



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Agrégation externe

Section : Physique-chimie

Option : Chimie

Session 2024

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 2024.....	5
LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ	7
Les épreuves de chimie.....	7
La composition de physique	8
LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE.....	9
Rapport sur l'épreuve A - Composition de chimie : « Chimie des alcanes et de la liaison C–H »	9
Rapport sur l'épreuve B - Composition de physique : « L'acoustique : de la Terre vers Mars »	14
Rapport sur l'épreuve C - Problème de chimie : « La chimie des chromophores organiques »	21
LES ÉPREUVES D'ADMISSION	25
Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie »	25
Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »	31
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie »	39
Pour conclure le rapport de la session 2024 de l'agrégation de chimie	46
À PROPOS DE LA SESSION 2025	47
Programme de la session 2025	47
Épreuves d'admissibilité	47
Épreuves d'admission.....	47
Annexe 1 : Fiche à compléter lors du montage	54
Annexe 2 : Fiche à compléter lors des leçons	55
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique	56
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale et exemples de capacités associées	58

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	Maitresse 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	Maîtresse de conférences des universités	Académie de Bordeaux
Fabrice	GUYON	Maître de conférences des universités	Académie de Besançon
Christophe	JORSSSEN	Professeure de chaire supérieure	Académie de Paris
Emmanuelle	LAAGE	Inspectrice d'académie – Inspectrice pédagogique régionale	Académie de Versailles
Jean	LAMERENX	Professeur de chaire supérieure	Académie de Paris
Arnaud	LE PADELLEC	Professeur des universités	Académie de Toulouse
Florence	LEVECQUE-DESANGES	Professeure de chaire supérieure	Académie de Versailles
Antoine	MAIGRET	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional	Académie de Reims
Jean-Baptiste	ROTA	Inspecteur d'académie - Directeur académique adjoint des services d'éducation nationale de la Seine-Maritime	Académie de Normandie

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 2025¹ 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 2025 » de ce rapport.

La session 2024 offrait 53 postes au concours et le jury a attribué tous les postes plus 9 postes sur la liste complémentaire. Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées les 20, 21 et 22 février 2024 et 264 candidats s'y sont présentés. 109 d'entre eux ont été déclarés admissibles. Une visioconférence a été organisée le 21 mai 2024 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 juin au 02 juillet 2024 au lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés selon 6 séries de 3 jours chacune. Les résultats ont été proclamés le mercredi 3 juillet 2024. 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, la directrice déléguée 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 2024 ait lieu dans les meilleures conditions possibles.

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

STATISTIQUES DE LA SESSION 2024

Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	53
Nombre de candidats inscrits :	621
Nombre de candidats présents aux 3 épreuves :	251
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	109
Nombre de candidats admis sur liste principale :	53
Nombre de candidats inscrits sur liste complémentaire :	9

Moyennes sur 20 aux épreuves d'admissibilité des admis

Moyenne globale aux épreuves d'admissibilité des admis	12,51
Epreuve A : composition de chimie	12,45
Epreuve B : composition de physique	12,42
Epreuve C : problème de chimie	12,64

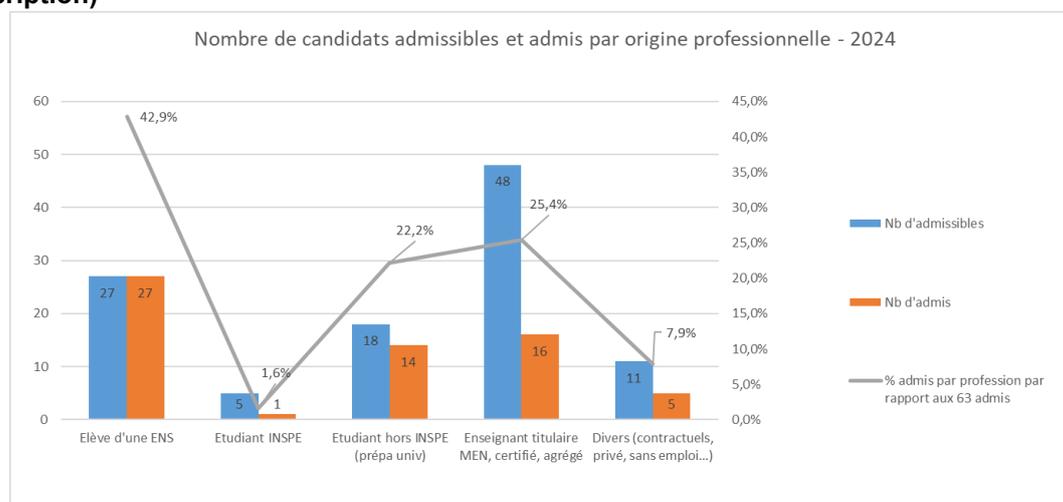
Moyennes sur 20 aux épreuves d'admission des admis

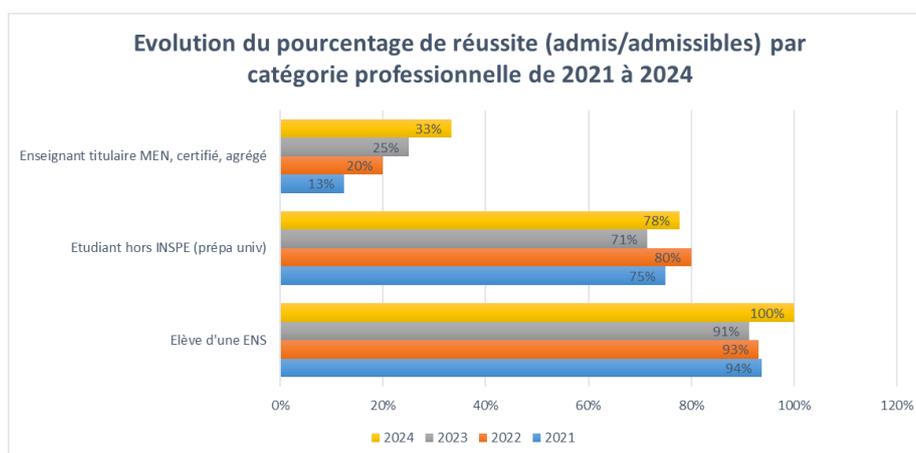
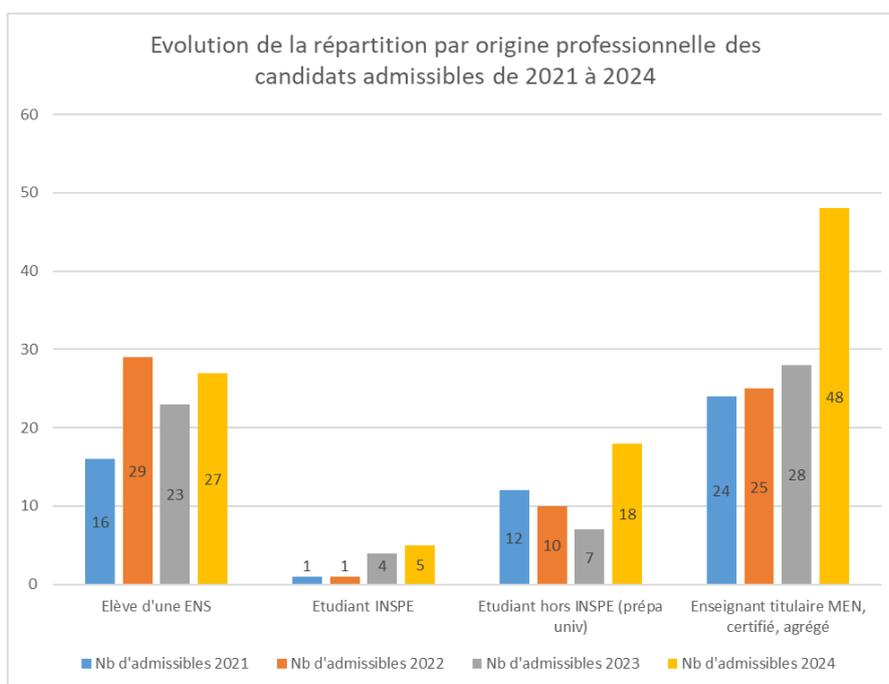
Moyenne globale aux épreuves d'admission des admis	12,10
Première épreuve : leçon de chimie	12,70
Deuxième épreuve : leçon de physique	11,34
Troisième épreuve : montage de chimie	12,08

Moyennes globales

Moyenne globale sur 20 des 53 candidats admis :	12,25
---	--------------

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





Les préparations au concours de l'agrégation ont un pourcentage de réussite tout à fait honorable avec 100 % de réussite pour les ENS cette année.

