l'analyse par l'utilisation de tables de déplacement chimique ce qui les a conduits à proposer des attributions à des groupes de protons non présents dans la formule de l'espèce chimique.</p> <p><i>(Abordé par 34 % des candidats avec 52 % de réussite)</i></p>
Q64	<p>Peu de candidats ont identifié la relation de diastéréoisomérisation existant entre les espèces chimiques 1a et 1b. Cette identification permettait de comprendre l'absence de lien entre les pouvoirs rotatoires spécifiques de ces deux espèces chimiques.</p> <p><i>(Abordé par 28 % des candidats avec 25 % de réussite)</i></p>
Q65	<p>Une analyse critique des résultats de l'étude était attendue. En l'occurrence, la différence notable entre le pouvoir rotatoire spécifique de la mosine naturelle et ceux des mosines synthétisées pouvait interroger sur le stéréocontrôle de cette voie de synthèse ou encore sur la capacité à séparer les espèces chimiques, notamment les stéréoisomères, au cours de la synthèse.</p> <p><i>(Abordé par 20 % des candidats avec 30 % de réussite)</i></p>

Rapport sur l'épreuve B - Composition de physique : « Oscillateurs et modes propres »

L'épreuve de composition de physique a porté sur les oscillateurs couplés, avec pour objectif d'aborder des modèles de capacité thermique des solides cristallins. Le sujet comportait 4 parties indépendantes. Le sujet a permis d'aborder un large champ de thèmes enseignés dans le supérieur comme la mécanique du point (oscillateur harmonique, oscillateurs couplés), les ondes (ondes mécaniques, corde vibrante), ou encore la thermodynamique.

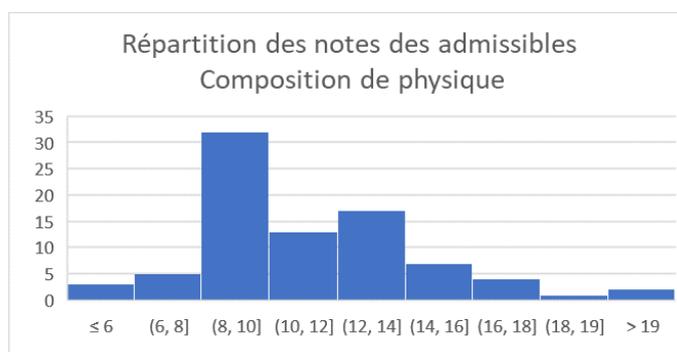
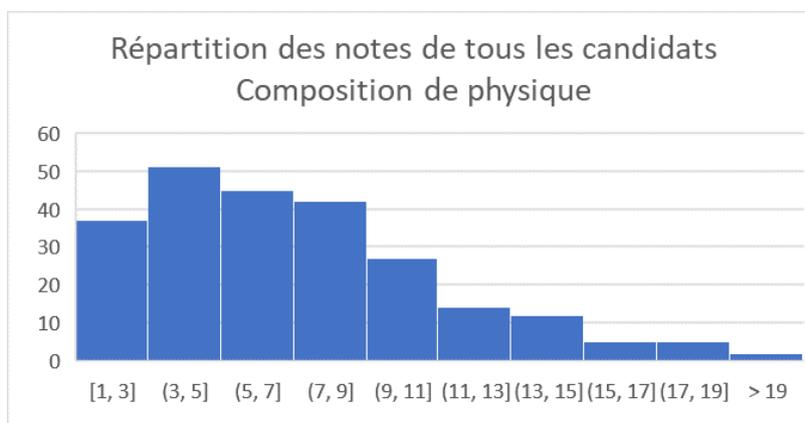
Tout comme pour la session précédente, le jury tient à féliciter les candidats pour la qualité des copies dans leur ensemble, ce qui est tout à fait appréciable et essentiel dans le cadre d'un concours de recrutement de futurs enseignants. De plus, beaucoup de candidats ont pu aborder, à l'issue des cinq heures allouées à la composition, une très grande partie du sujet. Néanmoins, le jury déplore la présence d'un nombre non négligeable de copies mal rédigées (français incorrect et orthographe défaillante), mal présentées (nombreuses ratures, questions non numérotées, ou numérotées de façon erronée, réponses non mises en valeur) ou qui révèlent un manque d'effort de communication de contenus scientifiques, que ce soit dans l'explicitation de la démarche suivie ou la justification des réponses apportées.

Statistiques de l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (76)	11,44
Écart-type	3,34
Min	5,13
Max	20,00

Moyenne des candidats admis (41)	13,05
Écart-type	3,12
Min	8,31
Max	20,00

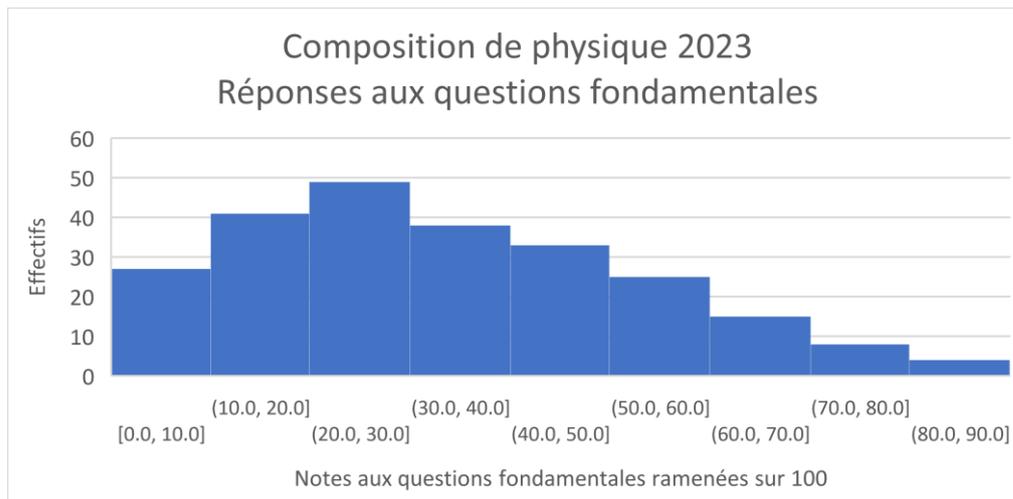
Distribution des notes



Questions fondamentales

Comme à chaque session depuis quelques années, une attention et une valorisation particulières sont accordées à des questions faisant partie des fondamentaux de la physique. **Dans ce problème, on dénombre 34 questions fondamentales sur les 76 questions du sujet (pour 45 % des points).** Il s'agit pour cette session 2023 des questions suivantes :

- Partie 1 - Oscillateur harmonique : Q1 à Q7,
- Partie 2 - Modes propres de deux oscillateurs mécaniques couplés : Q12, Q22,
- Partie 3 - Modes de vibration d'une chaîne d'atomes : Q25 et 26, Q31 et 32, Q34, Q38 et 39, Q41 à 48,
- Partie 4 - Application : calcul de la capacité thermique des solides : Q51 à 57, Q59, Q63, Q66



Analyse du sujet et des copies sur certaines questions.

De manière générale, le jury insiste cette année encore sur la nécessité, pour des candidats qui se destinent à une carrière d'enseignant, à préparer de manière très approfondie ces questions fondamentales : cela suppose être capable d'énoncer les grandes lois de la physique ou les définitions fondamentales du programme de manière rigoureuse, claire, concise et exhaustive.

Ces mêmes qualités de rigueur et de clarté doivent être appliquées dans les raisonnements fournis par les candidats en réponse à des questions non fondamentales. Ainsi, le jury recommande aux candidats de faire preuve de rigueur dans leurs explications (précision des termes et du vocabulaire utilisés), dans leurs raisonnements, dans leurs calculs (signes, simplification au maximum des résultats littéraux, manipulation convenable des vecteurs et des complexes) et dans les notations utilisées (un vecteur n'est pas un scalaire). Il rappelle qu'une application numérique doit systématiquement être accompagnée de son unité et que la mention uSI n'est pas satisfaisante, le jury attend que l'unité soit explicitée. Il recommande également de bien lire l'énoncé et de répondre aux questions, telles que posées en utilisant les notations imposées par le sujet, et en indiquant clairement le numéro de la question.

Les candidats doivent également prendre soin de répondre aux questions par des phrases construites, et non par des bribes de phrase, ou par « oui » ou « non ».

Lorsqu'une formule à établir est donnée dans l'énoncé, le jury s'attend à une justification détaillée et rigoureuse de la démarche suivie pour l'obtenir et déplore que certains candidats falsifient maladroitement leurs calculs pour obtenir à tout prix le résultat attendu. Le jury déplore également le manque de cohérence de certaines copies, en particulier lorsque leurs auteurs ont traité les questions du sujet dans un ordre aléatoire, révélant le manque d'appropriation du sujet. On peut noter également que certains candidats donnent des réponses où se côtoient des affirmations contradictoires, la réponse fournie étant en partie exacte en partie totalement fautive, révélant ainsi un manque de logique ou de cohérence. Dans ce cas, les points dévolus à la question n'ont pas été attribués.

Le jury encourage les candidats à tester systématiquement l'homogénéité de leurs formules.

Enfin, la maîtrise de l'orthographe de certains mots omniprésents dans l'enseignement de la physique est incontournable (exemples : poids, référentiel, galiléen, oscillateur).

Dans ce qui suit seront explicités, pour la majorité des questions, certaines erreurs fréquentes commises, ainsi que les attendus du jury pour aider les futurs candidats dans leur préparation de cette épreuve.

PARTIE 1 – Préliminaire : oscillateur harmonique

Il s'agissait de tester les connaissances fondamentales des candidats sur certains aspects de la mécanique du point et la notion d'oscillateur harmonique. Cette partie ne comportait que des questions fondamentales. De manière générale, le jury regrette que de nombreux candidats se montrent approximatifs voire ignorants sur ces questions.

Q1. Les correcteurs ont constaté trop d'erreurs sur la définition d'un référentiel galiléen. Dire qu'un référentiel galiléen est en mouvement de translation rectiligne uniforme vis-à-vis d'un autre référentiel galiléen ne peut pas en constituer une définition. Ils ont également constaté quelques confusions entre référentiel et repère.

Q2. Peu de candidats définissent clairement le référentiel terrestre, de très nombreux candidats le confondent avec le référentiel géocentrique. On rappelle qu'un référentiel n'est pas uniquement défini par son origine mais aussi par un solide de référence (avec 3 directions fixes par rapport à ce solide).

Q3. Les correcteurs ont relevé beaucoup de réponses approximatives. Évoquer une durée « courte » d'une expérience ne veut rien dire en soi, il faut la comparer à un temps ou une durée caractéristique, en l'occurrence ici la période de rotation propre de la terre. Indiquer simplement « période de rotation » ne suffisait pas non plus, il y avait ambiguïté entre la période de rotation propre et celle de révolution de la Terre autour du soleil.

Q4. Les trois lois de Newton ne sont pas connues par la totalité des candidats. Dans l'énoncé de ces lois, on attend une grande précision. Très peu de copies mentionnent que ce principe n'est valable que pour un système fermé. Il n'y a donc pas lieu de distinguer le cas où la masse est constante, elle le sera forcément ! Le jury attend également des candidats qu'ils précisent les notations employées lorsqu'elles ne figurent pas dans l'énoncé. Trop rarement les candidats ont mentionné le centre de masse du système dans la deuxième loi de Newton. Enfin, la loi d'interaction gravitationnelle ne fait pas partie des trois lois de Newton !

Q5. Les schémas demandés sont parfois incomplets et les notations pas toujours très cohérentes (confusions entre longueur et allongement du ressort) et ne respectent pas les consignes de l'énoncé dans le choix de l'origine du repère de travail. Certains candidats positionnent le ressort verticalement, révélant leur lecture trop rapide et superficielle de l'énoncé.

Q6. Pour la moitié des candidats, le bilan des actions mécaniques est incomplet voire absent. Très souvent, on oublie l'action du support, qui compense le poids puisque le plan est horizontal et la liaison sans frottement. De trop nombreux candidats « négligent le poids » ou en arrivent à la conclusion que ce dernier est nul !

Q7. La solution de l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique n'est pas connue de tous les candidats. Nul besoin de l'équation caractéristique...surtout si elle conduit à des solutions en exponentielles réelles. Il faut garder un regard critique sur les réponses fournies !

PARTIE 2 – Modes propres de deux oscillateurs mécaniques couplés

Cette partie avait pour but de mettre en évidence la notion de mode d'oscillation, en liaison avec ce qui sera abordé dans la partie 3 pour les N oscillateurs couplés d'une chaîne d'atomes.

Q8. Des confusions récurrentes entre norme et mesure algébrique sur un axe. La relation à prouver étant donnée par l'énoncé, le jury attendait une justification rigoureuse (mais simple) de l'expression de l'allongement du ressort de couplage et du sens de la force, en fonction du signe de $(x_1 - x_2)$. Les correcteurs ont vu beaucoup de raisonnement compliqués et peu convaincants.

Q9. De nombreuses copies comportent des réponses sans aucune justification.

Q10. Les équations étant données dans l'énoncé, le jury attendait des explications et justifications rigoureuses. Entre autres, il attendait qu'un bilan des forces complet, avec poids et réaction du support, associé à la définition du système étudié, soit effectué sur chaque masse, avant projection sur Ox.

Q11. Très rares sont les candidats qui évoquent le découplage des équations, qui était le but de ce changement de variables.

Q12. On retrouve les mêmes erreurs qu'à la résolution de la question Q7.

Q13. Très rares sont les candidats qui mentionnent la non harmonicité des oscillateurs couplés.

Q16. Le terme « en phase » n'apparaissait que rarement dans les réponses à cette question, bien qu'il soit parfois évoqué dans la réponse à la Q20.

Q18. Si les propositions de conditions initiales pour la position des masses étaient assez souvent correctes, de nombreuses erreurs sont constatées sur les vitesses initiales.

Q21. L'énoncé insistait sur la prise en compte d'un nombre raisonnable de chiffres significatifs dans les valeurs numériques des pulsations propres. On ne saurait accepter « $\Omega_S = \pi \text{ rad/s}$ ». En outre, il est dommage que l'unité choisie pour exprimer la valeur de la pulsation soit parfois complètement incohérente.

Q22. Le jury rappelle que la modulation ne correspond pas à des battements.

Q23. Question nécessitant de l'initiative, abordée par assez peu de candidats. On peut cependant signaler quelques excellentes copies, qui ont abordé cette question avec rigueur et précision.

PARTIE 3 – Modes de vibration d'une chaîne d'atomes

Cette partie était l'occasion d'aborder des notions sur les ondes, tant progressives que stationnaires. Elle a souvent été mal traitée, révélant des connaissances floues sur les propriétés générales des ondes.

Q25. La plupart du temps l'adjectif « longitudinale » a été oublié.

Q26. Une relation de dispersion ne s'écrit pas toujours « $k = \omega/c$ ».

Q27. Il manquait très souvent la valeur absolue dans l'expression de ω en fonction de k , ou alors l'expression n'était pas simplifiée, ce qui empêchait de récupérer le nombre total de points affectés à cette question.

Q28. Le jury attendait à ce que soit invoquées clairement la périodicité et la parité de la fonction valeur absolue du sinus.

Q31. De nombreux candidats connaissent la notion d'onde évanescente. Pour autant, il ne faut pas confondre k complexe avec k imaginaire pur.

Q35. Il ne fallait pas se contenter de décrire les courbes et d'affirmer, par exemple, que les vitesses de phase et de groupe tendaient l'une vers l'autre lorsque ka tendait vers 0. Il fallait interpréter cette observation (le milieu devenait non dispersif, par exemple).

Q37. De très nombreux candidats ont fait une erreur d'homogénéité dans l'utilisation de la formule des accroissements finis. La célérité apparaissant dans l'équation de d'Alembert qui devenait inhomogène, ce qui est inacceptable.

Q38. Le jury attendait une réponse précise, avec mention des deux grandeurs couplées pour le phénomène cité. On rappelle qu'une équation de diffusion n'est pas une équation de d'Alembert.

Q40. Trop peu de candidats ont abordé cette question d'application numérique. Le jury invite les candidats à s'interroger sur la cohérence des résultats trouvés : une vitesse de propagation de 10^{-16} m/s peut surprendre, une vitesse de propagation supérieure à celle de la lumière doit amener le candidat à s'interroger...

Q42. La définition d'une onde stationnaire est mal connue, souvent approximative voire fautive.

Q43. Si les conditions aux limites sont assez souvent écrites correctement, il n'en est pas de même pour la forme des vecteurs d'onde propres k_p et surtout du raisonnement permettant d'y aboutir.