Et on peut voir qu'il y a de plus en plus d'enseignants titulaires qui présentent le concours, de plus en plus qui sont admissibles (48 sur 109 en 2024) et leur pourcentage de réussite pour l'admission augmente petit à petit (33 % en 2024).

Répartition par genre

	Admissibles		Admis(es)	
	nombre	%	nombre	%
Femmes	46	42,6 %	21	39,6 %
Hommes	62	57,4 %	32	60,4 %

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 : « Chimie des alcanes et de la liaison C-H »

Description et ambitions du sujet

Le sujet est construit autour des alcanes et de la liaison C-H comme systèmes d'étude pour évaluer la maîtrise de notions et méthodes fondamentales des niveaux L1/L2/L3 dans différents grands domaines de la chimie : thermodynamique, chimie théorique et orbitale, cinétique et chimie organique. Parallèlement à cela des questions à caractère pédagogique et didactique ont été introduites afin de tester la capacité du candidat à se projeter dans un contexte d'enseignement.

Le sujet est construit en deux grandes parties contenant chacune plusieurs sous-parties indépendantes.

La première grande partie est centrée sur la description la liaison C-H. Elle démarre par une partie autour de la combustion des alcanes puis traite de leur fonctionnalisation par voie radicalaire. Elle se poursuit par une sous-partie destinée à déterminer l'énergie d'une liaison C-H par étude thermodynamique qui convoque le second principe, et par une étude spectroscopique infra-rouge. Enfin une étude orbitale est proposée afin de montrer l'inertie des alcanes dans les réactions impliquant un mécanisme ionique. Cette partie contient de nombreuses questions sur les fondamentaux et a permis d'interroger les candidats sur l'activité de modélisation. Elle comporte plusieurs questions qui invitent à travailler la compétence « Valider ». Elle contient des questions à caractère pédagogique et didactique.

La deuxième grande partie traite de l'activation de la liaison C-H par les métaux de transition. L'étude d'un cycle catalytique puis d'une étude électrochimique sont d'abord proposées. Une étude orbitale est ensuite réalisée pour décrire le phénomène de rétrodonation et l'interpréter comme le moteur de l'activation de la liaison C-H. Par la suite une étude cinétique est conduite en utilisant une méthode originale pour déterminer le mécanisme réactionnel de l'activation en utilisant les constantes de Hammett. Cette partie plus technique invitait le candidat à utiliser plusieurs modèles différents et à répondre à une vingtaine de questions pour résoudre de manière guidée un problème scientifique.

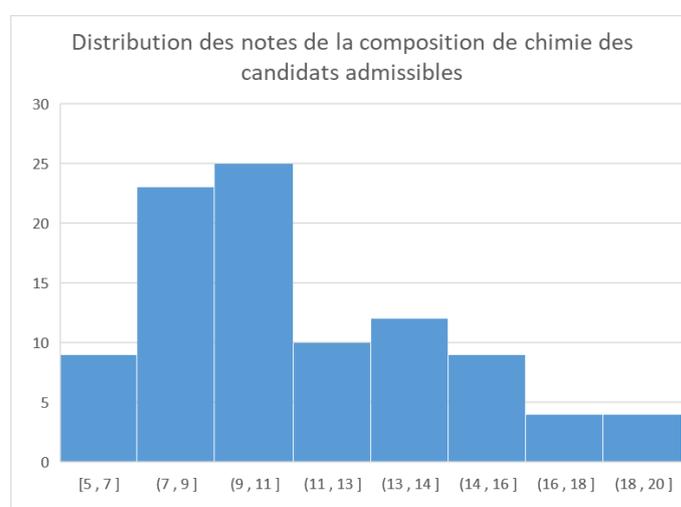
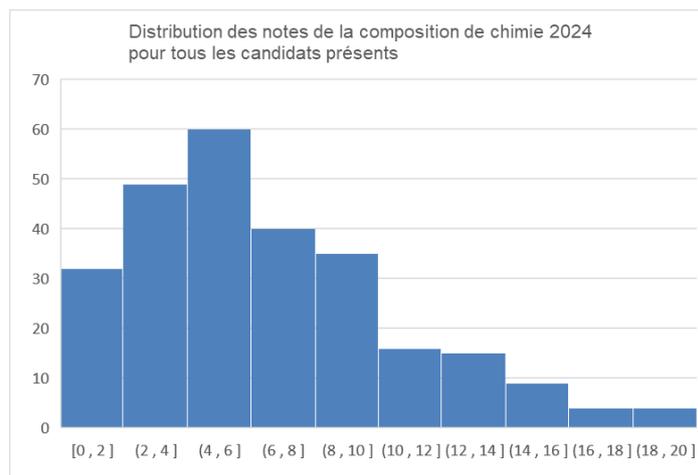
Sur l'ensemble du sujet le candidat est amené à analyser les modèles utilisés et à les interroger en mettant en tension les résultats expérimentaux et le modèle afin de valider ou invalider ce dernier. Cette focale sur l'activité de modélisation permet de tester la capacité des futurs agrégés à mettre en œuvre l'esprit des programmes d'enseignement en physique-chimie de la seconde au formations post-bac situées en établissements scolaires du second degré.

Données statistiques sur l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (109)	10,32
Ecart-type	3,4
Min	5
Max	20,0

Moyenne des candidats admis (53)	12,45
Ecart-type	3,48
Min	6,61
Max	20,0

Répartition des notes de l'ensemble des candidats ayant composés (264) et des candidats admissibles (109)



Les questions portant sur des notions et méthodes fondamentales, volontairement repérées par un symbole (*) dans l'énoncé, représentaient 46 % du barème de l'épreuve.

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 difficulté dans les questions nécessitant autonomie ou appropriation de démarches expérimentales.

Les questions qui convoquaient une analyse et un argumentaire didactique ont été traitées de manière variable. Les candidats solides sur les aspects disciplinaires ont su démontrer leur capacité à articuler leurs connaissances avec des contextes d'enseignement. En contrepoint ces questions ont également pu mettre en lumière de vraies lacunes obérant la capacité à conduire une analyse réflexive sur la notion.

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.

1. Peu de candidats ont associé l'énergie de liaison au sens de rupture. Ils évoquent au contraire l'idée que la liaison contient de l'énergie ce qui est l'origine de conceptions erronées sur l'énergie chimique.
2. Peu de candidats ont compris que la libération d'énergie résultait de la transformation chimique, c'est-à-dire de la recombinaison des atomes, et non de l'énergie de liaisons comme semble l'indiquer la phrase de l'ADEME.
3. Les candidats qui ont bien répondu à cette question sont ceux qui ont bien répondu à la question précédente.

Ces trois premières questions testaient la capacité des candidats à interroger les conceptions initiales erronées des élèves au préalable de toute construction de nouvelles notions. Cette approche didactique a mis en difficulté de nombreux candidats.

4. Beaucoup de candidats ont initié un raisonnement, le jury a valorisé les tentatives argumentées. Le principal obstacle a été l'identification des hypothèses mobilisées. Un certain nombre de candidats a confondu la notion d'avancement et celle de quantité de matière de butane, ces deux grandeurs n'étant égales que pour une écriture particulière de l'équation de réaction de combustion.
5. La question est souvent bien traitée.
6. La régiosélectivité est souvent reconnue mais sa définition rigoureuse pose problème. La chimiosélectivité est moins reconnue. Sa définition pose également problème. Beaucoup de candidats ont évoqué des stéréosélectivités alors que les structures des produits ne faisaient apparaître aucun indicateur stéréochimique.
7. Question plutôt satisfaisante. Étonnamment de nombreux candidats mentionnent la spectroscopie infrarouge comme technique de quantification possible pour cette étude.
8. Question peu traitée. De nombreux candidats ont pensé qu'il s'agissait de justifier la régiosélectivité de la transformation ce qui n'était pas le cas.
9. Question peu traitée.
10. Beaucoup de candidats ne mentionnent pas la variation infinitésimale de l'avancement dans le critère d'évolution. Beaucoup considèrent qu'un système chimique évolue uniquement si $\Delta rG < 0$.
11. Question bien traitée.
12. L'identification de l'avancement à l'équilibre est souvent satisfaisante mais peu de candidats conclut au caractère d'équilibre chimique de l'état final par comparaison entre l'avancement final et l'avancement maximal.
13. Question qui a donné lieu à des réponses peu rigoureuses.

14. Beaucoup de confusions entre l'enthalpie et l'enthalpie libre ou encore entre l'enthalpie libre et l'enthalpie libre de réaction. La notion d'enthalpie libre corrigée a posé des difficultés.
15. Les raisonnements sont souvent bien conduits et lorsque les ordres de grandeur obtenus ne sont pas bons, un commentaire a généralement été proposé, ce qui est positif.
16. La loi de modération de Le Chatelier, bien que non attendue, a régulièrement été bien utilisée.
17. Beaucoup de candidats n'ont pas compris l'erreur commise par l'étudiant et la confusion entre l'expression du quotient réactionnel et celle de la constante d'équilibre thermodynamique. Pour cette question à caractère didactique il était attendu du candidat une analyse de l'erreur, une correction proposant un raisonnement centré sur le quotient de réaction, puis un conseil à l'élève qui permette de lui expliquer son erreur.
18. La définition des modes normaux est souvent imprécise, les schémas manquent de précision même si les idées qu'ils véhiculent semblent comprises.
19. Question bien traitée.
20. Les demis entiers sont rarement proposés.
21. Beaucoup de candidats n'ont pas compris qu'il fallait analyser les écarts entre les nombres d'ondes et les relier à des écarts d'énergie censés être constants dans le cas du modèle harmonique.
22. Question bien traitée.
23. De nombreux candidats continuent à utiliser l'écart relatif pour comparer une grandeur à une valeur de référence, mais le jury se satisfait du nombre important de candidats faisant désormais référence à l'écart normalisé.
24. La question paraissait simple mais de nombreux candidats comparent l'écart entre la haute occupée et la basse vacante pour une même espèce chimique au lieu de procéder à des comparaisons entre plusieurs espèces chimiques.
25. La question a donné lieu à beaucoup de paraphrase. La sélectivité comme difficulté potentielle a généralement été proposée à juste titre. En revanche, les avantages de l'activation sont rarement proposés.
26. L'équation de réaction est correctement écrite tout comme l'identification de l'étape d'activation.
27. Le caractère stoechiométrique pour l'utilisation du platine est rarement reconnu.
28. La majorité des candidats ne calculent pas correctement le nombre d'oxydation du platine dans les différents complexes.
29. Question simple et souvent bien traitée.
30. Les candidats ayant une culture pratique de l'oxydoréduction n'ont pas été gênés par cette question.
31. Question souvent bien traitée.
32. Peu de candidats ont compris que l'électrolyse servait à oxyder in situ le complexe de platine.
33. Beaucoup de candidats ont reconnu l'estérification intra-moléculaire et ont proposé un mécanisme réactionnel cohérent. On constate un nombre non négligeable de candidats qui font partir les flèches courbes à partir des charges formelles ce qui interroge sur la rigueur attendue dans l'écriture des mécanismes réactionnels.
34. Question bien traitée.
35. Question très discriminante.
36. Un nombre important de candidats n'a pas utilisé les colonnes de droite de la table de caractère qui fournissait pourtant quasi-directement la réponse à la question.

37. Il est étonnant de voir qu'un nombre important de candidats ne tient pas compte des étiquettes de symétrie attribuées pour construire le diagramme d'orbitales moléculaires. Par exemple alors qu'ils avaient identifié deux groupes de symétrie A1 et T2, le diagramme qu'ils construisent pouvait présenter jusqu'à quatre niveaux d'énergie.
38. Question souvent bien traitée.
39. Les diagrammes d'orbitales moléculaires construits ont souvent été incomplets.
40. La notion de rétrodonation n'est souvent pas acquise. L'affaiblissement de la liaison C-H résultant de la rétrodonation est rarement évoquée.
41. La constante apparente est régulièrement bien écrite, les équations différentielles régissant les évolutions des concentrations P1 et P2 le sont également, mais la formule finale apparaît souvent sans les étapes intermédiaires de calcul. En particulier, la nullité des concentrations initiales des produits est très rarement soulignée.
42. Question simple qui n'a pas posé de difficulté importante.
43. Le bilan de matière est en général correctement écrit.
44. Si les équations différentielles sont bien écrites, leur intégration ne l'est pas toujours, un certain nombre de candidats ne prenant pas en compte la donnée relative aux instants initiaux différents pour la formation des deux produits.
45. Question assez calculatoire qui a été peu traitée.
46. Lorsque la question a été abordée, le raisonnement a souvent été correct.
47. Le jury a valorisé ici différentes propositions d'exploitation de la courbe utilisant la formule mathématique fournie plus haut dans l'énoncé.
48. La quasi-totalité des candidats confond la nomenclature des sels et celle des complexes.
49. Les réponses à cette question sont souvent partielles. En particulier, l'ionisation n'est pas toujours évoquée tout comme la déviation par le champ magnétique.
50. Il était étonnant de voir qu'un nombre important de candidats ne connaît pas les effets électroniques de groupements aussi classiques que ceux évoqués dans le sujet.
51. La question a souvent été correctement traitée.
52. L'hydrolyse des esters en milieu basique est souvent reconnue mais beaucoup de candidats ne tiennent pas compte du caractère basique du milieu pour proposer la formule d'un carboxylate comme produit final de la synthèse. Le mécanisme réactionnel est souvent correctement écrit ce qui est cohérent avec l'écriture correcte du mécanisme de l'estérification plus tôt dans le sujet.
53. Aucun candidat n'a compris que l'étude montrait une influence du groupement R dans l'exaltation de l'électrophilie de l'ester.
54. La réponse à cette question est souvent proposée sans tenir compte de l'étude expérimentale.
55. Les facteurs proposés pour justifier le mécanisme sont généralement cohérents.
56. L'interprétation de la faible valeur du coefficient donne lieu à des commentaires souvent peu probants.
57. Réponse souvent correcte et justifiée à partir des structures des réactifs utilisés dans l'étude.
58. Les candidats correctement préparés connaissent la relation d'Eyring, beaucoup d'autres proposent l'expression de la loi d'Arrhenius.
59. Le jury a été ouvert sur cette question concernant la valeur de l'enthalpie libre d'activation extraite de la figure proposée.
60. Question très peu traitée.

Rapport sur l'épreuve B - Composition de physique : « L'acoustique : de la Terre vers Mars »

L'épreuve a porté sur « l'acoustique, de la Terre vers Mars ». Le sujet comportait 3 parties largement indépendantes. Le sujet a permis d'aborder un large champ de thèmes enseignés dans le supérieur comme l'électromagnétisme (électrostatique, théorème de Gauss, condensateur), l'électricité (RLC série), l'électronique (diagramme de Bode, ALI), la mécanique (gravitation, théorème de Gauss), la mécanique des fluides (statique), la thermodynamique (cinétique des gaz, transformations, lois de Laplace), les ondes (ondes mécaniques, équation de d'Alembert avec et sans dissipation), sans oublier la programmation Python.

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.