Q49. Le jury rappelle que l'utilisation d'une analogie est une démarche forte, nécessitant de s'appuyer (en l'occurrence) sur le tableau complété à la question Q48.

Q50. Question abordée uniquement dans deux ou trois excellentes copies. Le confinement des oscillateurs implique une quantification des vecteurs d'onde des modes propres, par les conditions aux limites.

PARTIE 4 – Application : calcul de la capacité thermique des solides

L'objectif de cette partie était d'une part d'étudier une méthode expérimentale de mesure de la capacité thermique d'un solide, d'autre part de décrire des modèles basés sur les oscillateurs couplés, pour retrouver ces valeurs expérimentales.

Q51 et Q52. On attend une définition mathématique des capacités thermiques $C_{V,m}$ et $C_{p,m}$ et non une phrase décrivant leur signification physique. Des confusions fréquentes ont été relevées entre capacités thermiques et capacités thermiques molaires, entre énergie interne et enthalpie.

Q53. De trop nombreuses copies mentionnent la relation de Mayer. Nous rappelons que la relation de Mayer n'est valable que pour les gaz parfaits or il s'agissait ici de phases condensées.

Q54. Si la définition d'un système fermé ou isolé est assez bien connue, quelques confusions ou imprécisions demeurent : confusion entre énergie et « chaleur », et confusion entre système fermé et système « à quantité de matière constante ».

Q55. Question assez mal réussie. Les réponses sont souvent trop vagues, à la syntaxe approximative. Il faut faire clairement la distinction entre la pression extérieure et la pression (variable d'état) du système thermodynamique.

Q56. L'énoncé du premier principe de la thermodynamique, s'il est connu « vaguement » par la majorité des candidats, a souvent été très lacunaire. Comme pour le principe fondamental de la dynamique, les candidats doivent s'interroger sur la validité des principes de la thermodynamique : avant tout, ces trois principes ne s'appliquent que pour des systèmes fermés. Cela doit clairement apparaître dans l'énoncé. D'autre part, toutes les notations employées doivent être précisément définies (W , Q ,...). La « variation de travail » ou la « variation de chaleur » n'ont aucun sens, de même qu'écrire « $U=Q+W$ » pour le premier principe. Il manquait souvent les formes d'énergie mécanique ou cinétique macroscopiques.

Q58. Les correcteurs ont souvent lu des réponses très mal rédigées, un premier principe appliqué sans définition précise du système, des justifications inacceptables (« la chaleur captée par l'eau est égale à celle libérée par le cuivre »). En tant que futurs enseignants, les candidats doivent faire preuve de la plus grande rigueur dans les modalités d'application des principes de la physique : définir clairement le système étudié, caractériser la transformation qu'il subit, préciser les notations employées. Un système n'est pas « adiabatique », seule une transformation peut l'être. Très peu de candidats ont reçu la totalité des points affectés à cette question.

Q59. Si le principe de la méthode de Monte-Carlo est assez bien connu, les explications étaient parfois confuses, en particulier pour associer la valeur moyenne des résultats des simulations au résultat de la mesure, et l'écart-type à l'incertitude-type sur la mesure.

Q60. Le jury attendait un nombre de chiffre significatif bien précis. On rappelle la règle : 2 chiffres significatifs sur l'incertitude-type et le résultat de la mesure écrit à la même décimale que l'incertitude-type. La grande majorité des copies n'a pas respecté cette règle et n'a pas bénéficié des points attribués à cette question.

Q64. Il faut distinguer v_x , $\langle v_x \rangle$ et $\langle v_x^2 \rangle$.

Q66. L'énergie potentielle élastique de l'oscillateur harmonique a parfois été confondue avec l'énergie potentielle de pesanteur, qui n'avait pas à apparaître dans cette question.

Q70. La comparaison entre valeur issue du modèle et valeur expérimentale doit être faite en prenant en compte l'incertitude sur la mesure. Seul le calcul de l'écart normalisé (ou du Z-score) permet de conclure sur la compatibilité du modèle avec les relevés expérimentaux. Les candidats ont très rarement utilisé cet outil.

Q73. Beaucoup de candidats n'ont pas vu que les barres d'erreur tracées sur le graphe du document 2 étaient des incertitudes-types, pour lesquelles la probabilité de trouver le résultat de la mesure dans cet intervalle n'est que de 68 %. Statistiquement, on s'accorde à valider un modèle si le résultat attendu est dans la fourchette d'incertitude élargie à 95 %, ce qui correspond à une barre d'erreur deux fois plus large. Cela permettait de valider le modèle d'Einstein.

Q74 à Q76. Ces questions ont été assez correctement traitées lorsqu'elles ont été abordées.

Rapport sur l'épreuve C - Problème de chimie : « Les MOF – Metal Organic Framework - des matériaux hydrides multifonctionnels »

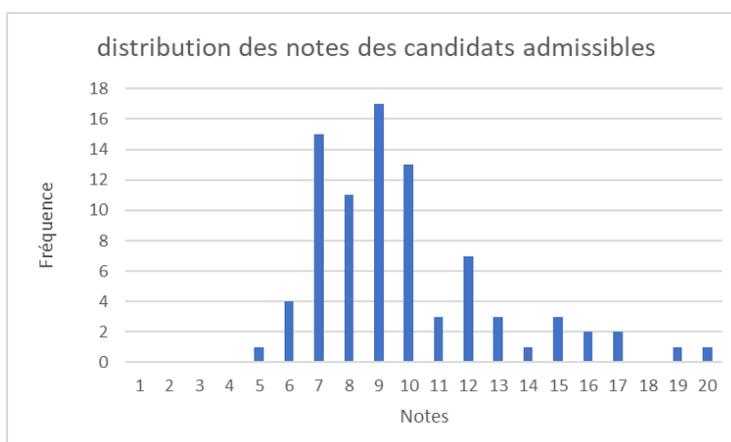
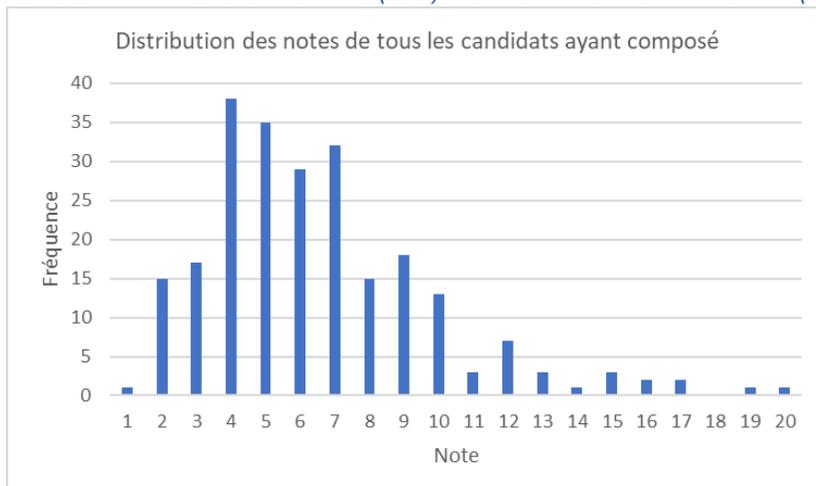
Description du sujet

Le sujet de l'épreuve 2023 avait pour thème la chimie des MOF ou metal organic frameworks, des matériaux constitués d'une composante organique et une autre inorganique qui présentent des nombreuses applications en catalyse et en stockage de petites molécules. Ce sujet se proposait d'étudier la synthèse des unités constituant ces solides, d'étudier leur structure cristalline et leurs propriétés de stockage de molécules gazeuses. Ce sujet permettait d'aborder des domaines variés de la chimie : principe d'électronégativité, thermodynamique, équilibre acide-base en solution aqueuse, synthèse organique, chimie du solide et cristallographie.

Statistiques de l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (76)	9,38	Moyenne des candidats admis (41)	10,95
Ecart-type	3,11	Ecart-type	3,32
Min	4,38	Min	5,63
Max	20,00	Max	20,00

Répartition des notes de l'ensemble des candidats (252) et des candidats admissibles (76)

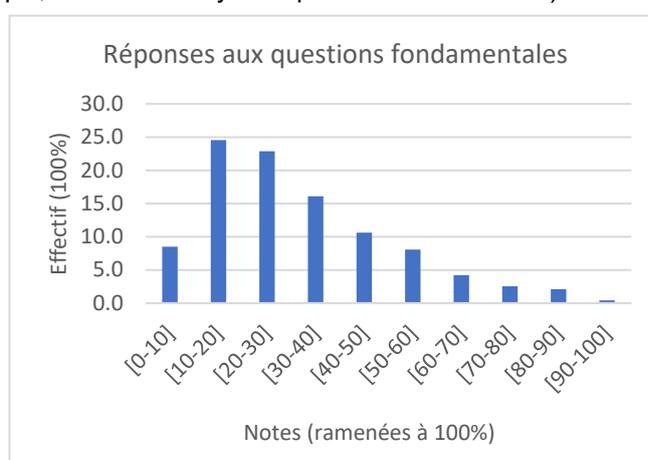


Il est à noter que 5 % du total des points de la copie ont été attribués à la présentation, à la qualité de rédaction, au soin apporté à l'écriture et aux schémas. En effet, il est primordial que les futurs enseignants soient aptes à rédiger et expliciter de manière pédagogique et détaillée un raisonnement, en s'appuyant éventuellement sur un schéma légendé, en utilisant un vocabulaire précis, des notations claires, et une expression française correcte d'un point de vue orthographique et grammatical.

Questions fondamentales

L'épreuve de problème focalise plus sur la possibilité des candidats à mettre en place un raisonnement scientifique en s'aidant éventuellement des ressources mises à disposition sur différents thèmes. Mais de par la progressivité des questions présentes dans chaque partie du problème, il permet aussi d'évaluer chez les candidats leur niveau de maîtrise des savoirs et savoir-faire développés au moins jusqu'au niveau L3 sous formes de questions considérées comme fondamentales. Ces questions pouvaient être une restitution directe de règle ou de définition (sur l'électronégativité par exemple), leur application simple dans un cas donné (réalisation d'un diagramme d'OM de molécule diatomique) ou la réalisation d'un raisonnement suivi ou non d'un calcul réalisable à un niveau licence (calcul d'un pH, bilan thermodynamique d'une combustion).

On dénombre 17 questions fondamentales sur les 69 questions du sujet soit à peu près un quart. En termes de points, cela correspond à 22 % du total. Un tiers des candidats ont obtenu moins de 20 % des points des questions fondamentales alors que 17 % ont eu plus de la moitié des points à ces questions. Les questions fondamentales présentes en début du sujet ont plus été traitées et plus réussies.



Analyse qualitative des réponses aux questions

Cette section du rapport est consacrée à des commentaires plus particuliers sur le traitement des questions posées dans les différentes parties du problème.

Partie I. Cette partie porte sur la synthèse des « blocs » inorganiques et organiques qui constituent le MOF ainsi que la formation du réseau hybride.

Une première sous-partie aborde principalement le concept d'électronégativité développé au niveau L1-L2 ou équivalent, plus extrapolée à un niveau supérieur avec le modèle des charges partielles.

Les erreurs fréquemment rencontrées (et donc à éviter) sont : proposer une unité pour l'électronégativité ; écrire des équations de réaction sans préciser l'état physique des constituants ; assimiler le nombre d'atomes de carbone et le nombre de liaison C-C dans un alcane ; faire la confusion entre géométrie VSEPR et géométrie de la molécule ; poser des hypothèses de calcul de pH sans les vérifier par la suite ; oublier la charge globale d'un complexe dans la notation de celui-ci.

Par ailleurs, il faut faire attention à la différence de définitions entre affinité chimique et attachement électronique et à positionner correctement en énergie les OA de départ pour la formation d'un diagramme d'OM en considérant les électronégativités des atomes considérés.

La seconde sous-partie aborde la synthèse de l'acide téréphtalique. Cette sous-partie non calculatoire questionnait sur l'économie d'atome (dont la définition semble peu maîtrisée) et des aspects généraux de génie chimique et catalyse.

Les points de vigilance à retenir sont qu'un catalyseur joue sur la cinétique d'une réaction et non sur l'état de l'équilibre final et que le digramme d'OM du dioxygène est non corrélé. Les conditions de substitution électrophile aromatique sont globalement mal maîtrisées.

La dernière sous-partie aborde la formation du réseau hybride et sa composition analysée par thermogravimétrie. La capacité à connaître les produits d'une combustion en atmosphère oxydante (sous O₂) et à ajuster correctement les équations correspondant à ces réactions était acquise minoritairement parmi les candidats.

Partie II. Cette partie porte sur la caractérisation structurale de solide MOF en s'appuyant d'une part sur des connaissances de niveau L1-L2 ou équivalent et d'autre part sur une annexe résumant les principaux outils de la cristallographie descriptive. L'utilisation raisonnée de l'annexe permettait de répondre à une grande majorité de questions de la partie.

En dehors du caractère très technique de cette partie, les points de vigilances sont les suivants : la loi de Bragg doit être connue et tous les termes détaillés en s'appuyant sur un schéma permettant clairement de les définir (particulièrement pour « l'angle de diffraction ») ; les formules pour les calculs de masses volumiques sont connues mais de nombreuses erreurs de calculs ont conduit à des résultats faux.

Partie III. Cette dernière partie porte sur la mesure de la porosité des MOF et leur utilisation dans le stockage du CO₂.

La première sous-partie part du modèle de Langmuir développé en annexe pour établir le modèle BET qui envisage l'adsorption en multicouche d'un gaz sur une surface solide. Cette partie assez calculatoire demandait une rigueur quant à la réalisation des développements mathématiques. Ces questions ont été plutôt bien traitées par les candidats qui les ont abordées. Cependant la différence entre l'adsorption de molécules sur le solide ou sur une couche de gaz déjà condensée a posé un problème conceptuel à de nombreux candidats.

La seconde sous-partie sur l'insertion importante et sélective de CO₂ dans la porosité d'un MOF n'a que peu été traitée (moins de 50 % des candidats et la majorité de ceux-ci pour une question seulement) mais souvent avec réussite. Le seul point de vigilance sur cette partie est l'utilisation des bonnes unités dans l'équation des gaz parfaits.

D'un point de vue plus général, le jury attend encore plus de rigueur dans les développements mathématiques, de clarté dans les notations utilisées et de commentaires des résultats obtenus en regard des connaissances du candidat ou des données fournies par l'énoncé.

Pour conclure, le jury rappelle qu'il n'attend pas qu'une réponse soit donnée à une question avant d'avoir le droit de traiter la suivante : il est possible d'aller chercher des questions abordables dans tout le sujet. Pour autant, il est souhaitable que les réponses aux questions apparaissent à peu près dans l'ordre dans la copie quitte à laisser des pages blanches en cours d'épreuve.

LES ÉPREUVES D'ADMISSION

Le nombre de candidats admissibles étaient de **76**, mais 16 candidats ne se sont pas présentés.

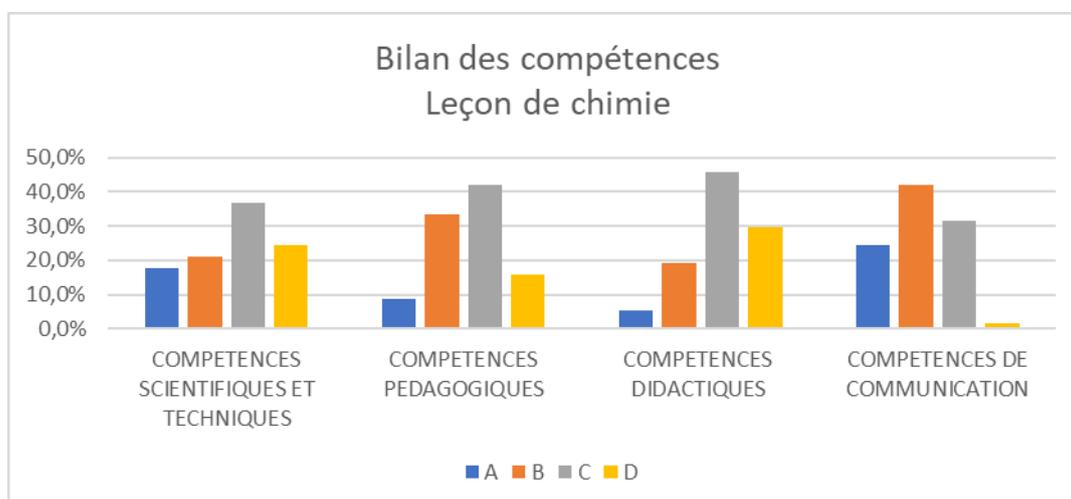
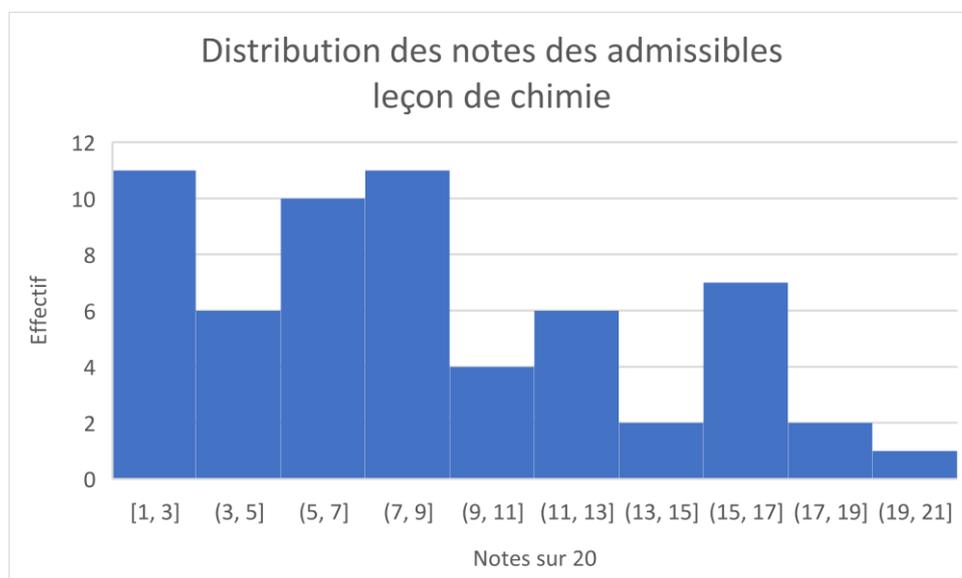
Cette année 2023, le nombre de candidats admis sur liste principale est de **41**, soit **54 %** des candidats admissibles. Et un candidat est inscrit sur liste complémentaire.

Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie »

L'épreuve de la « leçon de chimie » comporte un exposé de 40 minutes maximum suivi d'un entretien d'une durée de 40 minutes également.

Quelques statistiques

Moyenne des candidats admis	11,15
Ecart-type	4,41
Min	3,00
Max	20,00



Le sujet de l'épreuve de leçon, qui s'inscrit dans un des douze domaines publiés, est constitué d'un thème précisant le cadre du sujet et d'un élément imposé qui doit faire l'objet d'un développement scientifique post-bac.

Introduction pédagogique

La présentation du candidat débute par une introduction pédagogique à destination du jury d'une durée maximale de cinq minutes au cours de laquelle le candidat expose le périmètre de sa leçon et explicite les choix didactiques qu'il a été amené à faire. Les choix effectués par le candidat au sujet du traitement de l'élément imposé doivent apparaître clairement dès l'introduction pédagogique.

Les buts de cette introduction pédagogique, bien cernés par les meilleurs candidats, visent à présenter le choix de niveau auquel la leçon est traitée, le positionnement de celle-ci dans le cadre d'une séquence plus large, les objectifs fixés par le candidat en termes d'apprentissage et les difficultés éventuelles de compréhension ou de représentation auxquelles les étudiants peuvent se retrouver confrontés.

Dans le cadre d'un recrutement de professeurs agrégés, le jury attend des candidats un repérage relativement fin des difficultés potentielles des étudiants dans l'apprentissage des notions en jeu, en évitant des considérations trop vagues telles que la difficulté générale du thème de la leçon ou encore des difficultés dans la réalisation de calculs.

Afin de positionner le niveau de la leçon de manière réaliste, les candidats sont invités à prendre connaissance des programmes de lycée (voie générale et voie technologique : STL, STI2D, ST2S), de classes préparatoires, de BTS (notamment Métiers de la Chimie) ou encore de certaines licences. En effet, les candidats se présentent à un recrutement professionnel qui les amènera probablement à exercer dans l'une de ces formations.

Le fait de préciser dans l'introduction quels concepts peuvent être étudiés avant ou après la leçon dans le cadre d'une séquence, ou quelles activités (travaux dirigés ou travaux pratiques) peuvent être proposées en lien avec le contenu de la leçon permet d'éclairer le jury sur la réflexion pédagogique et didactique du candidat. Il est cependant indispensable d'être capable de justifier précisément ces choix lors de l'entretien et d'en préciser, à la demande du jury, certains contours de manière réaliste et éco-responsable (expériences proposées en travaux pratiques, activités proposées en travaux dirigés).

Traitement de la leçon

Le jury tient tout d'abord à reconnaître l'effort fait par la plupart des candidats pour se conformer au thème du sujet et à l'élément imposé. Très peu de leçons hors-sujet sont à déplorer.

Le contenu scientifique de la leçon doit correspondre à des enseignements classiques de chimie de niveau post-bac (licence ou CPGE essentiellement) et se placer dans le contexte décrit par le sujet.

Le développement de ce contenu doit être réalisé en s'adressant à des étudiants fictifs et non au jury. Les choix effectués par le candidat pour ce contenu doivent montrer sa capacité à développer un raisonnement, à construire un modèle et à en connaître les limites, à disposer de repères quantitatifs (valeurs expérimentales ou ordres de grandeurs) voire historiques, en évitant de faire une leçon type « leçon de choses ».

Le candidat est libre de consacrer l'ensemble de la leçon ou seulement une partie à la présentation de l'élément imposé. Bien qu'il faille généralement éviter d'en faire un traitement exhaustif, le développement scientifique de cet élément devra être suffisamment riche et être abordé de manière rigoureuse. Par ailleurs, les autres concepts, éventuellement présentés dans la leçon, doivent être clairement liés à l'élément imposé de telle sorte que l'ensemble présente une cohérence didactique, pédagogique et scientifique.

La leçon présentée, bien qu'elle s'adresse à des étudiants fictifs, doit cependant être représentative d'un cours réaliste destiné à des étudiants. Elle s'inscrit dans une séquence, avec un avant et un après, ce qui rend inutile, voire parfois contre-productif, un traitement intégral du thème dans le temps imparti. À l'opposé le jury a peu apprécié les quelques candidats qui ont placé toutes les difficultés conceptuelles en prérequis et ont présenté une leçon d'une durée très inférieure au temps disponible, donnant ainsi l'impression de fuir la difficulté. Un équilibre doit être trouvé.

Le choix des concepts présentés et de leur articulation doit correspondre aux objectifs présentés dans l'introduction pédagogique. Les candidats sont invités à s'interroger sur le message fondamental qu'ils souhaitent transmettre au travers de leur leçon et à veiller à ce que le développement proposé permette sa transmission. Ce message essentiel pourra être rappelé dans la conclusion. De plus, lorsque des difficultés pour les élèves ont été identifiées en introduction, le jury s'attend à ce que les candidats y portent une attention particulière lors de l'élaboration et de la présentation de la leçon, ce qui est rarement le cas.

Il est également à signaler que toute leçon doit s'accompagner d'un plan, construit sur des parties liées de manière logique et explicite et, bien entendu, en relation avec l'élément imposé. Il doit apparaître explicitement lors de la présentation et pas seulement en introduction. Pour construire ce plan, les candidats sont invités à s'interroger sur le message qu'ils veulent transmettre à travers chaque partie. Le jury incite les candidats à faire des choix didactiques sur les notions présentées afin d'éviter l'aspect catalogue.

Le jury préfère une proposition originale et personnelle, adaptée au thème et à l'élément imposé, plutôt qu'une leçon standard qui peut convenir à plusieurs thèmes avec une simple évocation de l'élément imposé.

Ressources et supports utilisés

Pour cette session 2023, les candidats ont eu accès à internet pendant toute la durée de la préparation et de la présentation. D'autre part, une bibliothèque est à leur disposition. De nombreux candidats citent les références des ouvrages et sites utilisés, ce qui permet d'éclairer le jury sur le travail présenté. Lors de l'entretien, il peut être demandé de justifier les choix des ressources. Enfin, il est attendu d'un futur enseignant qu'il soit capable d'exercer un regard critique sur les ressources utilisées, en particulier lorsqu'il s'agit de sites internet sans référence aux auteurs des documents ou au contexte de leur publication.

Les candidats ont aussi à disposition des dispositifs de capture d'images (appareil photographique et/ou visionneuse reliée au vidéoprojecteur) leur permettant d'extraire ou de montrer des images ou des extraits de livres par exemple, ou leurs propres écrits réalisés pendant le temps de préparation.

D'autre part, le jury encourage les candidats à continuer d'illustrer leur exposé avec des vidéos, photos et animations, et il les invite à faire davantage appel à des programmes rédigés en langage Python, à des logiciels de simulation ou de visualisation, ainsi qu'à des modèles moléculaires et cristallins.

En ce qui concerne les vidéos, il s'agit bien sûr de privilégier une visualisation de courte durée qui n'empiète pas excessivement sur le développement de la leçon. Si un document n'est pas exactement adapté au public visé alors qu'aucun autre plus adapté n'a été trouvé, le candidat doit pouvoir expliciter les modifications qu'il envisagerait lors de son utilisation avec des étudiants.

L'utilisation pertinente et variée de ces ressources ainsi que des divers supports de présentation disponibles (diaporama, tableau, explications orales) est un élément important dans l'évaluation des compétences pédagogiques et de communication des candidats. Si un développement au tableau, sans s'appuyer excessivement sur ses notes, est indispensable à la fois pour des raisons pédagogiques et pour montrer la maîtrise des concepts et notations scientifiques, l'utilisation complémentaire de supports d'autre nature (vidéoprojection, modèles, vidéo) permet souvent de compléter le message.

Dans la gestion de ces supports de communication, les candidats sont également invités à s'interroger sur les notions qui ne sont évoquées qu'à l'oral avec les étudiants, et sur celles qui font l'objet d'un développement écrit, en adéquation avec les messages essentiels identifiés pour la leçon.

Cette année 2023, le jury a peu apprécié l'insincérité de quelques candidats utilisant (quasi) intégralement des documents ou des supports de présentation récupérés d'internet tout en assurant au jury les avoir conçus eux-mêmes pendant le temps de préparation. Cela questionne sur l'éthique des candidats dans le recrutement de professeurs fonctionnaires de l'État.

Quelques remarques sur le contenu scientifique des leçons

Le jury souhaite ici mentionner quelques erreurs ou insuffisances dans les aspects scientifiques des leçons présentées. Ces remarques ne sont pas exhaustives et sont nécessairement liées aux sujets des leçons correspondantes.

- De nombreux candidats manquent encore de rigueur dans le vocabulaire employé, en particulier dans la distinction des échelles microscopique et macroscopique ou entre les observations expérimentales et les résultats issus de modèles. La distinction entre des méthodes qualitatives et quantitatives est mal maîtrisée (le fait de faire un calcul ne suffit pas pour définir une méthode quantitative). On note ainsi des confusions très fréquentes entre molécule et espèce chimique, réaction et transformation, entre métal et élément métallique, stéréosélectivité et stéréospécificité... La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie² publié lors de la réforme du lycée de 2019 est recommandée pour développer rigueur et justesse pour décrire les systèmes chimiques et leurs transformations aux différentes échelles.
- Les leçons de thermodynamique ont montré une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : définition précise du système, rigueur dans les définitions et les notations, connaissance des lois importantes et de leur démonstration. Un traitement très formel de ces leçons, sans articulation avec des exemples authentiques, précisément exploités, avec des valeurs numériques ou des données expérimentales, a souvent nuit à la qualité du message visé.
- En électrochimie, les notions d'électrode et de potentiel d'électrode ne sont pas maîtrisées avec suffisamment de précision et des confusions sont observées dans la description du fonctionnement des piles : courant nul ou non nul, rôle du pont salin, résistance interne. Les aspects expérimentaux sont mal connus des candidats. Le tracé et l'interprétation de courbes courant-potentiel est une difficulté pour de trop nombreux candidats.
- L'utilisation de notations génériques des molécules (« R »), si elle permet d'alléger des mécanismes ou des calculs, doit rester limitée : il est souhaitable, dès que c'est possible, de s'appuyer sur des exemples authentiques. Ceci est également vrai dans le domaine de la chimie du vivant, dans lequel les exemples exploités ont singulièrement manqué.
- De la rigueur et de la réflexion sont attendues dans le formalisme d'écriture des réactions (schéma de synthèse, équation de réaction ajustée, mécanisme réactionnel...) : on ne peut passer de l'un à l'autre ni utiliser différents types de représentations sans aucune différenciation.

Remarques sur l'entretien

L'entretien qui suit la présentation, d'une durée de 40 minutes, est divisé en trois parties :

²https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19_Lycees_GT_2-1-T_PHYCHI_Glossaire-programmes-chimie_1172334.pdf

- la première partie permet de revenir sur le contenu scientifique de la leçon. Le jury, en se fondant sur ce contenu, peut proposer de revenir sur d'éventuelles erreurs ou imprécisions, de développer une démonstration, de donner un exemple précis pour compléter l'exposé. Il peut chercher à évaluer la maîtrise scientifique du candidat à un niveau éventuellement plus élevé que celui choisi pour la présentation.
- la deuxième partie a pour but de compléter l'évaluation des compétences pédagogiques du candidat (« comment enseigner ») : le jury peut dans cette partie amener le candidat à préciser la problématique et les objectifs de sa leçon, à résumer les messages fondamentaux, à compléter les explications fournies sur certains points plus délicats, à proposer des exemples complémentaires, à justifier ses choix de ressources bibliographiques et de supports, à justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie, à échanger sur des modalités d'évaluation et d'enseignement dans l'objectif d'assurer l'acquisition des notions par les étudiants.
- la troisième partie est consacrée aux aspects didactiques (« quoi enseigner ») : il peut être proposé au candidat, à partir de son introduction pédagogique, de revenir sur son analyse du périmètre de la leçon, de citer les concepts les plus délicats et de proposer éventuellement des moyens d'accompagner les étudiants dans l'acquisition de ces concepts difficiles. Le jury souhaite une réflexion plus poussée du candidat dans le traitement des difficultés d'étudiants, par exemple en allant plus loin que la simple mention de rappels ou d'une évaluation diagnostique sans incidence sur la suite de la séquence. Le jury amène dans cette phase de l'entretien le candidat à s'éloigner du contenu de la leçon présentée pour étudier l'ensemble de la séquence envisagée : cours précédents et suivants, travaux pratiques et travaux dirigés proposés en lien avec le contenu de la leçon, connaissance des programmes du lycée (général et technologique) et des premières années du supérieur en lien avec les concepts étudiés... Enfin, il peut être demandé au candidat d'envisager un positionnement différent de la leçon, par exemple à un niveau plus élevé ou moins élevé que celui proposé lors de l'exposé, ou dans une autre partie du corpus disciplinaire.

Évaluation

Le jury s'appuie sur une grille d'évaluation afin de noter la prestation des candidats.

Y sont évaluées les compétences suivantes :

Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (dans le cours de la leçon ou lors de l'entretien)
Compétences scientifiques et techniques	Disposer de l'ensemble des connaissances fondamentales au niveau post-bac (licence, CPGE, BTS) ; Réaliser des développements théoriques rigoureux, Effectuer une analyse critique des modèles, à partir des hypothèses sous-jacentes et de la confrontation de leurs résultats avec la réalité ; Connaître quelques ordres de grandeurs et/ou des applications.
Compétences pédagogiques (« Comment enseigner ? »)	Proposer une problématique scientifique ; Structurer son exposé ; Dégager et transmettre les messages fondamentaux et cohérents dans le cadre du titre et des choix effectués ; Contextualiser son étude à partir de situations réelles et l'illustrer avec des exemples appropriés (expériences, animations numériques, vidéos, etc.) ; Effectuer une synthèse précise et concise pour dégager les notions essentielles ; Prendre du recul par rapport aux ressources.

Compétences didactiques (« Quoi enseigner ? »)	Analyser le titre du sujet, identifier son périmètre, effectuer des choix pertinents, notamment dans le cadre d'un sujet ouvert, en évitant tout catalogue et en ne recherchant pas systématiquement l'exhaustivité ; Identifier les concepts les plus délicats ; Disposer de repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat.
Compétences de communication	À l'écrit : utilisation du tableau, lisibilité, orthographe, syntaxe. À l'oral : langue française, langages scientifiques et mathématiques. Interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue).