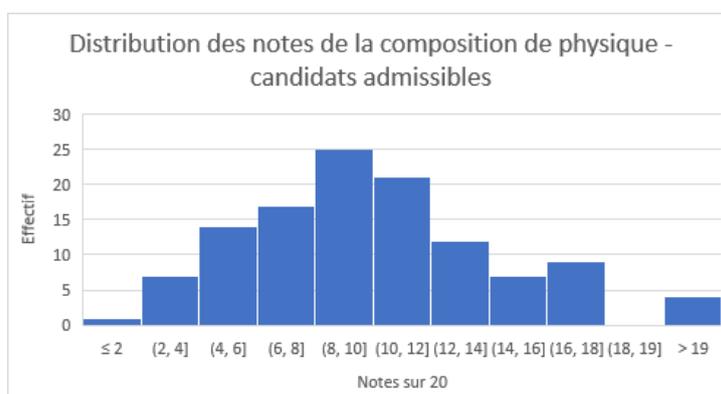
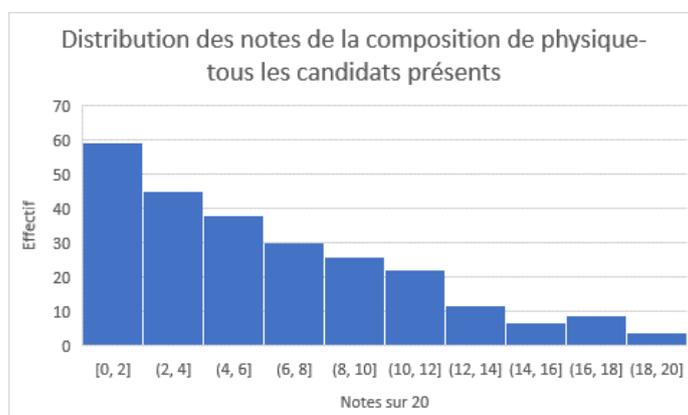
Néanmoins, le jury déplore la présence d'un nombre non négligeable de copies mal rédigées (français incorrect et orthographe défectueuse), mal présentées (nombreuses ratures, questions non numérotées, ou numérotées de façon erronée, réponses non mises en valeur) ou qui révèlent un manque d'effort de communication de contenus scientifiques, que ce soit dans l'explicitation de la démarche suivie ou la justification des réponses apportées. Ceci est fort dommageable pour de futurs enseignants.

Statistiques de l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (109)	9,92
Écart-type	4,19
Min	1,91
Max	20,00

Moyenne des candidats admis (53)	12,42
Écart-type	3,76
Min	4,28
Max	20,00

Distribution des notes

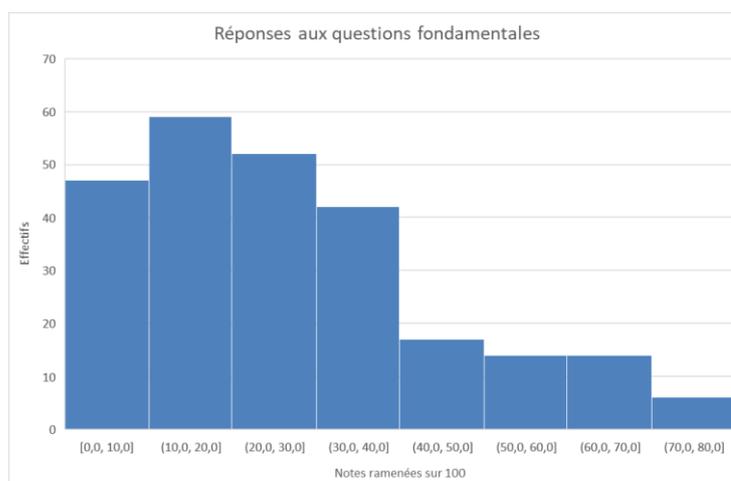


Questions fondamentales

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, le jury dénombre 36 questions fondamentales sur les 69 questions du sujet (soit 52 % des questions), ce qui représente une proportion considérable.** Il s'agit pour cette session 2024 des questions suivantes :

- Partie 1 – De la Terre à Mars : Q1, Q2, Q3, Q6, Q7, Q8, Q12 et Q16.
- Partie 2 – A propos des ondes sonores : Q18, Q19, Q20, Q21, Q26, Q28, Q29, Q30, Q31, Q32, Q33, Q35, Q36, Q38, Q39 et Q41.
- Partie 3 – De la conception d'un microphone à électret à ses usages sur Mars : Q44, Q45, Q46, Q47, Q49, Q50, Q51, Q52, Q56, Q57, Q59 et Q61.

Cette année le poids dans le barème de ces questions atteint **50% du poids total des questions du sujet.**



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'enseignement, 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. Les chiffres significatifs doivent également être cohérents avec ceux des données de l'énoncé et/ou avec les incertitudes des mesures lorsqu'elles sont précisées. Le nombre de chiffres significatifs conservés dans un résultat final peut également être revu à la baisse en fonction de la finesse du modèle adopté. Le jury 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 leurs calculs pour obtenir à tout prix le résultat attendu (voir le détail question par question donné ci-dessous). 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 apparaissant comme aléatoire, révélant le manque d'appropriation du sujet et un certain « papillonnage » qui rend la cohérence de la démarche scientifique développée dans la copie difficile à évaluer. On peut noter également que certains candidats donnent des réponses où se côtoient les affirmations les plus contradictoires, la réponse fournie étant en partie exacte, en partie fausse, révélant ainsi 'au mieux' un manque de logique ou de cohérence et 'au pire' une stratégie délibérée pour grappiller des points. Dans les deux cas, les points dévolus à la question n'ont pas été attribués à la copie.

Le jury encourage les candidats à tester systématiquement l'homogénéité de leurs formules et la pertinence des valeurs numériques obtenues.

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

Dans ce qui suit seront explicitées, pour toutes les questions, certaines erreurs fréquemment commises, ainsi que les attendus du jury pour aider les futurs candidats dans leur préparation de cette épreuve.

PARTIE 1 – de la Terre à Mars

Il s'agissait de tester les connaissances fondamentales des candidats sur la statique des fluides, les notions de flux de champ de vecteurs, de cinétique des gaz et d'astronautique avec les vitesses cosmiques. Cette partie permettait également d'aborder la notion de modèles physiques en confrontation avec des données expérimentales. De manière générale, le jury regrette que de trop nombreux candidats se montrent approximatifs sur ces questions.

Q1. Les correcteurs ont constaté que le bilan des forces demandé restait parfois approximatif alors que la formulation de la question était précise. Dans un nombre très significatif de copies, le système et le référentiel n'étaient même pas mentionnés tandis que dans d'autres l'équation différentielle était donnée sans démonstration, avec parfois des erreurs de signes. Il aurait été également bienvenu de faire un schéma, complétant celui suggéré par l'énoncé, pour que figurent clairement les différentes forces, leur direction et leur sens. Certains candidats ont rajouté la poussée d'Archimède dans le bilan des forces, ce qui était redondant avec les forces de pression. Certains candidats ont évoqué les forces de pression latérale, ce qui a été apprécié. Enfin, bon nombre de candidats maîtrisent mal la notion d'échelle mésoscopique : le poids d'un système compris entre les cotes z et $z+dz$ ne fait intervenir que la masse volumique en z .

Q2. Cette question a été globalement bien traitée, avec une bonne reformulation de la masse volumique.

Q3. La résolution de l'équation différentielle, avec sa solution homogène en forme exponentielle, a donné lieu majoritairement à des bonnes réponses, sauf dans la situation comportant des erreurs de signes.

Q4. L'idée d'une quantité H , grandeur locale et homogène à une distance, a bien été perçue par les candidats, de même que l'a été sa comparaison avec l'épaisseur de l'atmosphère planétaire. Certains candidats, cependant, ont oublié de convertir la masse en kg et ont alors trouvé une valeur de H mille fois trop petite, sans s'interroger plus avant sur la pertinence du résultat. D'autres (trop nombreux) ont laissé $\ln(e)$ dans l'expression, sans la simplifier. À noter également une confusion chez certains, entre e la base du logarithme népérien et e pour la charge de l'électron, ce qui a immanquablement entraîné un problème d'homogénéité et des valeurs numériques pour H totalement farfelues...Le commentaire attendu a parfois été oublié.

Q5. Le jury déplore le fait que peu de candidats ont valablement calculé la pression moyenne P_0 , ce qui a conduit à des déductions erronées quant à la validité du modèle ainsi qu'à des valeurs fausses de ρ pour le cas martien. De fait, le jury a trouvé dans certaines copies des valeurs de pression de 10^{-84} Pa, ou de masses volumiques de 10^{-86} g/m³, sans aucun commentaire des candidats concernés. Dans le même ordre d'idée, si un candidat ne trouve pas la valeur indiquée dans l'énoncé -valeur mesurée- issue du modèle isotherme proposé, il est préférable d'avancer que le modèle ne convient pas, plutôt que d'invoquer une erreur d'énoncé !