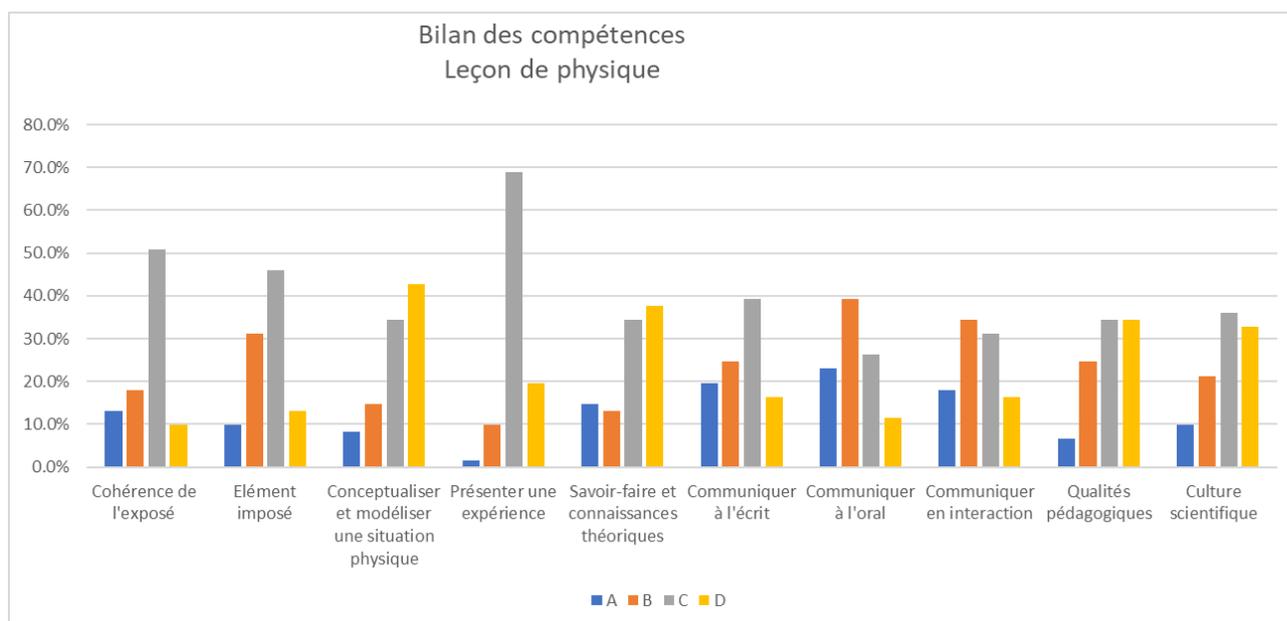
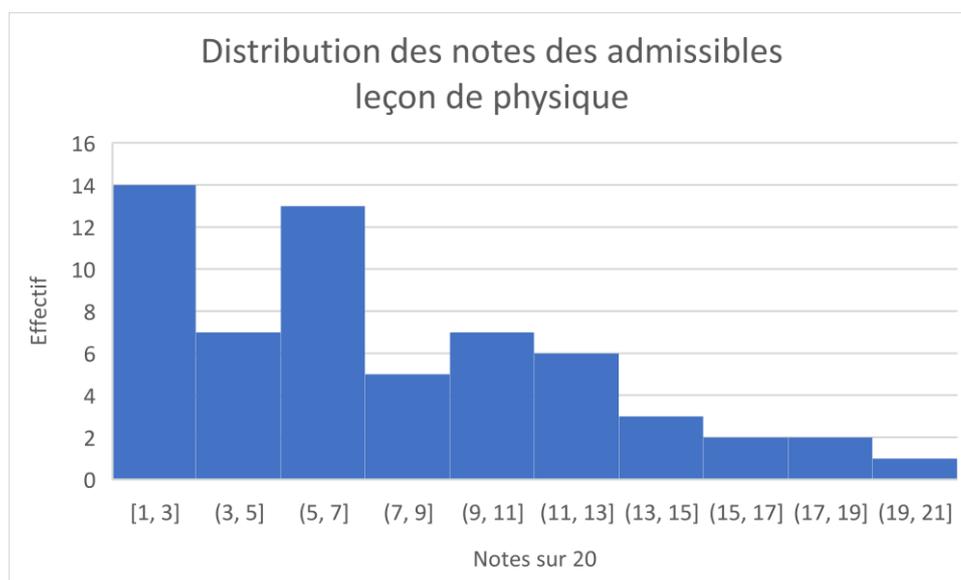
Le jury tient à féliciter les candidats qui ont su proposer **de manière authentique** des leçons pertinentes et **personnelles**, montrant leur maîtrise des concepts scientifiques mais aussi la qualité de leurs réflexions et leur prise de recul sur les aspects pédagogiques et didactiques.

Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »

L'épreuve de la « leçon de physique » se compose d'un exposé de 40 minutes maximum suivi d'un entretien d'une durée maximale de 40 minutes au cours duquel environ 5 minutes sont consacrées à une question relevant du domaine des valeurs de la République.

Quelques statistiques

Moyenne des candidats admis	9,51
Ecart-type	4,35
Min	3,00
Max	20,00



Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport. Ils intègrent également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la

leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents par rapport à cet élément imposé sans perdre de vue la thématique indiquée dans le titre de la leçon. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil conducteur de l'exposé. Lors de sa leçon, le candidat fait appel à des contextes ou à des applications qui motivent et donnent du sens et de l'intérêt à la leçon ainsi qu'à une ou plusieurs expériences, exploitées quantitativement, et des illustrations qui enrichissent l'exposé.

La leçon permet d'évaluer le candidat sur :

- sa maîtrise des concepts, des modèles et des lois de la discipline ;
- sa capacité à illustrer et à expliciter le formalisme utilisé par une reformulation en langage courant sans renoncer à la rigueur scientifique ;
- son recul sur le sujet traité et sa culture scientifique ;
- sa capacité à faire des ponts entre les différents champs de la discipline ;
- son aisance dans l'usage des outils mathématiques et la conduite des calculs ;
- sa préoccupation à identifier les obstacles que pourrait rencontrer quelqu'un qui découvre les notions abordées ;
- sa capacité à choisir, conduire et exploiter des expériences ;
- sa capacité à motiver le choix des sources bibliographiques et à porter un regard critique sur les documents présentés.

Le candidat doit faire appel à des expériences authentiques qui doivent être accompagnées d'une analyse poussée des incertitudes de mesures, expériences qui pourront éventuellement être complétées par des simulations. Le traitement numérique des données et/ou des résultats est attendu.

Les sujets des leçons peuvent porter sur le cycle terminal des classes de lycée ou sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet. Les titres des leçons sont ouverts afin de ne pas limiter l'exposé à une seule année d'enseignement mais pour permettre de le centrer sur un niveau (ou cycle) : secondaire (premières et terminales des lycées généraux et technologiques) ou supérieur (les deux premières années de l'enseignement supérieur). Cette ouverture vise à éviter l'enfermement sur un point de programme précis issu du Bulletin Officiel, de telle sorte que le candidat puisse déborder, si nécessaire, de part et d'autre du niveau auquel il se place. Le niveau (secondaire ou supérieur) est, quant à lui, imposé mais le candidat peut faire un rappel des connaissances antérieures (de lycée dans le cas d'un exposé de niveau enseignement supérieur) ou insérer un court prolongement relevant du supérieur dans le cas d'un exposé de niveau secondaire. Ce rappel ne doit cependant pas se substituer à la leçon présentée.

L'exposé débute par une présentation argumentée du périmètre de la leçon explicitant les choix effectués, le niveau concerné, les prérequis, les objectifs visés en termes d'apprentissage, les notions délicates que les élèves et les étudiants peuvent rencontrer ainsi que les choix didactiques et pédagogiques réalisés pour contribuer à leur appropriation et enfin les prolongements éventuels. Cette introduction, s'adresse à des professionnels de l'enseignement, et doit rester brève. Le reste du temps est dévolu à la présentation de la leçon en tant que telle, celle-ci débutant par l'énoncé obligatoire d'une problématique adossée à une contextualisation, pouvant prendre des formes diverses, à laquelle la leçon s'efforcera de répondre. Dans la perspective de l'échange avec le jury de physique, ce dernier recommande que le tableau ne soit effacé qu'à minima par le candidat durant la leçon.

À l'issue de l'exposé, l'entretien est l'occasion d'un échange entre le candidat et le jury, qui permet de revenir sur certains points notamment les choix pédagogiques, les connaissances scientifiques, le choix des ressources et plus globalement toutes les sources sur lesquelles le candidat s'est basé pour construire sa leçon, y compris numériques. Depuis la session 2019, les candidats peuvent utiliser, en plus des ouvrages de la bibliothèque, toute ressource internet en accès libre en dehors de tout forum de discussion, de toute

messagerie et de tout site avec accès restreint. Cette ouverture a entraîné pour le jury une attente et une exigence d'autant plus grandes sur le recul des candidats concernant les notions abordées.

Concernant l'accès via internet aux drives, le jury s'est, bien entendu, donné le droit d'aller y constater les contenus. Quelle ne fut pas la stupéfaction de ce dernier de voir certains candidats en reproduire stricto sensu les éléments en ligne (après se les être fait imprimer) et omettre de les citer comme source malgré les questions du jury lors de la phase des échanges. Ce type de comportement est profondément regrettable et interroge sur l'éthique affichée dans le contexte d'un concours de recrutement d'un enseignant, fonctionnaire de l'État devant incarner les valeurs de la République.

En outre, le jury a constaté un effet pervers de l'utilisation de ces drives. En effet, l'accès à une ressource déjà figée et structurée sur le plan académique et didactique fait apparaître cette année 2023, plus que les années précédentes, un manque de maîtrise et de recul de la part des candidats sur les connaissances attendues.

Les candidats sont évalués sur trois champs : scientifique, pédagogique et didactique.

1- *Le champ scientifique* inclut les connaissances et la culture scientifiques, la modélisation et la conceptualisation, les savoir-faire théoriques et les compétences expérimentales.

Globalement, les candidats ont respecté le niveau imposé par le sujet (secondaire ou supérieur) mais n'ont souvent pas manifesté le souci de contextualiser leur exposé. Le jury est très sensible à cette mise en situation et exige que la présentation des notions soit systématiquement adossée à une réelle problématique scientifique servant de fil conducteur. Celle-ci peut prendre la forme d'une question – ou d'un questionnaire – appuyée sur un exemple concret (la contextualisation). Par exemple, une leçon sur les « Régimes transitoires » peut être introduite et guidée par l'étude du fonctionnement d'un stimulateur cardiaque. Si la science vise à répondre à des questions scientifiques que l'on se pose, on attend d'un exposé scientifique qu'une réponse ou des éléments de réponse soient apportés à la question posée en introduction. Toute forme constituant une accroche peut se révéler pertinente et il serait dommage que les candidats s'obligent à ne faire porter leur choix que sur des objets du quotidien ou technologique ; une leçon peut ainsi partir d'un article de recherche ou de revue de vulgarisation, faire appel à l'histoire des sciences ou aux sciences de la nature ou de la vie.

Il convient de bien distinguer la problématique de la leçon trop souvent confondue avec les objectifs. Si la première constitue l'accroche pour en quelque sorte justifier l'étude, les seconds visent les aspects cognitifs et pédagogiques : quels concepts ou lois abordés et quelle maîtrise en est attendue pour le public ciblé.

Il est nécessaire d'illustrer la leçon par des expériences authentiques. Le jury attend un traitement quantitatif d'au moins une expérience, parmi celles présentées, avec discussion pertinente des incertitudes de mesure. Il convient alors de valider ou non la modélisation choisie, de comparer les valeurs obtenues à des valeurs de référence et d'argumenter les incertitudes obtenues en lien avec les attendus du Bulletin Officiel (écart normalisé, incertitudes-types composées...). Il est attendu naturellement que l'expérience sélectionnée soit pertinente dans le cadre de la leçon et à visée formative. Néanmoins, quand le thème de la leçon se prête difficilement à une expérimentation pertinente, le jury suggère de s'appuyer sur des simulations personnelles (python, Monte Carlo etc.) ou des mesures authentiques issues de publications scientifiques, dans ce dernier cas en explicitant bien ses sources comme pour toute démarche scientifique. Le jury regrette que trop souvent, les candidats ne mobilisent pas une démarche rigoureuse de critique et de validation d'un modèle. Par exemple, certains souhaitant éprouver un modèle basé sur une relation linéaire, le font en choisissant une fonction affine pour conclure sur la validité du modèle testé.

Enfin, le jury évalue la culture scientifique du candidat. En particulier, il est sensible à l'importance des liens conceptuels que le candidat peut tisser entre plusieurs domaines dans une approche par analogie (par

exemple, la notion d'équivalence masse-énergie dans les transformations nucléaires et dans les transformations chimiques ou autres liens entre activité nucléaire et cinétique chimique), ainsi qu'aux connaissances du candidat sur l'histoire et l'épistémologie de la discipline (excellent vecteur pour susciter l'intérêt des élèves et leur montrer l'aspect non linéaire de l'élaboration de toute connaissance scientifique).

D'un exposé de ce niveau, il est attendu les points suivants :

- Une explicitation précise des modèles utilisés, des hypothèses associées à ceux-ci et des conditions d'application. Ainsi, il est utile de préciser qu'un système doit être linéaire pour faire appel aux séries de Fourier afin d'interpréter le signal de sortie d'un filtre ou encore d'indiquer pourquoi on utilise un théorème issu de la mécanique du point pour traiter un problème de mécanique du solide, dans quelle(s) condition(s) on peut considérer qu'une force de frottement fluide est proportionnelle à la vitesse, ... D'une manière générale, le jury attend que le candidat soit capable d'effectuer les allers retours entre la situation physique et les modélisations qu'il présente de manière à optimiser la description faite du réel.
- On attend d'un professeur qu'il « chasse l'implicite », source d'incompréhension ou de fausses représentations chez les élèves et donc qu'il précise et justifie avec rigueur la méthode et les modèles utilisés pour étudier un phénomène ou une situation problématisée. Pourquoi, par exemple, effectue-t-on dans telle situation de mécanique une étude énergétique plutôt que dynamique ? Pourquoi se situe-t-on au niveau mésoscopique pour l'étude des phénomènes de diffusion et non à un niveau macroscopique ou microscopique ? Les savoir-faire scientifiques – un calcul développé au tableau, une mesure prise sur un montage – doivent ainsi être explicités.
- Sans rentrer dans les détails des leçons de cette année, le jury tient tout de même à signifier que le rôle et le choix des différents éléments dans un montage doivent être connus et justifiés.

Quelques conseils

La problématique – la question scientifique – posée en début de leçon n'est pas présente uniquement pour satisfaire le jury et répondre à un « cahier des charges ». Elle est le point de départ de l'exposé dont le rôle est d'y apporter une réponse – ou des éléments de réponse. Ceci implique de faire des choix et de ne pas traiter tout le thème dont est issu le sujet ; un candidat dont l'exposé est cohérent et les choix justifiés ne sera pas pénalisé d'avoir limité son étude. De même, le retour sur la problématique en fin d'exposé permet d'élargir le débat. L'élément imposé doit s'insérer de manière cohérente dans le plan. Il doit être traité dans le contexte du niveau de la leçon. Le jury n'attend pas un traitement exhaustif des capacités exigibles présentes dans le Bulletin Officiel.

L'élément imposé a été encore parfois artificiellement rajouté à une présentation déjà travaillée en amont. Le jury pénalise les candidats qui n'y consacrent que les dernières minutes de leur présentation. Sans être obligatoirement le fil conducteur de l'exposé, cet élément imposé doit occuper une part significative de la leçon.

Dans le cas où le thème de la leçon est un pluriel scientifique (oscillations, spectres etc.), le jury n'attend pas nécessairement plusieurs exemples.

Les savoirs enseignés trouvent du sens dans les contextes au sein desquels ils s'appliquent. Le concret donne du sens aux notions présentées, il en montre l'intérêt ne limitant pas les concepts à une seule opération intellectuelle. Raccrocher le plus possible le contenu d'un exposé scientifique au réel par des ordres de grandeur, que l'on peut d'ailleurs discuter, des exemples ou des expériences qualitatives illustratifs, développe à la fois la culture scientifique, montre le champ d'application de la physique et convainc de l'intérêt de l'étude des sciences bien plus qu'un seul exposé purement théorique. Ainsi, les expériences sont à exploiter au maximum, incertitudes comprises, en se posant la question de leur rôle et de leur intérêt au sein de l'exposé.

Souvent la représentation expérimentale d'une réalité complexe, une expérience à but pédagogique, mérite une analyse, une explicitation des hypothèses, la généralisation des résultats obtenus et une discussion.

2- *Le champ pédagogique* englobe la cohérence de l'exposé, la rigueur scientifique de la présentation, les qualités des communications orale, écrite et en interaction avec le jury.

La majorité des candidats ont fait un réel effort pour présenter des exposés cohérents, avec un enthousiasme réel et le souci d'un registre de langue bien adapté au contexte et au sujet traité. Le jury apprécie particulièrement les exposés dynamiques, dans lesquels l'intérêt des notions physiques abordées est clairement dégagé.

Tous les types de support sont utilisés mais le jury incite néanmoins à porter une attention particulière à la lisibilité des documents scannés et/ou projetés (notamment avec un visualiseur ou une flexcam). À noter que le jury n'attend pas spécialement la présence d'un support de présentation de type PowerPoint mais invite le candidat à construire un support personnel, adapté au déroulé de sa leçon. D'autre part, le jury apprécie que le candidat soit capable de se détacher de ses notes lors de sa présentation. Le temps consacré à l'exposé doit être contrôlé et bien minuté.

Quelques conseils

- Dans la leçon, la communication ne se limite pas au « bon usage de la langue » mais doit être comprise au sens des langages. Ainsi, on attend une capacité des candidats à passer d'une forme de langage à une autre (changement de représentation sémiotique) : expliquer avec des mots la signification d'une expression mathématique, son sens, l'éventuelle causalité sous-jacente ou traduire par une représentation formelle une courbe obtenue expérimentalement. On attend d'un professeur qu'il le fasse et, là encore, qu'il l'explique.
- Certains termes, utilisés dans le langage quotidien, prennent parfois un autre sens en physique ou peuvent, selon le champ de la physique abordé, se révéler sources de confusion (amplitude, conservation de la charge en mécanique des fluides ou en électricité, ...). Comme tous les termes relevant du champ scientifique, il importe de les définir avec toute la précision requise.
- Il est indispensable de faire un ou plusieurs schéma(s) représentant les expériences proposées. Le passage d'une situation concrète et réelle à une schématisation exploitable comme support de la réflexion n'est pas toujours simple et mérite soin et attention pour bien définir les grandeurs qui seront utilisées.
- Il est vivement déconseillé d'écrire complètement à l'avance sa leçon au tableau ou sur un diaporama et, ainsi, de se contenter de la commenter devant le jury. Il est attendu d'un candidat qu'il sache développer devant le jury un raisonnement au tableau, éventuellement accompagné d'un schéma ou d'un calcul. L'utilisation de diapositives très chargées en texte nuisent à la qualité pédagogique de la présentation.
- Les objectifs de la leçon sont à identifier clairement. Un bilan sur les concepts ou les lois introduits, les savoir-faire développés, qui seraient à retenir dans une situation de classe réelle, est attendu en fin de leçon ; on ne peut donc que conseiller de se réserver un temps pour sa présentation.
- Le candidat s'adresse dans un exposé à un jury qui joue le rôle d'élèves ou d'étudiants « plutôt doués » et censés comprendre très vite. Le candidat doit prendre en compte ce public et le fait que l'exposé ne s'adresse pas à une classe standard.

- Enfin, de nombreux candidats ont dû être interrompus après avoir dépassé les quarante minutes imparties pour la présentation de leur leçon. Il est important de bien calibrer dans la durée autorisée les contenus présentés de manière à pouvoir conclure correctement.

3- *Le champ didactique* comprend une réflexion sur les situations d'apprentissage, la maîtrise des concepts ainsi que les principaux obstacles à la compréhension.

- Il importe en effet que la structure et le déroulé de la leçon soient en accord avec les démarches propres à la discipline, par exemple en évitant tout dogmatisme, en laissant une place au questionnement ou encore en introduisant les notions par leur intérêt ou par leur nécessité.
- La contextualisation, l'illustration sont toujours préférables à une introduction par des définitions. De même les analogies constituent un outil précieux pour naviguer d'un domaine de la physique à un autre et ainsi transposer des savoir-faire acquis par ailleurs. Leur exploitation montre une unité de forme dans certaines lois et associe des représentations mentales à certaines grandeurs.
- Il n'est pas attendu des candidats une bonne connaissance des difficultés didactiques que rencontrent les élèves ou les étudiants. Néanmoins, le jury souhaite que le candidat porte une attention particulière aux obstacles didactiques qu'il pourrait anticiper. En effet, très souvent, une analyse même sommaire du contenu des savoirs exposés permet d'identifier des difficultés susceptibles de freiner leur compréhension et d'aider ainsi à la construction de l'exposé. Ces obstacles peuvent être liés aux mathématiques utilisées, aux modèles proposés, à leur présentation, aux représentations mentales initiales, aux langages utilisés, au sens des mots dans le contexte, aux notations ...
- *A contrario*, le jury a pénalisé les présentations constituées d'une liste d'activités pédagogiques, présentées très rapidement et non exploitées par la suite. Ce type de contenu n'est pas attendu dans une leçon d'agrégation.
- Le candidat doit s'interroger sur la pertinence des sources utilisées. Il est conseillé de consulter aussi des ouvrages du supérieur lors de la préparation, ce qui permet d'avoir du recul sur les notions abordées.

Évaluation

Le jury s'appuie sur une grille d'évaluation afin de noter la prestation des candidats.

Y sont évalués les éléments suivants :

Thématiques	Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (dans le cours de la leçon ou lors de l'entretien)
Cohérence de l'exposé		Inscrire l'exposé dans une problématique (situation de départ) pertinente. Adapter le niveau de l'exposé au public visé. Assurer une cohérence interne dans le déroulé de l'exposé et arriver jusqu'à une réponse à la problématique de départ.
Élément imposé		Présence significative de l'élément imposé dans la leçon et insertion de manière pertinente.
Démarche scientifique	Conceptualiser et modéliser une situation physique	Modéliser une situation de physique. Conceptualiser : aller du contexte au concept (décontextualiser), éventuellement recontextualiser dans une autre situation, énoncer formellement des lois, définir des grandeurs.
	Présenter une expérience	Présenter une expérience même éventuellement numérique, choix du matériel, pertinence au regard des objectifs. Savoir-

	Savoir-faire et connaissances théoriques	faire théorique : calcul littéral, analyse dimensionnelle ...
Pédagogie	Communiquer à l'écrit	À l'écrit : utilisation du tableau, lisibilité, orthographe, syntaxe, justesse et homogénéité des formules écrites.
	Communiquer à l'oral	À l'oral : langue française, langages scientifiques et mathématiques, passage d'une forme de langage à une autre (graphique ou expression formelle vers la langue française et réciproquement, ...)
	Communiquer en interaction	En interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue, ...)
	Autres éléments de pédagogie (obstacles didactiques, ...)	Identifier des obstacles didactiques (sans pour autant avoir une réflexion approfondie sur la façon dont ils pourraient être levés). Identifier des difficultés conceptuelles. Capacité à synthétiser un exposé : citer les résultats scientifiques fondamentaux de l'exposé.
Culture scientifique		Posséder une culture scientifique en termes de savoirs (prolongements et domaines connexes au champ présenté, applications, implications, ...) sans pour autant attendre une érudition. Adopter une posture qui laisse la place au doute : capacité à remettre en cause ses propres affirmations, celles des sources et ressources, regard critique... Mettre en perspective des résultats, des modèles, des choix. Maîtrise des ordres de grandeur.

Cette grille avec ses exemples d'éléments d'appréciation est indicative et elle peut évoluer d'une année sur l'autre.

En conclusion, l'effort de préparation des candidats admissibles au nouveau format des leçons de physique introduites lors de la session 2018 du concours s'est poursuivi pour cette session. L'introduction de l'élément imposé lors de la session 2020 a permis de diversifier les présentations proposées.

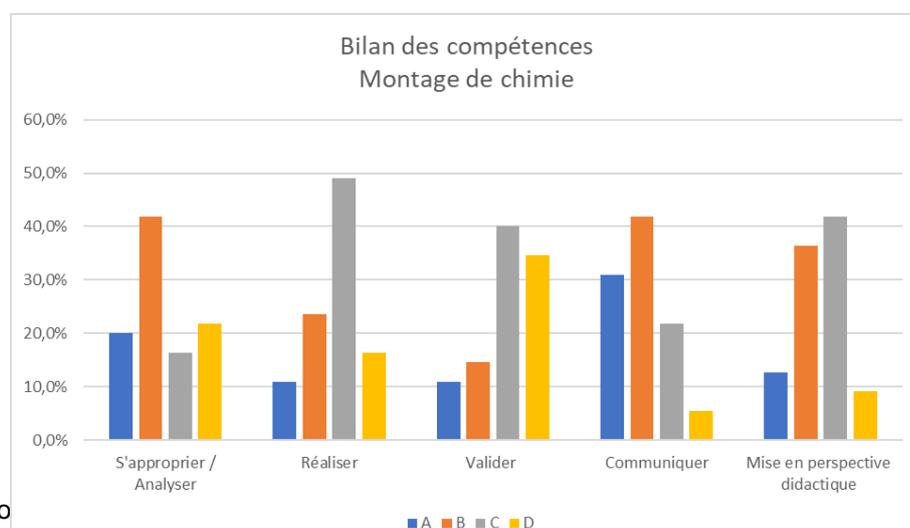
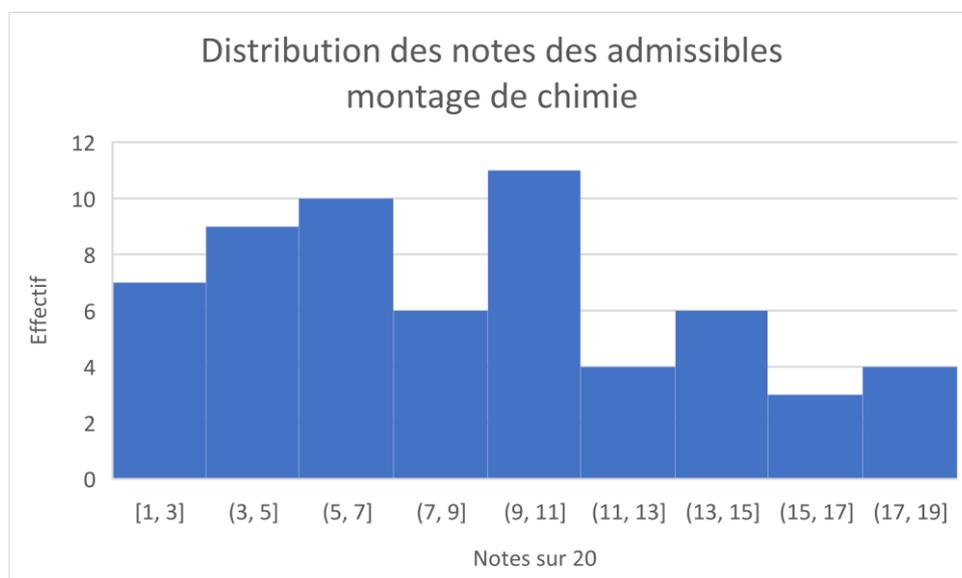
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie »

Pour cette session 2023, l'épreuve « montage de chimie » a été dans la continuité de la formule mise en place l'année précédente. Le contour de l'épreuve s'appuie sur deux éléments constitutifs du sujet que les candidats se doivent de traiter dans leur ensemble :

- l'élément libre, défini par un thème qui circonscrit le travail du candidat à l'intérieur de l'un des neuf domaines publiés de chimie expérimentale ;
- l'élément imposé, consistant en un protocole expérimental proposé par le jury, sans lien nécessairement avec l'élément libre, et que les candidats réalisent intégralement sans assistance technique directe.

Quelques statistiques

Moyenne des candidats admis	10,76
Ecart-type	4,43
Min	3,00
Max	19,00



Cette épreuve aborde de manière tangible certaines notions du cours, à développer par la pratique expérimentale des élèves, et à illustrer de manière tangible certaines notions du cours, à développer par la pratique expérimentale des élèves, et à instaurer

une démarche scientifique et un recul réflexif au regard des espèces chimiques, des techniques et des modèles utilisés.

Objectifs du montage de chimie

L'épreuve de montage consiste en l'illustration et la validation expérimentales des grands concepts de la chimie. Elle s'attache également à mettre en exergue la maîtrise expérimentale des candidats et leur aptitude à resituer, notamment pour l'élément imposé, le contour des expériences présentées dans un cadre didactique. Elle se déroule sous la forme d'une restitution orale des expériences préalablement menées durant le temps de préparation, directement au travers d'un échange avec le jury.

Cette épreuve a pour objectifs d'évaluer chez les candidats un certain nombre de compétences dont les principales observables apparaissent dans la grille d'évaluation reproduite plus loin.

Modalités du montage de chimie

L'épreuve de montage, d'une durée maximale de 1h20, est précédée d'une préparation de quatre heures en laboratoire avec l'appui d'une équipe technique.

Cette épreuve n'a pas à apparaître comme la simple juxtaposition de manipulations, mais doit s'appuyer sur une construction didactique structurée et hiérarchisée.

Pour ce qui est de l'élément libre, une analyse en profondeur, liée au contexte précisé par l'intitulé du domaine et du thème retenus est attendue par le jury et ne doit pas se borner à une description superficielle des faits expérimentaux. Quant à l'élément imposé, le jury attend une lecture et une réalisation critiques, ainsi qu'une contextualisation du protocole distribué.

Préparation

Les candidats reçoivent un sujet unique, constitué d'un élément libre et d'un élément imposé. Pendant les quatre heures dont ils disposent, il leur faut :

- *illustrer l'élément libre*, en sélectionnant et en menant avec l'aide du personnel technique des manipulations pertinentes et non redondantes d'un point de vue technique et instrumental, en accord avec le domaine et le thème qui s'y rattachent ;
- *réaliser l'élément imposé de manière autonome*, après avoir éventuellement fait des choix ou des améliorations personnelles par rapport au protocole proposé. Cet élément imposé se présente sous la forme d'un protocole rédigé en français ou en anglais (dans ce cas-là, une traduction est également proposée), extrait d'ouvrages publiés, de revues ou d'expériences réalisées au sein de classes.

Afin de pouvoir présenter les résultats expérimentaux de façon complète et interagir de manière approfondie avec le jury, un objectif de trois manipulations significatives (deux pour l'élément libre en complément de l'élément imposé), comportant des analyses quantitatives et en nombre suffisant, semble raisonnable.

Les candidats disposent pour cela d'un accès à la bibliothèque et pour cette année 2023, d'un accès à internet libre pour tous les sites internet non protégés par mot de passe et en dehors de tout forum de discussion, de toute messagerie et de tout site avec accès restreint. Il est recommandé, pour l'élément imposé, de se procurer l'intégralité du document, grâce à la référence fournie.

Les candidats bénéficient de l'appui d'une équipe technique performante à laquelle ils fournissent les protocoles opératoires détaillés (obligatoirement traduits en français pour des sources en langue étrangère), ainsi que la liste du matériel et des produits requis. Ils peuvent également faire appel à l'aide de l'équipe technique, dans le plus grand des respects, pour conduire les manipulations, hors élément imposé, à condition

de fournir des consignes claires et précises. L'échec d'une manipulation doit interroger les candidats sur leur compréhension du mode opératoire, la précision des consignes transmises à l'équipe technique, la pollution accidentelle de réactifs ou la défectuosité exceptionnelle du matériel.

Les consignes relatives à la sécurité doivent également être clairement détaillées pour éviter de mettre en danger le personnel, tandis que l'utilisation de produits chimiques connus pour leur carcinogénicité ou plus globalement leur dangerosité avérée doit être prohibée. Le jury apprécie le remplacement d'un solvant dont la toxicité est avérée par un solvant de propriétés similaires non toxique.

Il est attendu des candidats la prise en main intégrale de l'élément imposé, de sa réalisation, au tracé des courbes si requis, jusqu'à l'exploitation des données. Seules les réalisations de spectres de RMN, Infra-rouge et les analyses par chromatographie en phase gazeuse pourront être demandées à l'équipe technique.

Pendant la préparation, il est impératif que les candidats interagissent continûment avec l'équipe technique sur l'ensemble des manipulations relatives à l'élément libre afin d'en maîtriser le contour et les difficultés éventuelles qui auraient émergé. Durant ce temps de préparation, les candidats doivent s'efforcer autant que possible d'interpréter et de quantifier les résultats expérimentaux de l'ensemble de leurs manipulations afin d'aller au-delà d'une description linéaire de gestes ou de faits lors de la restitution orale. Le cas échéant, si l'exploitation de l'expérience n'a pu être menée jusqu'à son terme, les candidats peuvent tout à fait la réaliser devant le jury, lors de la restitution orale.