Q6. Le jury constate, à regret, des expressions de forces trop approximatives : absence de flèches sur les vecteurs voire leur présence partielle rendant les expressions inhomogènes, force gravitationnelle non

nécessairement attractive avec oubli de signe ou avec la formulation de la force électrostatique à l'aide d'une mystérieuse « constante électrostatique » k . Le jury attend a minima pour des candidats à l'agrégation qu'ils expriment correctement la force avec la constante ϵ_0 . Lorsque des candidats introduisent des vecteurs unitaires dans l'expression des forces, il est nécessaire de les définir à l'aide, par exemple, d'un schéma. Quant à l'explicitation des analogies, elle est restée souvent trop implicite.

Q7. Cette question n'a pas donné lieu à un traitement satisfaisant, avec des réponses trop souvent évasives. Si les invariances ont été à peu près bien perçues et retranscrites, les symétries ont donné lieu à des approximations, omettant quasi systématiquement d'inclure le point M d'observation dans les plans de symétrie mentionnés. Rappelons qu'il ne peut exister de plans d'antisymétrie pour une distribution de masse puisque la masse est toujours positive. En revanche, le jury relève, avec satisfaction, un nombre de candidats invoquant le principe de symétrie de Curie. Le jury rappelle qu'il est impératif de préciser que c'est la distribution de masse qui est invariante par rotation ou symétrie plane. Bon nombre de candidats ont affirmé que c'était le champ gravitationnel qui était invariant ce qui met en évidence un problème de logique dans le raisonnement (« le champ est invariant donc le champ est invariant »).

Q8. Si, à de rares exceptions près, le théorème de Gauss électrostatique a été correctement énoncé, son analogue gravitationnel a donné lieu à beaucoup d'erreurs, avec des problèmes récurrents de signes, de coefficient 4π , compromettant sérieusement le calcul demandé dans la question suivante.

Q9. La réponse à cette question a été binaire selon la réponse précédente, avec parfois une puissance également erronée sur le rapport des longueurs.

Q10. Cette question a donné lieu à un nombre convenable de réponses justes, le format de l'expression attendue étant par ailleurs indiqué dans le sujet.

Q11. La condition aux limites sur la pression en $r = r_M$ ayant été peu explicitée voire utilisée, il est cependant remarquable que certains candidats parviennent néanmoins à la bonne expression pour $P(H)$, cette dernière par ailleurs donnée dans le texte. Le jury constate également la quasi absence de valeur numérique correcte.

Q12. Cette question visait à l'établissement de la deuxième vitesse cosmique et comme telle était considérée comme une question fondamentale ; elle est loin d'avoir été traitée avec succès par l'ensemble des candidats. La définition rigoureuse de la vitesse de libération, c'est-à-dire $E_m = 0$, n'a pas souvent été invoquée ; se contenter de dire que c'est la vitesse pour laquelle le point « échappe » à l'attraction de l'astre n'est pas suffisant.

Q13. Cette question d'applications numériques n'appelle pas de commentaires particuliers si ce n'est la problématique liée aux chiffres significatifs.

Q14. Question globalement bien traitée, avec parfois l'oubli du paramètre a dans l'intégration, et donc dans l'expression de B .

Q15. Question également globalement bien traitée.

Q16. Les candidats se sont appropriés le calcul de la vitesse quadratique moyenne en n'étant pas toujours rigoureux sur la notation de la moyenne du carré. L'appréciation était laissée au candidat quant à la nature de la particule, monoatomique, diatomique... ; le jury s'est adapté lors de la correction, mais a cependant trouvé un coefficientage peu réaliste des degrés de liberté dans certaines copies. En outre, les applications numériques n'ont pas toujours été dans les ordres de grandeurs attendus.

Q17. Pour traiter cette question, il fallait avoir traité correctement les questions 13 et 16 ; ceci a limité le nombre de bonnes réponses étayées.

PARTIE 2 – à propos des ondes sonores

Cette partie avait pour but de balayer assez largement la notion d'onde mécanique à partir de la progression d'une onde acoustique, avec mais également sans dissipation. Elle permettait de tester les connaissances

des candidats en thermodynamique ainsi qu'en mécanique des fluides, d'envisager certaines analogies avec l'électrocinétique. Enfin, elle permettait techniquement d'évaluer le candidat sur ses prises d'initiatives, en particulier sur ses capacités à linéariser des équations dans le but de rendre un modèle analytique et donc plus simple à exploiter.

Q18. Cette question n'a pas été traitée de façon convaincante dans l'esprit du sujet, c'est-à-dire sur les aspects de déformabilité et de compressibilité.

Q19. La notion d'onde progressive est restée vague dans bien des copies, cette dernière ayant été émaillée de tautologies telles que « *une onde progressive est une onde qui progresse* » ; à minima étaient attendus les qualificatifs de *perturbation* et d'*absence de déplacement de matière*. Très peu de copies évoquent la forme mathématique $f(x \pm ct)$ des ondes planes progressives ou encore la notion de retard dû à la propagation pourtant fondamentales dans l'enseignement des ondes.

Q20. La question a été globalement bien traitée, en omettant parfois le positionnement fréquentiel des infra et ultrasons.

Q21. Le caractère longitudinal a bien été perçu pour une majorité des candidats bien que parfois non étayé par un argument scientifique. En outre, certains candidats ont tendance à confondre direction et sens.

Q22. Le découpage proposé des questions Q22 à Q25 n'a pas toujours été suivi par les candidats et le jury s'est donc adapté pour leurs corrections. Pour la présente question, le jury en déplore la lecture parfois hâtive et la non prise en compte du terme *au repos*, ce qui a inmanquablement conduit à une réponse erronée.

Q23. Le raisonnement conduisant à l'élément de longueur pour l'expression du volume a parfois montré une démarche à rebours de certains candidats, le résultat pour l'élément de masse lors du passage de l'onde étant par ailleurs donné dans le sujet.

Q24. Cette question a été globalement bien traitée et une palette large de réponses a été acceptée par le jury.

Q25. La relation demandée n'a pas toujours été simplifiée jusqu'au nécessaire à la poursuite des calculs.

Q26. La notion de compressibilité isentropique est inconnue de certains candidats qui n'ont pas su la reconstituer à partir de l'explication détaillée pourtant donnée dans le texte.

Q27. Cette question a donné lieu à du « bidouillage » par certains candidats ; le signe de ρ_1 , quant à lui, a été peu commenté dans les copies ce qui, s'agissant de la propagation d'une onde mécanique, interroge le jury. À cette occasion, ce dernier a pu noter une confusion de vocabulaire entre dilatation et compression / détente, la dilatation étant la variation du volume en fonction de T et non de P .

Q28. Cette question a été plutôt bien traitée, le jury ayant considéré et validé des stratégies de calcul alternatives à celle explicitement proposée dans l'énoncé.

Q29. Pour traiter cette question, par ailleurs guidée dans le texte, il s'agissait d'avoir préalablement validé la Q27. Certains candidats se sont souvenus de l'équation de d'Alembert et l'ont énoncé directement ainsi que la relation liant la célérité, la compressibilité à la masse volumique.

Q30. L'explicitation des différences et similarités a parfois manqué de rigueur.

Q31. Les lois de Laplace sont connues et maîtrisées par la plupart des candidats.

Q32. Bien que la solution à la question ait été donnée dans le sujet, cette dernière a été traitée de façon relativement satisfaisante, avec peu de tentatives de contournement.

Q33. Cette question a été également plutôt bien traitée, à l'exception de ceux qui se sont contentés de donner le résultat, ce qui n'était pas l'attendu.

Q34. Les applications numériques ont été convenablement menées dans l'ensemble.

Q35. Cette question, plutôt facile, a été bien traitée globalement.

Q36. Le découpage proposé des questions 36 à 38, pourtant bien détaillées et guidées, n'a pas toujours été suivi par les candidats et là encore, le jury s'est adapté. La Q36 a particulièrement posé problème aux

candidats quant à la linéarisation et la simplification des équations, et il conviendrait donc qu'ils y soient davantage entraînés dans la phase de préparation au concours.

Q37. Cette question a posé moins de problèmes aux candidats, certains s'aidant utilement d'équations aux dimensions.

Q38. Cette question a été plutôt bien traitée également, avec cependant un nombre significatif de candidats qui ne précisent pas la valeur de μ , pourtant explicitement demandée pour le cas non dissipatif.