La conduite d'une expérience se doit d'être bien réfléchi au regard de la présentation qui en sera faite devant le jury. Les candidats doivent anticiper l'ordre des expériences présentées et la manière de les exposer (par exemple, expérience entière ou seulement une ou plusieurs de ses étapes) et ainsi le matériel à avoir à disposition en conséquence. Ils sont également invités à identifier les étapes importantes de l'expérience ainsi qu'une variété de gestes et d'opérations techniques qui serviront de socle à leur présentation orale (par exemple, inutile de démultiplier des opérations de titrage exploitant la même technique, des opérations de pipetage, des mesures de température de fusion ou encore des extractions liquide-liquide, ou d'effectuer des mesures qui n'apportent aucune contribution scientifique ou réflexive aux courbes déjà tracées).

Les expériences tant de l'élément libre que de l'élément imposé doivent être écrites au tableau (titre des expériences, équations de réactions clés, références bibliographique sommaires, objectifs poursuivis). Il est également judicieux de consigner sur une feuille à côté de chaque expérience, les données importantes ainsi que les équations des réactions modélisant les transformations présentées et les éventuelles relations mathématiques utilisées pour l'analyse des résultats. Les candidats peuvent également imprimer (ou stocker dans l'ordinateur) des supports de discussion tels que des diagrammes potentiel-pH, courbes courant-potentiel, diagrammes de phases

Contours de l'élément libre et de l'élément imposé :

Les candidats reçoivent au sein de l'enveloppe du sujet de l'épreuve « montage chimie » un élément libre lié à un thème qui permet de focaliser les notions relatives à un domaine scientifique plus large. Cet élément libre s'accompagne d'un élément imposé, sous la forme d'un protocole rédigé en français ou en anglais, et référencé. Sa longueur peut être variable, et le texte contient ou non des éléments d'exploitation des résultats.

Dans cette épreuve, il est attendu une illustration expérimentale du thème retenu dans le domaine choisi et une appropriation scientifique de l'élément imposé. En conséquence, les concepts n'ont pas à être démontrés ; en revanche, le contenu sur lequel reposent les expériences réalisées doit néanmoins être dominé par les candidats.

Choix des manipulations de l'élément libre

Les candidats sont libres de choisir les expériences en relation avec le domaine et le thème précisés. Le jury n'a aucune idée préconçue quant à la nature des expériences à réaliser. Il estime que deux expériences quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées, abouties et exploitées complètement, constituent un objectif raisonnable pour permettre un échange continu avec le jury (présenter trois expériences en plus de l'élément imposé s'est généralement avéré un mauvais calcul car la course contre le montre que ce choix entraîne a fortement impacté l'interaction avec le jury). Ces manipulations doivent s'inscrire dans un exposé structuré, suivant un fil directeur judicieux et intégrer une dimension économique, environnementale, sociétale et/ou industrielle quand elle s'y prête.

Le jury apprécie les efforts des candidats cherchant à diversifier les domaines et les techniques abordés. Autant que possible, il est attendu une quantité raisonnée des réactifs utilisés, notamment lorsqu'ils sont coûteux, sans pour autant que le bon déroulement de l'expérience et son exposé devant le jury en soient impactés, par exemple : quantité suffisante pour conduire une purification (distillation, recristallisation), concentrations des solutions adaptées aux titrages et à la sensibilité des techniques utilisées pour conduire à une bonne précision.

Réalisation de l'élément imposé

Les candidats ont en charge de réaliser sous leur seule responsabilité l'élément imposé pouvant regrouper différents types d'expériences (synthèse d'une espèce chimique, détermination de constantes physico-chimiques, détermination de concentrations...), réalisables en deux heures, exploitations incluses. Pour ces expériences généralement simples, ils sont invités à jeter un œil critique sur le protocole, à effectuer des modifications, voire à choisir de ne mettre en œuvre qu'une partie du protocole si cela revêt un sens d'un point de vue didactique. Au-delà de l'exécution de l'expérience qui doit être menée de manière rigoureuse, de la maîtrise du matériel et de l'objet expérimental lui-même, il s'agit d'adopter un regard réflexif, embrassant une dimension scientifique, et didactique, sur l'élément imposé, à l'instar de la posture professionnelle que tout enseignant doit adopter lors de la mise en place d'expériences, souvent fondées sur des protocoles issus d'ouvrages, de revues ou d'autres protocoles de travaux pratiques. Ainsi, les candidats sont invités à s'interroger sur le niveau des élèves auxquels cette expérience pourrait être proposée, sur l'objectif de la séance, et sur les concepts qu'elle pourrait illustrer.

L'élément imposé fait partie intégrante de l'évaluation et sa présentation ne doit pas être reléguée sur les tout derniers moments de la séance d'interrogation. Les candidats doivent veiller à lui accorder un temps suffisant pour sa réalisation expérimentale devant le jury et la discussion didactique qui lui est liée. Même si l'élément imposé ne donne pas les résultats attendus, il faut consacrer un temps suffisant à l'analyse de ce fait et des gestes expérimentaux doivent néanmoins être présentés pour cette manipulation.

Restitution orale

Avant l'entrée du jury dans le laboratoire, le matériel nécessaire doit avoir été rassemblé, les réactifs préparés, les quantités utiles mesurées au préalable. Les candidats doivent avoir réfléchi à une organisation précise pour la présentation de leurs expériences et l'exécution de leurs gestes techniques, qui doivent être nombreux, variés et réalisés dans les règles de l'art devant le jury. Ils peuvent prévoir à l'avance d'interrompre momentanément la présentation d'une manipulation si une autre manipulation doit être juste arrêtée ou démarrée afin de respecter le temps imparti.

Dialogue avec le jury :

Les premières minutes de la présentation visent à préciser :

- les expériences réalisées pour l'élément libre et leur articulation avec le thème,
- la nature de l'élément imposé.

Le jury n'intervient pas pendant cette introduction et laisse également au candidat un temps de plusieurs minutes sans question pour introduire chaque expérience.

Par la suite, il s'instaure un dialogue au cours duquel les candidats décrivent, réalisent, expliquent et interprètent les expériences, sans omettre de resituer l'intérêt didactique des expériences aux regards d'impératifs scientifiques, économiques, sociétaux ou environnementaux. Le jury questionne les candidats afin d'évaluer l'étendue de leur maîtrise technique et scientifique, leur connaissance de la « chimie au quotidien », la pertinence de leurs explications ou des conclusions énoncées, leur compréhension des protocoles expérimentaux, et leur propre implication. Il peut également souhaiter éclaircir des propos qui pourraient laisser subsister une incompréhension. Cet échange permet enfin d'éclairer certains résultats et leur écart par rapport à l'issue attendue, le choix des manipulations, ainsi que les ouvertures et prolongements possibles des expériences présentées. Le jury apprécie alors que les candidats adoptent un point de vue personnel, critique, réfléchi, et détaché d'un discours formaté.

Quelques candidats ont éprouvé des difficultés à manipuler tout en dialoguant avec le jury, en raison souvent d'un manque de maîtrise des notions en jeu et d'un manque d'automatismes sur les gestes expérimentaux. Cela a conduit à un ralentissement de l'avancée de la présentation des expériences, au détriment de la dernière expérience présentée.

Certains candidats ont pu, au cours de l'échange avec le jury, faire preuve d'insincérité en prétextant la création intégrale de programmes en langage Python ou la rédaction exhaustive de protocoles pourtant téléchargés en ligne. Cela a été jugé défavorablement par le jury. Un futur enseignant doit agir de manière éthique et responsable.

Par ailleurs, l'impression de panneaux explicatifs d'expériences non rédigés en préparation sont rapidement identifiés par le jury et ont plutôt tendance à desservir le candidat qui ne maîtrise souvent pas les concepts associés comme le révèle les questions posées sur le sujet.

Le jury apprécie un candidat qui admet humblement ses limites ou qui propose une explication face à des résultats inattendus, plutôt qu'un candidat qui ne se remet guère en question ou conclut une exploitation de manière contradictoire avec ce qui a été observé.

Présentation et exploitation des expériences :

Avant chaque expérience, les candidats doivent brièvement en présenter les objectifs et justifier rapidement leur pertinence vis-à-vis du thème retenu ou du contexte didactique. Il est conseillé d'indiquer clairement en préambule l'équation de la réaction mise en œuvre, de préférence sur le tableau de présentation, ainsi que de reporter de manière lisible toute donnée issue de la littérature nécessaire à l'exploitation des expériences ou enrichissant les échanges (par exemple, diagrammes potentiel-pH ou courbes intensité-potentiel). Le jury apprécie également lorsque le candidat propose spontanément un niveau auquel il pourrait présenter l'expérience qu'il a choisie (ou l'élément imposé) en soulignant éventuellement les difficultés que pourraient rencontrer les étudiants.

L'expérience est ensuite expliquée de façon détaillée en précisant toutes les substances chimiques utilisées (solvants compris), leurs proportions relatives, leurs concentrations, leurs rôles ainsi que les conditions expérimentales suivies. Cette présentation claire permet au jury de se concentrer plus aisément sur le discours tenu par les candidats, gagnant ainsi en fluidité. Ces derniers doivent conserver à l'esprit l'objectif-clé d'une illustration expérimentale de concepts, ce qui doit s'accompagner d'une **exploitation des manipulations**

présentées de manière la plus aboutie et quantitative possible (par exemple, pour une synthèse, le calcul d'un rendement et l'analyse structurale des produits chimiques cibles sont fortement souhaités). **Trop de manipulations ne sont pas exploitées totalement et ne font pas l'objet d'une conclusion critique et pertinente.** Le traitement quantitatif des expériences nécessite souvent l'utilisation d'un logiciel de traitement de données et il est attendu que les candidats maîtrisent l'utilisation d'au moins un logiciel afin de conduire à son terme l'analyse des résultats.

La mise en œuvre d'une expérience est également l'occasion pour les candidats d'adopter une démarche critique et réflexive sur le contenu, les conditions opératoires et la nature des opérations d'un protocole trouvé en général dans des ouvrages. Il est ainsi nécessaire de vérifier la pertinence des résultats obtenus (comparaison à des références, informations de la littérature...) et de réfléchir aux sources d'incertitudes. Durant cette session, davantage de candidats ont utilisé des arguments liés à la variabilité de la mesure, ou encore des évaluations de type A et de type B des incertitudes, pour interpréter et valider leurs résultats expérimentaux. Toutefois, le jury regrette que peu de candidats mènent jusqu'au bout l'évaluation d'une incertitude-type. Des erreurs ont souvent été commises sur la détermination d'une incertitude-type composée, en raison de l'application d'une « formule mathématique » sans recul. Ces notions conformes aux standards internationaux, sont entrées dans les programmes de lycée lors de la réforme du baccalauréat 2013 ainsi qu'en CPGE et STS. La réforme du baccalauréat 2021 confirme l'utilisation de ce cadre d'évaluation des incertitudes, et tâche d'éviter toute dérive calculatoire au profit d'une prise de recul vis-à-vis des mesures effectuées. Ainsi est enrichie la compétence « Valider » de la démarche scientifique décrite dans les programmes de lycée, CPGE et STS. Notons qu'ont été introduits dans les nouveaux programmes de terminale et de CPGE, l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif et les simulations Monte-Carlo. Notons également que l'analyse graphique des écarts entre les points expérimentaux et un modèle mathématique mis en œuvre (résidus) est désormais privilégiée par rapport à la valeur d'un coefficient de corrélation. Les candidats pourront consulter avec intérêt la ressource³ et son annexe⁴, publiées sur Eduscol, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

Le principe de fonctionnement des instruments et du matériel utilisés doit être connu, compris et expliqué spontanément lors de la présentation, s'il s'invite naturellement dans le cadre du thème illustré. Le jury apprécie que le candidat soit à même de justifier tout élément des modes opératoires choisis, y compris concernant l'utilisation des instruments (nécessité d'un étalonnage ou non d'appareils, choix de longueur d'onde en spectroscopie d'absorption, ...). Le choix de la verrerie et des analyses faites doit aussi pouvoir être justifié, démontrant ainsi une maîtrise par les candidats de l'expérience présentée et de ses objectifs pédagogiques.

Le jury est attentif au respect raisonné des règles de sécurité, dans les conditions d'un laboratoire de lycée. Les candidats doivent notamment connaître la toxicité des produits présents et veiller à prendre toutes les dispositions adaptées aux éventuels risques mentionnés. Les gants de protection doivent également être utilisés de manière raisonnée et non systématiquement. **Quelques candidats ne semblent pas prendre toute la mesure de la problématique des produits CMR ou très toxiques, leur priorité semblant être la présentation d'une belle expérience sans se soucier des conséquences sur les personnes et l'environnement: ceci est regrettable quand il s'agit de recruter des professeurs agrégés de chimie qui auront des élèves ou des étudiants en responsabilité et qui s'appuieront sur le personnel de laboratoire pour la mise en œuvre de ces expériences en classe.**

³ <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>

⁴ <https://eduscol.education.fr/document/6803/download>

Manipulations

L'épreuve « montage de chimie » est par essence de nature expérimentale ; il est donc indispensable que les candidats manipulent de façon pratiquement continue tout au long de leur exposé.

La capacité des candidats à manipuler de façon continue et soigneuse tout en dialoguant avec le jury est un critère d'évaluation important. Le jury apprécie particulièrement les candidats qui ont présenté des protocoles et des gestes expérimentaux variés, ainsi que ceux qui ont su faire preuve d'un regard critique qui leur a permis de dépasser la simple lecture linéaire du protocole.

De même, lors de leurs réponses aux questions posées par le jury, ils doivent s'efforcer de poursuivre leurs manipulations surtout quand il s'agit de tâches simples (extraction, filtration, mélange de produits préalablement pesés ou prélevés) ou répétitives (ajout de réactif titrant lors d'un titrage) afin d'assurer une progression régulière dans la restitution orale. Le fait d'avoir soigneusement préparé le poste de travail et anticipé le matériel requis pour la réalisation des gestes choisis constitue alors une grande aide.

Il est absolument indispensable que les candidats se soient appropriés les manipulations non seulement de l'élément imposé, mais également des expériences choisies pour illustrer l'élément libre. Cela signifie que le principe, les conditions réactionnelles ainsi que l'instrumentation utilisée soient maîtrisés et qu'une interprétation rigoureuse de l'expérience soit faite tout en s'affranchissant de notes manuscrites. La qualité d'un montage est jugée à l'aune d'une maîtrise des manipulations, de leur aboutissement et de leur pleine exploitation. Le jury a entièrement conscience des difficultés de cet exercice. Pour l'élément libre, il encourage très vivement les candidats à adapter le choix, la variété et le nombre d'expériences à un niveau qu'ils jugent eux-mêmes défendable et suffisamment illustratif du thème traité. Il leur est demandé avant tout de maîtriser les expériences choisies pour leur adéquation avec le thème et le domaine, et pour leur richesse en termes de techniques abordées, de données quantitatives et d'exploitation.

Critères d'évaluation

L'ensemble de l'épreuve, comportant une présentation de l'élément libre et de l'élément imposé, s'apprécie au travers de critères d'évaluation transversaux à chacun des éléments. Ces critères d'évaluation s'appuient sur des compétences déclinées dans cinq items et sont consignés dans la grille suivante de manière non exhaustive. Il va sans dire que les candidats ne traitant qu'une partie de l'épreuve ne peuvent espérer remplir l'ensemble des critères d'évaluation.

Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (au cours de la présentation du montage et des réponses aux questions du jury)
S'approprier / Analyser	Compréhension des documents fournis ; appropriation d'un protocole et des manipulations choisies. Choix d'expériences pertinentes et variées, qualitatives et quantitatives, pour illustrer le thème donné. Planification des tâches à accomplir. Limitation des quantités de réactifs utilisés et de l'utilisation de réactifs nocifs. Identification des risques chimiques et toxicologiques associés à l'utilisation de composés, de solvants ou de fluides. Connaissances approximatives du coût du matériel et des produits. Mise en regard avec la « chimie au quotidien ».
Réaliser	Maîtrise des capacités expérimentales de niveau L. Conduite de maximum 3 expériences (dont l'élément imposé) quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées dans le temps imparti, abouties et exploitées complètement. Bonne gestion du temps pendant la préparation et pendant la présentation. Habilité expérimentale (maîtrise du geste, de la mesure, précision, soin). Réflexion menée vis à vis de résultats inattendus.

	<p>Interprétation des observations à l'aide de modèles théoriques.</p> <p>Connaissance des techniques et des instruments utilisés ainsi que de leurs limites.</p> <p>Manipulation en continu au cours de la présentation tout en répondant aux questions posées par le jury.</p>
Valider	<p>Traitement des résultats et de leurs incertitudes.</p> <p>Recul critique sur la pertinence des protocoles issus de la littérature et des résultats obtenus.</p> <p>Capacité à exploiter les valeurs expérimentales et à analyser les résultats obtenus et leurs écarts par rapport à l'issue attendue.</p> <p>Proposition d'ouverture et de prolongements pour les expériences présentées.</p>
Communiquer	<p>Structuration de l'exposé, selon un fil directeur judicieux.</p> <p>Intégration dans l'exposé des dimensions économiques, environnementales, sociétales ou industrielles.</p> <p>Maniement correct de la langue française, des langages scientifiques et mathématiques, du passage d'une forme de langage à une autre (graphique ou expression formelle vers langue française et réciproquement, ...).</p> <p>Présentation du plan du montage au tableau ou vidéo-projeté (titre des expériences, réaction cible ou équation clé, références bibliographiques sommaires).</p> <p>Aptitude à communiquer, décrire et argumenter tout en manipulant.</p> <p>En interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue, ...).</p>
Mise en perspective didactique	<p>Construction didactique structurée et hiérarchisée et non simple juxtaposition de manipulations.</p> <p>Mise en perspective d'un protocole avec proposition d'adaptation à un niveau et un objectif donnés (en particulier pour l'élément imposé).</p> <p>Identification des concepts les plus délicats, des éventuels obstacles didactiques.</p> <p>Connaissance de quelques repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat.</p>

Le jury tient à féliciter les candidats qui ont su proposer des expériences pertinentes en lien avec l'élément libre, réaliser l'élément imposé avec dextérité, et faire preuve d'honnêteté intellectuelle, de maîtrise, de connaissance et de recul sur les contours scientifique, technique et didactique sur l'ensemble de cette épreuve.

Pour conclure le rapport de la session 2023 de l'agrégation de chimie

Avant d'achever le rapport de la session 2023, le directoire, les membres du jury, les professeurs préparateurs, les personnels techniques et d'entretien tiennent à féliciter les candidats admis à l'agrégation de chimie 2023 et encouragent vivement tous les autres à représenter le concours l'année prochaine.

De manière générale, le jury insiste cette année encore sur la nécessité, pour des candidats qui se destinent à une carrière d'enseignant, à préparer de manière très approfondie les questions fondamentales des trois épreuves écrites. Cela suppose de connaître les définitions fondamentales des programmes de niveau bac + 2 et d'être capable d'énoncer et d'exploiter les grandes lois de la chimie et de la physique de manière rigoureuse, claire et concise.

Le jury tient à souligner l'importance des compétences orales pour la réussite au concours de l'agrégation. En effet on remarque chaque année des modifications du classement entre l'écrit et l'oral ; il faut donc garder confiance après l'écrit et bien se présenter aux trois épreuves orales, quelle que soit l'impression sur ses prestations.

Le jury tient à féliciter les candidats qui ont su proposer de manière authentique des épreuves orales pertinentes et personnelles. L'introduction de l'élément imposé dans les trois épreuves orales a permis de diversifier les présentations proposées. Concernant l'épreuve de montage, deux points de vigilances sont à améliorer : trop de candidats ne semblent pas prendre toute la mesure de la problématique des produits CMR ou très toxiques et trop de manipulations ne sont pas exploitées totalement et ne font pas l'objet d'une conclusion critique et pertinente.

Le point le plus fâcheux de la session 2023 concerne la manière par certains candidats d'utiliser l'accès à d'internet. Comme les années précédentes, les candidats ont eu accès à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission et afin de garantir l'équité entre candidats, étaient exclus l'accès aux sites nécessitant une authentification individuelle (identification et mot de passe) pour accéder aux ressources, les réseaux sociaux et les messageries électroniques. Les recommandations pour la session 2023 stipulaient que l'internet ne devait pas être envisagé seulement comme un aide-mémoire donnant accès à des sites fournissant des éléments de leçons et de montages établis (plans, présentations PowerPoint, fiches de demande de matériel et produits déjà complétées pour le montage ou les leçons) et que toute adoption de contenus préalablement préparés et dont l'interaction avec le jury révélerait qu'elle est fragile serait lourdement pénalisée. L'objectif premier de cette ouverture à internet était de donner l'accès à des ressources d'enseignants effectivement en situation, d'activités expérimentales réellement proposées par des collègues enseignants, de vidéos et d'animations scientifiques disponibles en ligne, de logiciels de simulation, de sujets de concours d'écoles d'ingénieur, pour mimer une situation professionnelle. Au lieu de cela, le recours à des « drives » ou des fichiers de manipulations toutes prêtes ou de plans de cours possibles avec des illustrations pré-formatées est devenu pratique courante. D'un simple constat en 2022 sur une utilisation discrète, c'est devenu en 2023 une méthode employée ouvertement et qui a pu donner lieu à des déclarations malhonnêtes quant à l'origine des documents utilisés. En effet, le jury a pu identifier des candidats qui ont fait preuve d'insincérité en utilisant des documents ou des supports de présentation récupérés à partir de drives souvent confidentiels tout en assurant au jury les avoir conçus eux-mêmes pendant le temps de préparation. Cela questionne sur l'éthique de ces candidats qui seront, pour certains, recrutés comme professeurs agrégés de la fonction publique, fonctionnaires de l'État, et qui devront agir en respectant les valeurs de la République. De plus, l'assurance d'avoir accès à des ressources « clé en main » a conduit certains candidats à une préparation moins approfondie que les années précédentes, ce qui a été remarqué par le jury. Les conditions de l'accès à internet vont être durcies pour la session 2024 et les candidats qui ne les respecteront pas seront durement pénalisés.

À PROPOS DE LA SESSION 2024

Programme de la session 2024

Le programme de la session 2024 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

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

Une liste indicative d'ouvrages fondamentaux destinés à la préparation de l'agrégation de physique-chimie option chimie est par ailleurs disponible sur le site <http://agregation-chimie.fr/>

Concernant le vocabulaire conforme utilisé en chimie, il est possible de se référer au glossaire d'accompagnement des programmes de chimie de la voie générale du lycée : <https://eduscol.education.fr/document/22834/download>.

Concernant les notions d'incertitudes de mesure à aborder dans l'esprit des nouveaux programmes de CPGE: les chiffres significatifs, l'expression d'un résultat de mesure, l'écart normalisé, la validation d'un modèle affine, le calcul d'une incertitude composée par simulation de Monte-Carlo à l'aide de l'outil numérique Python... les candidats pourront consulter la ressource « Mesure et incertitudes au lycée » <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>, publiées sur Eduscol le 5 juillet 2021, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

Épreuves d'admissibilité

Ces épreuves ne subissent pas d'évolution lors de la session 2024.

La part des questions fondamentales demeurera importante dans la composition de physique et la composition de chimie ; les analogies et les différences entre la composition et le problème de chimie resteront d'actualité.

Pour les trois épreuves d'admissibilité, les outils mathématiques nécessaires aux développements théoriques des contenus des programmes doivent être maîtrisés, de même que certaines notions de base de l'analyse physique des phénomènes : mesure, unités, analyse dimensionnelle, incertitudes, analyse statistique des résultats.

Les nouveaux programmes de physique-chimie de lycée et de CPGE, intégrant des capacités numériques à faire acquérir aux élèves autour de la pratique du langage de programmation Python, un environnement de programmation et de calculs numériques pourra à nouveau être proposé dans les épreuves d'écrit ; l'objectif n'est pas d'écrire des lignes de codes mais d'analyser, de commenter ou de compléter un élément de programme fourni, en lien avec le contexte d'étude.

Épreuves d'admission

A propos de l'ouverture à internet

En 2024, les candidats auront également accès à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission. Afin de garantir l'équité entre candidats, sont exclus l'accès aux sites nécessitant une authentification individuelle (identification et mot de passe) pour accéder aux ressources, les réseaux sociaux, les messageries électroniques **ainsi que tous les sites type drive quels qu'ils soient avec ou sans mot de passe et tous les sites fournissant des éléments de leçons et de montages pré-construits (plans, présentations PowerPoint, fiches de matériel déjà complétées pour le montage ou les leçons). Tout accès à un site illicite pour le concours sera considéré comme une tentative de fraude avec les conséquences potentielles qui en découlent.**

De plus, les adresses des sites consultés par chaque candidat seront enregistrées à tout moment de la préparation de l'épreuve orale et données aux membres du jury en amont de la présentation orale.

Enfin, l'évaluation des trois épreuves orales va évoluer avec un temps en fin de chaque épreuve orale spécifiquement consacré à un échange sur les sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon ou son montage. Un critère d'évaluation de cet échange sera rajouté dans la grille d'évaluation par compétences.

Toute malhonnêteté intellectuelle, toute preuve d'insincérité d'utilisation de documents ou de supports de présentation récupérés de sites préalablement préparés, seront lourdement pénalisées.

L'objectif de l'ouverture à internet est de placer les candidats au plus près des conditions de travail d'un professeur en exercice. L'accès à internet complète le fond de la bibliothèque du concours mais ne le remplace pas car la consultation d'ouvrages au format papier – souvent des ouvrages de référence – demeure une activité indispensable pour un enseignant et donc pour un candidat se préparant à un concours de recrutement de professeurs comme l'agrégation. La logique éditoriale, l'organisation du contenu scientifique, les développements textuels montrant patiemment la logique de la construction de modèles, leurs applications, leurs limites et leur mise en œuvre, constituent une richesse rarement présente sur les sites internet. À une période où l'information accessible à tous foisonne, les candidats doivent pouvoir également exploiter la richesse des ressources accessibles et effectuer un travail d'élaboration dans lequel ils manifestent subjectivité et autonomie. Les critères de choix et la confrontation des sources deviennent désormais indispensables à tout professeur dans la préparation de ses cours et la formation des élèves ou des étudiants. **C'est pour cette raison que nous allons laisser un accès à internet pour la session 2024 mais celui-ci sera contrôlé et évalué.**

À propos des leçons et du montage

Leçons de chimie. La leçon implique 4 heures de préparation, 40 minutes de présentation orale incluant une introduction de quelques minutes exposant le niveau de traitement choisi par le candidat et les pré-requis, et 40 minutes d'entretien avec les membres du jury. Les critères d'évaluation portent sur les compétences scientifiques et techniques, pédagogiques, didactiques, et de communication avec l'ajout, **dans la grille d'évaluation par compétences, d'un critère d'évaluation des sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon.**

Comme pour la session 2023, il n'y aura pas de liste de sujets de leçon pour la session 2024 ; les sujets seront découverts par les candidats en début de préparation de l'épreuve, sans indication de niveau de traitement des notions et modèles autre que « Licence ». Ils contiendront trois éléments concentriques destinés à cerner le contenu de la leçon :

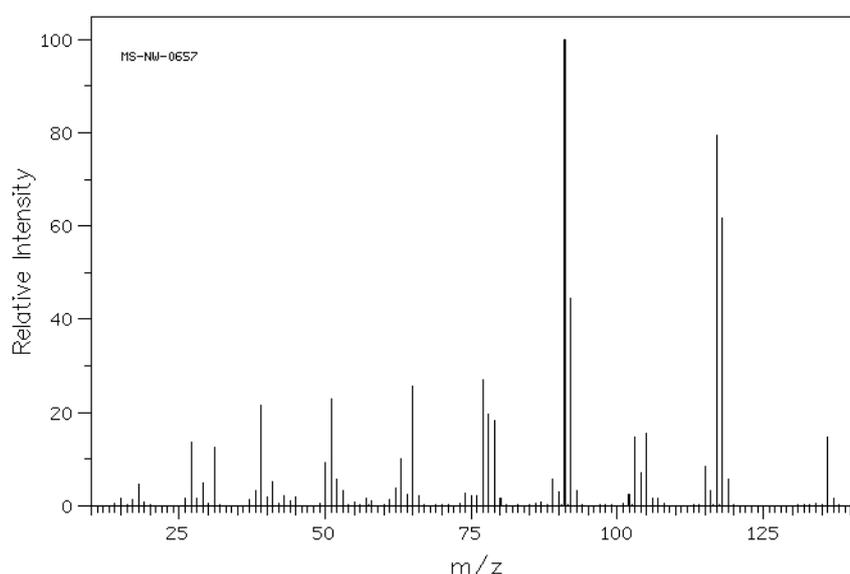
- i. **Un domaine** de la chimie qui en fournit l'arrière-plan. La liste des grands domaines de la chimie traditionnellement enseignés au niveau de la licence de chimie est fournie ci-dessous ;
- ii. **Un thème** qui en précise le cadre général et en colore les développements. Une liste des thèmes associés à chaque domaine, non exhaustive, et qui va être entièrement renouvelée en 2024 avec l'arrivée de nouveaux thèmes, est fournie entre parenthèses ci-dessous ;
- iii. **Un élément imposé** qui doit faire l'objet d'un traitement explicite tel qu'il serait proposé dans le cadre d'un cours dispensé au niveau licence. Cet élément imposé est en lien avec le domaine et le thème de la leçon. **En 2024, cet élément imposé sera plus ciblé et il pourra contenir un document d'accompagnement (une courbe, un montage, un schéma, un spectre, un court texte, un code Python...).**

Domaines et thèmes de la chimie servant de cadre aux sujets de leçon et qui sont évolutifs :

1. Autour de la classification périodique (évolution des propriétés, familles d'éléments, organisation)
2. Liaisons intra et intermoléculaires (théorie de la liaison intramoléculaire, liaisons intermoléculaires, structures moléculaires)
3. Phases condensées (solides, liquides, solvants, milieux organisés)
4. Principes thermodynamiques appliqués à la chimie (premier principe, évolution de systèmes chimiques, potentiel chimique, changement de phase, de l'idéal au réel, aspects expérimentaux)
5. Aspects cinétiques de la réactivité en chimie (modèles cinétiques, aspects expérimentaux, catalyse, contrôle des transformations chimiques)
6. Méthodes d'analyse en chimie (analyses quantitatives, spectroscopies, critères de choix des méthodes)
7. Méthodes de séparation en chimie (principes, applications)
8. Transfert d'électrons en chimie (oxydo-réduction, électrochimie analytique, conversions énergie électrique-énergie chimique)
9. Chimie moléculaire (chimie organique, chimie inorganique moléculaire, relations structure - propriétés)
10. Chimie macromoléculaire (synthèse, analyse, relations structure - propriétés)
11. Du laboratoire aux procédés (contraintes industrielles, changement d'échelles)
12. Chimie dans la matière vivante (constitution de la matière vivante, réactivité dans le vivant)

Trois exemples de sujet de leçon de chimie :

- Sujet 1 : (i) Domaine : Chimie moléculaire ; (ii) Thème : Chimie organique ; (iii) Élément imposé : Hémiacétals, acétals et cétales
- Sujet 2 : (i) Domaine : Principes thermodynamiques appliqués à la chimie ; (ii) Thème : Potentiel chimique ; (iii) Élément imposé : Ebullioscopie
- Sujet 3 : (i) Domaine : Méthodes d'analyse en chimie ; (ii) Thème : Détermination de la structure d'une entité ; (iii) Élément imposé : Spectre de masse du 3-phényl-propan-1-ol⁵



Il est attendu des candidats qu'ils construisent des exposés permettant au jury d'apprécier la maîtrise disciplinaire du domaine (i), et plus précisément du thème (ii) à traiter, la qualité du raisonnement et les compétences pédagogiques et didactiques. L'élément imposé (iii) doit être abordé au cours de la leçon, et exploité s'il s'agit d'un document d'accompagnement. Plus ou moins « pointu », il peut être utilisé au libre choix

⁵ Source du spectre de masse par impact électronique : http://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/cre_index.cgi

des candidats pour bâtir l'intégralité de leur leçon ou bien être intégré dans le cadre élargi du thème (ii) tout en devant alors constituer une part significative de l'exposé.

L'exposé ne doit pas se résumer à un "défilé" de diapositives ; une telle pratique fait perdre tout intérêt à la leçon et pénalise fortement le candidat. Il est demandé à chaque candidat de montrer sa capacité effective à conduire des développements au tableau.

L'entretien avec le jury s'inscrit dans le cadre choisi par le candidat pour le traitement de l'intitulé et aborde les aspects scientifiques et techniques, pédagogiques, et didactiques. Et **un temps d'échange sur les sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon sera pris sur le temps total de l'épreuve et un critère d'évaluation de cet échange sera rajouté dans la grille d'évaluation par compétences.**

Montages de chimie. L'épreuve de montage implique 4 heures de préparation et 1h20 au maximum de présentation et d'interactions avec les membres du jury. Il est attendu que le candidat mette en œuvre une diversité de techniques et de gestes expérimentaux. Les critères d'évaluation accordent une importance primordiale aux gestes de la chimie ainsi qu'à leur compréhension, aux protocoles mis en œuvre ainsi qu'à leur appropriation et à l'exercice du regard critique.