Q39. L'analogie avec l'électrocinétique et le circuit *RLC* a été menée de façon satisfaisante, même si les transpositions attendues des différentes grandeurs n'ont pas été menées à terme. Le jury rappelle la nécessité, en électrocinétique, de faire un schéma en introduisant les notations nécessaires ainsi que l'orientation des grandeurs algébrisées (tension, intensité, charge de l'armature d'un condensateur).

Q40. Cette question a été plutôt bien traitée dans sa première partie ; en revanche la conclusion visant à pointer la grande atténuation de l'atmosphère martienne par rapport à celle terrestre n'a pas été perçue par la quasi-totalité des candidats.

Q41. Un nombre trop important de candidats se sont contentés d'écrire la relation de dispersion dans le vide pour une onde plane électromagnétique ce qui n'était pas la question posée.

Q42. Cette question a parfois donné lieu à de bons développements, avec parfois des problèmes de signes sur la partie imaginaire de l'expression de dispersion.

Q43. Aucun candidat n'a perçu, dans cette résolution de problème, la spécificité martienne entre célérité, indice adiabatique (variable) et degrés de liberté (également variables) des molécules, et ceci malgré la présence de la question Q33. La démarche de la résolution de problème doit être maîtrisée par les candidats. Dans ce type de question, la démarche scientifique rigoureusement étayée et correctement communiquée, même non aboutie, est valorisée.

PARTIE 3 – de la conception d'un microphone à électret à ses usages sur Mars

Cette partie était l'occasion de tester les connaissances des candidats sur l'électrostatique, sur l'électronique (avec l'*ALI*), sur la programmation python, sur les systèmes interférentiels ainsi que sur la simple géométrie euclidienne. La fin de la composition a très peu été abordée par les candidats malgré des questions très abordables.

Q44. Le jury conseille aux candidats dans leur travail de préparation au concours de bien réviser des notions basiques, telles que celles relatives au concept de plan infini en électrostatique.

Q45. Cette question a été traitée aussi peu efficacement que la Q7 à laquelle nous renvoyons le lecteur.

Q46. Comme écrit dans le sujet, la justification était attendue au-delà de la simple relation. La distribution de charge est un plan de symétrie de la distribution. Quelques raisonnements fondés sur des schémas correctement annotés ont donné lieu à une attribution partielle des points de la question.

Q47. Le jury a été attentif au choix de la surface de Gauss. Comme le résultat était donné, il a également redoublé de vigilance quant à la sincérité de la démonstration. Les surfaces latérales ne contribuant pas au flux du champ de vecteur *E* ont trop souvent été non explicitées.

Q48. Le principe de superposition aurait gagné à être illustré par un schéma, même si ça n'était pas explicitement demandé dans le sujet. Le jury reproche aux candidats le manque de rigueur dans l'explicitation du champ électrique résultant au regard des trois régions distinctes à considérer. En outre, ce ne sont pas les effets de bord qui sont responsables de la discontinuité de champ *E*, comme trop souvent rencontré dans les copies.

Q49. Le jury a relevé des relations fantaisistes entre potentiel et champ. Le manque de rigueur relevé à la question précédente vaut ici également, en particulier pour la détermination des constantes d'intégration. Dans de nombreux cas, les candidats n'ont pas tenu compte de l'existence des différents domaines.

- Q50. Cette question a été globalement bien traitée excepté la confusion lignes / surfaces pour les équipotentielles.
- Q51. Cette question reçoit un commentaire positif du jury quant à son traitement adéquat par les candidats mais renvoie également à celui émis pour la Q44.
- Q52. Pas de commentaire.
- Q53. Cette question ne présentait aucune difficulté pour un candidat ayant lu attentivement le paragraphe qui la précédait (égalité des tensions) ; l'expression littérale de Q_{tot} a été très souvent donnée mais le calcul a été rarement mené à son terme.
- Q54. Cette question découlant de la précédente, elle a alors donné lieu à bien peu d'expressions correctes pour Q_d , U_d et E_d .
- Q55. La même remarque s'applique que précédemment.
- Q56. Cette question a été traitée de façon globalement satisfaisante, avec cependant parfois un problème de signe sur la fonction de transfert et des $R_{\text{IN}} / R_{\text{OUT}}$ intervertis entre numérateur et dénominateur. Le jury rappelle qu'il est souvent intéressant d'utiliser le théorème du diviseur de tension.
- Q57. Cette question a été traitée par de nombreux candidats, et souvent de façon judicieuse. Parfois, la nature du filtre annoncé n'a pas été en adéquation avec le tracé du diagramme de Bode de la Q59.
- Q58. Dans un nombre significatif de copies, la valeur de C s'est trouvée être correcte à l'inverse de celle de R_{OUT} , cette dernière requérant certainement plus de réflexion. Le jury insiste sur la simplicité du calcul.
- Q59. Cette question, pourtant formulée de façon détaillée, a été traitée de façon très décevante et généralement peu soignée. Là encore, il s'agissait d'une question classique. Trop de candidats oublient qu'un diagramme de Bode correspond à une abscisse en $\log \frac{\omega}{\omega_c}$ et non en $\frac{\omega}{\omega_c}$.
- Q60. Cette question désormais classique a été peu traitée ; l'introduction des capacités numériques dans les programmes d'enseignement (langage Python ou utilisation d'un microcontrôleur de type Arduino) remonte pourtant à plusieurs années. Le jury attend des candidats une maîtrise de ces capacités numériques.
- Q61. Peu de candidats ont pensé au facteur 2.
- Q62. Le calcul attendu était celui -très standard- mené pour déterminer le potentiel d'un dipôle électrostatique, c'est-à-dire distinguer par des approximations adaptées à grande distance le comportement d'un terme d'amplitude et d'un terme de phase. Certains candidats ont réussi à « bricoler » le bon développement limité sur le terme de phase, par ailleurs donné dans l'énoncé.
- Q63. Un certain nombre de candidats ont su intelligemment transposer le développement limité de la question précédente à la situation de la source O_2 et le jury s'en est satisfait.
- Q64. Cette question a été assez peu traitée et les candidats qui s'y sont attelés ont bien perçu le caractère linéaire du problème et la possibilité de superposer au point d'observation M les *trois* champs de pression. La fonction de directivité, essentielle au Rover martien, bien que définie dans l'énoncé, n'a pas suscité de vocations calculatoires de la part des candidats.
- Q65. Cette question a été très peu traitée, et les rares candidats qui s'y sont attelés ne l'ont pas réussie car la fonction est anisotrope.
- Q66. Il fallait combiner de la géométrie avec la définition d'une vitesse instantanée en cinématique et reformuler en termes d'intégrale. Peu de candidat s'y sont essayé.
- Q67. Q68. Q69. Les trois dernières questions n'ont pas été traitées malgré le guidage proposé aux candidats ; il est vrai qu'il fallait avoir validé la Q33. La Q68 nécessitait un simple développement limité rappelé en annexe2 et la Q69 pointait l'importance des brusques variations du vent martien et leur impact sur la modélisation simplifiée du gradient de température a .

Rapport sur l'épreuve C - Problème de chimie : « La chimie des chromophores organiques »

Description du sujet

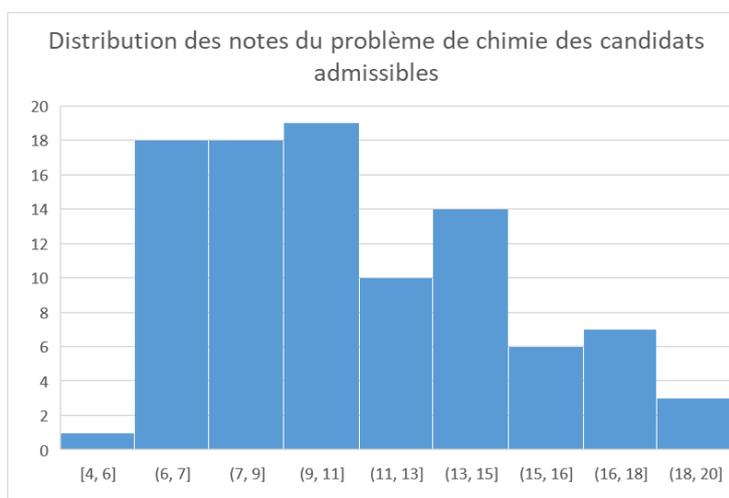
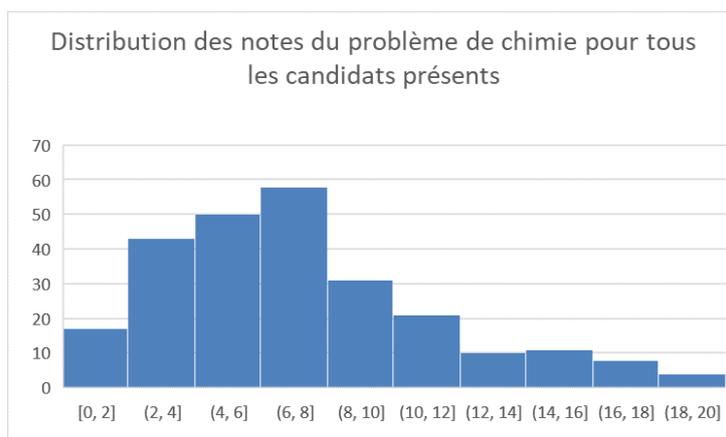
Le sujet de l'épreuve 2024 avait pour thème la chimie des chromophores organiques, des espèces chimiques capables d'absorber les rayonnements lumineux puis de dissiper l'énergie absorbée en émettant de la lumière, en transférant de l'énergie ou en subissant des réactions photochimiques par exemple et qui présentent des nombreuses applications dans le domaine de la chimie des matériaux et en biologie. Ce sujet proposait de revenir sur les principes fondamentaux des interactions lumière-matière, d'étudier la synthèse des chromophores organiques et d'étudier leurs propriétés en tant que sondes fluorescentes pour l'imagerie en biologie puis en tant que photochromes. Ce sujet permettait d'aborder des domaines variés de la chimie : transitions électroniques moléculaires, synthèse organique, spectroscopies UV, de fluorescence, IR et RMN, interactions intermoléculaires, acido-basicité et orbitales moléculaires.

Statistiques de l'épreuve

Moyenne des candidats admissibles (109)	11,59
Ecart-type	3,7
Min	4,31
Max	20,00

Moyenne des candidats admis (53)	12,64
Ecart-type	3,63
Min	6,57
Max	20,00

Répartition des notes de l'ensemble des candidats (252) et des candidats admissibles (109)



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 vise à évaluer la capacité 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 formule ou de définition (sur l'absorbance par exemple), une analyse simple de document (diagramme de Perrin-Jablonski, séquences de synthèse organique par exemple) ou la réalisation d'un raisonnement suivi ou non d'un calcul réalisable à un niveau licence (analyse infra-rouge, analyse RMN et valeur de champ, écriture de réaction acide-base, comparaison de propriétés de nucléophilie et de basicité par exemple).

On dénombre 24 questions fondamentales sur les 76 questions du sujet soit presque un tiers. En termes de points, cela correspond à 31 % du total.

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 l'étude des principes fondamentaux des interactions lumière-matière.

Une première sous-partie aborde principalement le phénomène d'absorption développé au niveau L1 puis extrapolé à l'échelle moléculaire en introduisant la section efficace d'absorption moléculaire.

Le jury regrette que des notions simples ne soient pas systématiquement maîtrisées. Par exemple, la formule de l'absorbance en fonction de I et I_0 est souvent fautive, ce qui dénote un manque de recul sachant que l'absorbance est une grandeur positive. Les fonctions mathématiques \log et \ln sont également trop souvent confondues et leur manipulation mal maîtrisée. Par ailleurs, la relation permettant le calcul de la surface d'un cercle à partir de son rayon est parfois non connue. Enfin, bien que l'énoncé précise que la question 4 s'intéresse à l'absorption d'un point de vue microscopique, la constante d'Avogadro a souvent été omise dans l'expression de la variation du flux de photons incidents (ainsi que le signe (-)) écrite en fonction de la concentration en quantité de matière (aspect macroscopique).

La seconde sous-partie aborde le devenir de l'état excité. Cette sous-partie questionnait sur les processus de désexcitation qui peuvent avoir lieu suite à l'absorption d'un photon et sur leurs aspects cinétiques pour les relier au rendement quantique.

Les erreurs fréquemment rencontrées (et donc à éviter) sont : confondre niveaux électroniques et vibrationnels, écrire une formule et non faire des phrases pour donner une définition, ne pas indiquer les unités associées lors d'applications numériques.

Partie II. Cette partie porte sur la synthèse organique de sondes de polarité ou de pH fluorescentes et l'étude de leurs propriétés pour l'imagerie biologique, en s'appuyant d'une part sur des connaissances de niveau L1-

L2 ou équivalent et d'autre part sur des documents en annexe donnant des informations sur l'étude de propriétés stéréoelectroniques des ligands, les interactions métal-ligand, la synthèse peptidique et l'échelle de polarité de Reichardt.

La première sous-partie aborde la synthèse organique multi-étapes du Pro12A, incluant l'analyse RMN ^1H d'un intermédiaire, et se poursuit sur une étude de solvatochromie pour aboutir à l'étude de son interaction avec les membranes biologiques phosphoglycéridiques et la cartographie de la perméabilité membranaire par imagerie de fluorescence.

Les points de vigilance à retenir sont : la méconnaissance de la fonction sulfonate, la confusion entre addition électrophile et substitution électrophile ou substitution nucléophile et substitution nucléophile aromatique, une mauvaise maîtrise des substitutions électrophiles aromatiques, la difficulté d'identification des réactions métallo-catalysées, le non-respect de l'ordre demandé pour un classement et l'utilisation parfois à mauvais escient des signes < ou > dans les classements, le non-respect du formalisme imposé par l'énoncé (lettre pour les déplacements chimiques RMN), la méconnaissance de la notion d'aimant supraconducteur pour l'appareil de RMN. Le jury rappelle également l'importance de bien lire la question posée pour y répondre exactement (question 19 par exemple, la forme mésomère de plus grande délocalisation de l'intermédiaire réactionnel est attendue et non celle du réactif).

Bien que les différentes étapes d'un cycle catalytique soient généralement bien connues, beaucoup de candidats ont eu du mal à décompter les électrons de valence d'un complexe. Un conseil est alors de privilégier le décompte ionique qui est plus simple que le formalisme de Green, plus souvent mal maîtrisé. Enfin, la notion de rétro-donation a été abordée par quelques candidats avec des explications claires.

Le jury déplore un manque de rigueur dans l'écriture des mécanismes réactionnels en chimie organique. Il est par exemple indispensable de faire partir une flèche courbe d'un doublet et non d'une charge. Les mécanismes « tout en un » trop succincts sont à proscrire (additions/éliminations ou déshydratation). Toute écriture de mécanisme doit comprendre les flèches courbes, y compris pour les réactions acide/base. Par ailleurs, les flèches simples ou doubles entre les réactifs et les produits n'ont pas la même signification et doivent être utilisées à bon escient. Dans ce contexte, la réaction de saponification a rarement été écrite avec la rigueur attendue considérant que l'étape acido-basique entre l'alcoolate et l'acide carboxylique est quantitative.

Concernant l'analyse RMN ^1H de 'intermédiaire de synthèse, l'attribution des signaux des H non aromatiques est très souvent correcte. A l'inverse, celle relative aux 6 H aromatiques a souvent été mal réalisée. Il est ainsi rappelé que l'exploitation d'un spectre RMN nécessite la prise en compte des constantes des couplages et des déplacements chimiques. Par ailleurs, le deutérium est actif en RMN mais pas dans la même gamme de fréquence que le proton d'où son utilisation en RMN ^1H .

La notion de couplage peptidique et d'activation d'un acide carboxylique n'est pas suffisamment maîtrisée. Il est trop souvent oublié qu'un acide carboxylique en présence d'une amine primaire ou secondaire donne lieu à une réaction acide-base.

La réponse à la question 36 ne nécessitait pas de modélisation des données par une courbe de tendance mais, lorsque celle-ci est réalisée, la démarche scientifique requiert une analyse de la validité du modèle sur la base d'un coefficient de corrélation ou de l'analyse de résidus.

Les schémas de bicouche et la notion de molécules amphiphiles sont assez bien connus des candidats. Pour autant, l'évolution d'une température de changement d'état doit être justifiée par l'étude des interactions intermoléculaires et non pas par l'évocation d'un critère de stabilité.