Il n'y a pas de liste de sujets de montages publiés en amont mais des champs d'activités expérimentales du chimiste tels qu'ils sont couramment pratiqués au niveau de la licence de Chimie ; c'est dans ces champs et dans les domaines d'activités expérimentales indiqués ci-dessous que s'inscrit chaque sujet de montage fourni aux candidats en début de préparation.

Chaque sujet comporte deux éléments distincts destinés à définir le contenu du montage :

- Le premier élément, appelé élément libre, s'inscrit dans un domaine d'activité expérimentale faisant partie de la liste ci-dessous. Il est accompagné d'un thème qui en précise le cadre général et en colore les développements. Ce premier élément donne lieu à la réalisation d'illustrations au libre choix du candidat et il fait l'objet d'une préparation assistée par l'équipe technique. Il peut porter sur l'illustration d'une notion, d'une propriété, d'un modèle, d'une activité ou d'une technique.
- Le second élément, appelé élément imposé, s'appuie sur un protocole expérimental (indifféremment rédigé en français ou en anglais) extrait de manuels scolaires, de livres d'expériences ou de revues publiées sous forme papier ou en ligne. Contrairement à la leçon de chimie, cet élément imposé n'est pas obligatoirement en lien avec le domaine et le thème du montage. Ce protocole, considéré comme à tester par un enseignant en vue d'une séance de travaux pratiques d'une durée de deux heures maximum, au niveau lycée ou enseignement supérieur (CPGE, STS ou Licence), donne lieu à une mise en œuvre intégralement réalisée par le candidat au cours de la préparation sans assistance de l'équipe technique. Il est attendu du candidat un regard critique sur le protocole et d'éventuelles propositions d'amélioration.

Le couplage des deux éléments permet de proposer des thèmes différents et de couvrir un champ large de capacités expérimentales ; tous deux participent à l'attribution des niveaux de maîtrise des compétences évaluées lors de cette épreuve.

Domaines pour les activités et protocoles expérimentaux :⁶

⁶ Les champs d'activités expérimentales recommandés par l'*American Chemical Society* sont : 1) Planifier et réaliser des expériences à l'aide d'une documentation chimique et de ressources électroniques appropriées ; 2) Synthétiser et caractériser des composés inorganiques et organiques ; 3) Effectuer des mesures quantitatives précises ; 4) Analyser statistiquement les données, évaluer la fiabilité des résultats expérimentaux et discuter des sources d'erreurs systématiques et aléatoires dans les expériences ; 5) Interpréter les résultats expérimentaux et tirer des conclusions raisonnables ; 6) Anticiper, reconnaître et réagir correctement aux dangers des

- Synthèses en chimie moléculaire incluant les manipulations sous gaz inerte (aménagement fonctionnel, construction de squelettes hydrogénocarbonés, ...)
- Activations moléculaires en chimie (catalyse, photochimie, oxydo-réduction, ...)
- Séparations (extraction, distillations, recristallisation, chromatographies, ...)
- Analyses quantitatives (calibrations, dosages, titrages, spectres, potentiels d'oxydo-réduction,...)
- Caractérisations structurales en chimie (conditionnement des échantillons pour l'analyse, point de fusion, RMN, UV, IR, Spectrométrie de masse, ...)
- Déterminations de grandeurs thermodynamiques et cinétiques
- Electrochimie (diagramme potentiel-pH, potentiométrie, voltamétrie, conductimétrie, électrolyse, batteries,...)
- Environnement numérique (traitement des données, connaissance des bases d'informations et des sources de littérature, recherche de données, ...)
- Règles de sécurité au laboratoire et impact environnemental

Exemples de sujets de montage :

- Premier élément « libre ». Selon le principe concentrique appliqué en leçon de chimie, le premier élément inclut un domaine pris dans la liste ci-dessus qui en fournit l'arrière-plan et un thème qui en précise le cadre et en colore les développements. Exemples : (i) Domaine : Synthèses en chimie moléculaire, Thème : Synthèses des alcools ; (ii) Domaine : Séparations, Thème : Distillations.
- Second élément « imposé ». Protocole à mettre en œuvre : Titrages direct et indirect de l'aspirine (protocoles extraits d'un manuel scolaire, par exemple).

L'organisation du candidat lors de la préparation de l'épreuve reste à son initiative ; il en est de même pour l'ordre de présentation devant le jury des deux éléments de l'épreuve. Les deux éléments du montage doivent être traités. En revanche, il n'y a pas de cadrage fixe quant au développement attendu de chacun d'eux. Le candidat doit chercher à mettre en valeur sa connaissance, sa compréhension, et sa maîtrise de techniques et de gestes expérimentaux, et veiller à exploiter les illustrations expérimentales qu'il réalise. Dans ce cadre, mieux vaut un nombre limité d'illustrations pertinentes (3 expériences maximum, élément imposé compris) plutôt qu'une collection d'expériences inabouties.

Dans la pratique, pour chacun des éléments, le candidat établit une liste de matériel et de produits qui lui seront fournis par l'équipe technique (fiche à compléter présentée en annexe 1). Par ailleurs, il la complète aussi par les protocoles expérimentaux imprimés ou photocopiés, possiblement annotés ou accompagnés de demandes, de remarques **que le candidat a mises en place pendant la préparation et non récupérés d'un site**, et qu'il souhaite réaliser, avec ou sans assistance de l'équipe technique dont il assure la supervision. **Ne seront autorisés à l'impression pour l'épreuve de montage que les protocoles qui ne peuvent être photocopiés à partir de ressources de la bibliothèque ou des spectres issus de banques de données nationales ou internationales.** L'ensemble de ces documents sera fourni au jury et constituera un élément de l'évaluation.

Un temps d'échange sur les sources utilisées par le candidat pour construire son montage sera pris sur le temps total de l'épreuve et un critère d'évaluation de cet échange sera rajouté dans la grille d'évaluation par compétences.

procédures de laboratoire et gérer les déchets chimiques ; 7) Maintenir une culture de sécurité en laboratoire ; 8) Tenir des cahiers d'expérience exacts et complets ; 9) Communiquer efficacement au moyen de rapports oraux et écrits.

Ils sont en adéquation avec les compétences à faire acquérir aux étudiants de lycée et de CPGE lors des activités expérimentales, compétences évaluées lors d'épreuves spécifiques d'examens ou de concours (grille de compétences en annexe 4). Leur maîtrise est essentielle chez les candidats, futurs enseignants qui vont avoir en charge la formation expérimentale des étudiants.

Le matériel et les produits utilisables sont ceux que l'on peut trouver habituellement dans un lycée proposant des formations de type post-bac (CPGE et BTS). Néanmoins, une liste indiquant le matériel d'analyse plus spécifique au post-bac sera publiée sur le site de l'agrégation : <http://agregation-chimie.fr/>

Les domaines relatifs à « la sécurité » et « l'environnement numérique » au laboratoire sont mis en contexte dans le cadre de l'illustration ou de l'étude de notions, de propriétés, de modèles, d'activités du chimiste. Aucun environnement numérique n'est imposé, mais le candidat doit maîtriser au moins un environnement pour l'acquisition, le traitement, et la recherche de données.

L'épreuve du montage avec la mise en œuvre d'expériences est l'occasion pour les membres du jury d'évaluer la capacité des candidats à adopter une démarche critique et réflexive sur le contenu, les conditions opératoires et la nature des opérations d'un protocole donné. Il est ainsi nécessaire que les candidats vérifient la pertinence des résultats obtenus (comparaison à des références, informations tirées de la littérature...) et réfléchissent aux sources d'incertitudes. Les candidats sont amenés à utiliser les arguments liés à la variabilité de la mesure, ou encore les évaluations de type A et de type B des incertitudes, pour interpréter et valider leurs résultats expérimentaux. Dans les nouveaux programmes de CPGE, des outils de validation pertinents ont été introduits comme l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif, les simulations Monte-Carlo ou l'utilisation d'une procédure de validation fondée sur la régression linéaire.

Leçons de physique. La leçon de physique implique 4 heures de préparation, 40 minutes de présentation orale incluant une introduction exposant le niveau de traitement et les pré-requis, et 40 minutes d'entretien avec les membres du jury au cours duquel environ 5 minutes sont consacrées à une question relevant du domaine des Valeurs de la République.

À compter de la session 2024, la leçon de physique, comme la leçon de chimie, sera inscrite dans un des domaines publiés dans ce rapport, puis sera précisée par un thème puis complétée par un élément imposé découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents qui sont valorisés. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge de l'exposé. Comme pour la leçon de chimie, l'élément imposé pourra contenir un document d'accompagnement (une courbe, un montage, un schéma, un spectre, un extrait de programme en python...).

Lors de sa leçon, le candidat fait appel à des contextes ou à des applications qui motivent et donnent un intérêt à la leçon ainsi qu'à une ou plusieurs expériences et des illustrations qui enrichissent l'exposé. Il a été décidé que tout site internet de type drive sera interdit qu'il soit avec ou sans mot de passe d'accès et tous les sites fournissant des éléments de leçons et d'expériences de physique déjà établis (plans, présentations PowerPoint, fiches de matériel déjà complétées pour l'expérience de physique) et ne seront autorisés à impression pour l'expérience de la leçon de physique que les protocoles qui ne peuvent être photocopiés à partir de ressources de la bibliothèque.

La leçon permet d'évaluer le candidat sur :

- sa maîtrise des concepts, des modèles et des lois de la discipline ;
- sa capacité à illustrer et à expliciter le formalisme utilisé par une reformulation en langage courant sans renoncer à la rigueur scientifique ;
- son recul sur le sujet traité et sa culture scientifique ;
- sa capacité à faire des ponts entre champs de la discipline ;
- son aisance dans l'usage des outils mathématiques et la conduite des calculs ;
- sa préoccupation à identifier les obstacles que pourrait rencontrer quelqu'un qui découvre les notions abordées ;
- sa capacité à choisir, conduire et exploiter des expériences.

- **les sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon**

Le candidat peut faire appel à des simulations et, d'une manière générale, le traitement numérique des données et/ou des résultats est attendu.

Lors de l'entretien avec le jury, un temps d'échange sur les sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon sera pris sur le temps total de l'épreuve et un critère d'évaluation de cet échange sera rajouté dans la grille d'évaluation par compétences.

La leçon de physique sera donc inscrite dans un des domaines publiés, puis sera précisée par un thème puis complétée par un élément imposé, selon l'exemple de sujet de leçon suivant :

Domaine : Circuits électriques

Thème : Acquisition et traitement de données (niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire)

Élément imposé : Déterminer le temps caractéristique d'un dipôle RC à l'aide d'un microcontrôleur, d'une carte d'acquisition ou d'un oscilloscope.

Domaines susceptibles d'être choisis pour les leçons de physique de la session 2024 :

- Circuits électriques
- Électromagnétisme
- Mécanique
- Ondes, spectres, signaux
- Ondes mécaniques
- Optique
- Structure de la matière
- Thermodynamique
- Traitement de l'information

ANNEXE 1

Fiche à compléter lors du montage

Nom :

Prénom :

Titre de l'expérience :

Produits :

Matériel :

Mesures de sécurité
Protocole

Destruction des produits – Elimination des déchets ⁷

⁷ Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non chlorés, acides, bases

ANNEXE 2

Fiche à compléter lors des leçons

Nom :

Prénom :

Titres des expériences, matériel, produits et schémas de montage

Mesures de sécurité

Destruction des produits – Élimination des déchets⁸

⁸ Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non halogénés, acides, bases

ANNEXE 3 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE

Compétences	Exemples de capacités mobilisables dans les questions d'un exercice « classique »	Exemples de capacités associées lors d'une « résolution de problèmes »	Exemples de capacités associées lors d'une « analyse et/ou synthèse de documents
S'approprier APP	Extraire l'information utile sur des supports variés Mobiliser ses connaissances Identifier un problème, le formuler	Faire un schéma de la situation. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.	Dégager la problématique principale. Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie. Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau, ...) Extraire une information de différents documents scientifiques (texte, graphe, tableau, schéma, vidéo, photo, ...) Identifier la nature de la source d'un document.
Analyser ANA	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Formuler une hypothèse Construire les étapes d'une résolution de problème Justifier ou proposer un protocole Identifier les paramètres influençant un phénomène Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse Proposer un modèle Évaluer des ordres de grandeurs	Élaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites. Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...). Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution. Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.	Identifier les idées essentielles et leurs articulations. Relier, trier et organiser qualitativement ou quantitativement différents éléments (données, informations...) du (ou des) document(s). Identifier une tendance, une corrélation, une grandeur d'influence dans des documents faisant appel à des registres différents. Conduire un raisonnement scientifique qualitatif ou quantitatif. S'appuyer sur ses connaissances et savoir-faire et sur les documents proposés pour enrichir l'analyse.
Réaliser REA	Écrire un résultat de façon adaptée Effectuer des procédures courantes : calculs littéraux ou numériques, tracer un graphique, faire un schéma, placer une tangente sur un graphe, faire une analyse dimensionnelle... Utiliser un modèle théorique	Mener la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée. Établir les relations littérales entre les grandeurs intervenant dans le problème. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat.	Prélever la valeur d'une grandeur d'un document scientifique (graphe, schéma, photo, plan...). Utiliser une échelle Tracer un graphe à partir de données. Schématiser un dispositif, une expérience, ...

			<p>Décrire un phénomène à travers la lecture d'un graphe, d'un tableau, ...</p> <p>Conduire une analyse dimensionnelle.</p> <p>Utiliser un modèle décrit.</p> <p>Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques</p> <p>Exprimer le résultat d'un calcul, d'une mesure, ...</p>
<p>Valider VAL</p>	<p>Faire preuve d'esprit critique</p> <p>Discuter de la validité d'un résultat, d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle...</p> <p>Interpréter les résultats, les mesures, rechercher les sources d'erreur</p>	<p>S'assurer que l'on a répondu à la question posée.</p> <p>Comparer le résultat obtenu avec le résultat d'une autre approche (résultat expérimental donné ou déduit d'un document joint ou résultat d'une simulation numérique dont le modèle est donné, ...).</p> <p>Discuter de la pertinence du résultat trouvé (identification des sources d'erreur, choix des modèles, formulation des hypothèses...).</p> <p>Proposer d'éventuelles pistes d'amélioration de résolution.</p>	<p>Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire et/ou des ressources externes (bibliographie, Internet, pairs, ...).</p> <p>Repérer les points faibles d'une argumentation dans un document (contradiction, partialité, incomplétude, ...).</p> <p>Estimer des ordres de grandeur et procéder à des tests de vraisemblance. Vérifier la cohérence d'un résultat</p> <p>Discuter de la pertinence scientifique d'un document</p> <p>Apprécier la validité d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle</p>
<p>Communiquer COM</p>	<p>Rédiger une explication, une réponse, une argumentation ou une synthèse.</p> <p>Décrire une observation, la démarche suivie ...</p> <p>Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...).</p> <p>Présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, incertitudes ...)</p>	<p>Décrire clairement la démarche suivie.</p> <p>Argumenter sur les choix et/ou la stratégie.</p> <p>Présenter les résultats en utilisant un mode de représentation approprié.</p>	<p>Rédiger/présenter, une analyse, une argumentation, ... (clarté, justesse, pertinence, exhaustivité, logique).</p> <p>Rédiger la synthèse d'un document scientifique en effectuant un changement de registres (textes, schémas, carte mentale).</p> <p>Illustrer son propos par des schémas, des graphes, des développements mathématiques.</p> <p>Utiliser comme support de présentation les outils numériques</p>

ANNEXE 4 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE ET EXEMPLES DE CAPACITES ASSOCIEES⁹

Compétences	Exemples de capacités associées
S'approprier	rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale énoncer une problématique d'approche expérimentale définir les objectifs correspondants
Analyser	formuler des hypothèses proposer une stratégie pour répondre à la problématique proposer un modèle choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations
Réaliser	mettre en œuvre un protocole utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie pour celui de la liste « matériel », avec aide pour tout autre matériel mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales
Valider	exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes confronter un modèle à des résultats expérimentaux confirmer ou infirmer une hypothèse, une information analyser les résultats de manière critique proposer des améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	à l'écrit comme à l'oral : présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible utiliser un vocabulaire scientifique adapté s'appuyer sur des schémas, des graphes faire preuve d'écoute, confronter son point de vue
Être autonome, faire preuve d'initiative	travailler seul ou en équipe solliciter une aide de manière pertinente s'impliquer, prendre des décisions, anticiper

⁹ Grille extraite des programmes de physique et de chimie de CPGE