La seconde sous-partie aborde les indicateurs de pH fluorescents, les ordres de grandeurs des pK_a en lien avec la structure moléculaire, le calcul du pK_a de l'état excité à partir du diagramme d'énergie des niveaux électroniques S0 et S1 selon le cycle de Förster, la rationalisation à l'aide de la modélisation des orbitales moléculaires.

Ici, les points de vigilance à retenir sont l'importance de : connaître les ordres de grandeur des pK_a usuels en chimie organique en fonction de la nature du composé (alcool, phénol...), privilégier les formules semi-développées aux formules brutes lors de l'écriture d'équations de réaction en chimie organique, distinguer le cyclohexanol du phénol. Par ailleurs, une analyse dimensionnelle permet de se rendre compte de la nécessité de faire intervenir une constante dans une formule (par exemple la nécessité de faire intervenir le nombre d'Avogadro dans l'expression demandée à la question 48).

Partie III. Cette dernière partie porte sur les phénomènes de photochromie, la synthèse de photochromes organiques de type DASA, leur mécanisme de photocommutation et leur application en chimie des matériaux.

Les points de vigilance sont que : la notion de photochromisme est souvent floue et peu clairement expliquée (seuls quelques candidats citent la notion de réversibilité du phénomène), une SN_2 ne peut avoir lieu sur un atome de carbone engagé dans une liaison double, la notion de stéréosélectivité est souvent mal maîtrisée, l'électrocyclisation est très rarement identifiée et trop souvent confondue avec la réaction de cycloaddition de Diels-Alder, équilibrer des réactions redox est trop souvent mal maîtrisé.

La partie relative aux nanoparticules d'or fonctionnalisées par des DASA a été rarement traitée par les candidats mais, dans quelques excellentes copies, la notion de déplacement de la bande plasmon est abordée à juste titre.

D'un point de vue plus général, le jury attend encore plus de soin dans la rédaction d'une copie sans fautes d'orthographe et lisible, 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. Enfin, 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 **109**, mais **11** candidats ne se sont pas présentés.

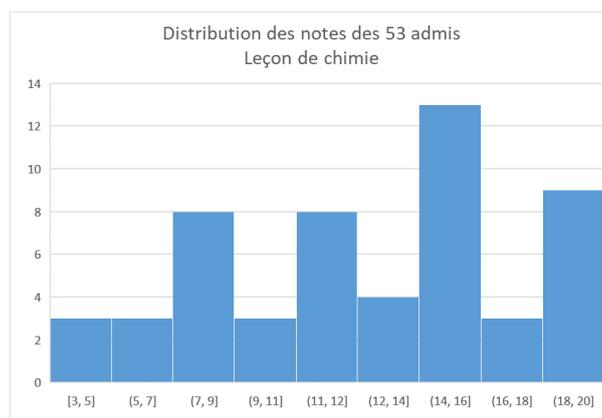
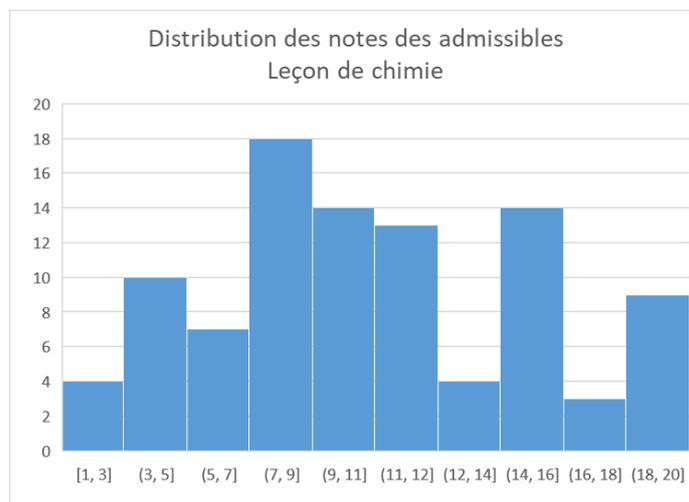
Cette année 2024, le nombre de candidats admis sur liste principale est de **53**, soit un ratio de **2**. Et **9** candidats sont inscrits sur liste complémentaire.

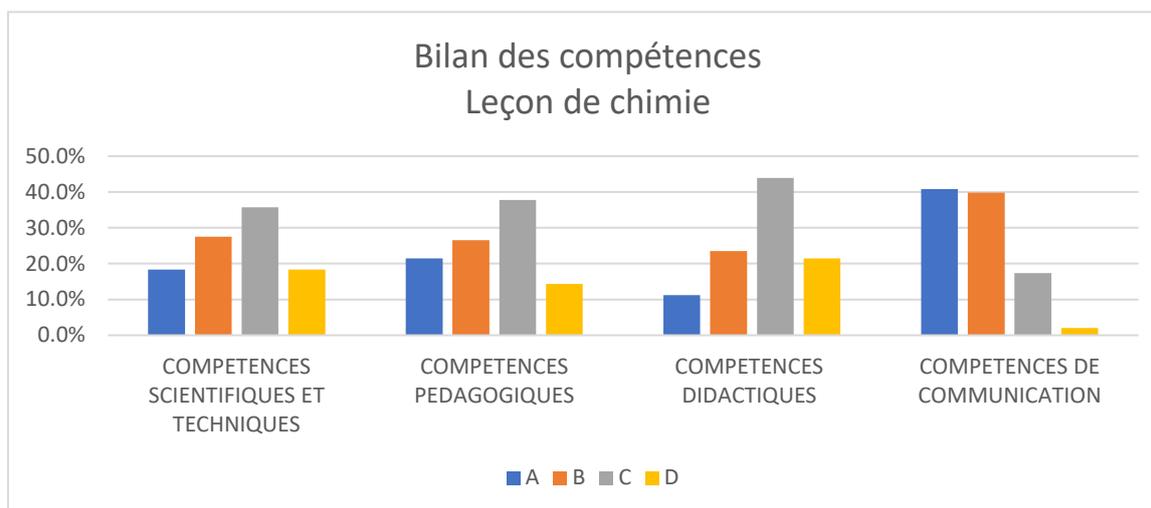
Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie »

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

Quelques statistiques

Moyenne des 53 candidats admis	12,70
Ecart-type	4,76
Min	3,00
Max	20,00





Le sujet que le candidat reçoit comporte la mention d'un thème accompagné d'un élément imposé. L'élément imposé peut prendre des formes variées : notion, courbe, tableau de valeurs, protocole opératoire, script python, exercice, photo, etc. À partir de ces deux informations (thème et élément imposé), le candidat crée une leçon originale qui fait l'objet d'un développement scientifique nécessairement 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. Cette introduction permet d'apprécier les capacités de projection du candidat dans un contexte professionnel dans lequel l'étudiant est pleinement considéré. Les choix effectués par le candidat concernant le traitement de l'élément imposé doivent apparaître clairement dès l'introduction pédagogique.

Cette introduction pédagogique gagne à inclure le niveau académique auquel le candidat a décidé de traiter la leçon, son positionnement dans une séquence plus large, les objectifs qu'il se fixe en termes d'apprentissage par ses futurs étudiants ainsi que les obstacles didactiques auxquels ceux-ci pourraient être confrontés. Ces obstacles peuvent concerner les notions difficiles, les modes de représentations, la mise en relation entre le domaine expérimental et le domaine des modèles, etc. Dans le cadre d'un recrutement de professeurs agrégés, le jury attend un repérage relativement fin des difficultés potentielles des étudiants. Se contenter d'indiquer que « la chimie organique est difficile » ou que « les calculs en thermodynamique posent souvent des difficultés » traduit une appropriation limitée des enjeux didactiques de la discipline. Ainsi, loin d'être un simple inventaire, ce travail d'identification des difficultés doit être pris en compte dans la conception et la présentation de la leçon.

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.

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 (expériences proposées en travaux pratiques, activités proposées en travaux dirigés).

Traitement de la leçon

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 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 un inventaire de notions ou de résultats non mis en relation. Toute leçon doit s'accompagner d'un plan, construit sur des parties liées de manière logique et explicite. Il doit apparaître explicitement lors de la présentation et pas seulement en introduction. Le jury incite les candidats à faire des choix didactiques sur les notions présentées afin d'éviter un aspect « catalogue ». Le jury n'encourage pas à proposer des développements scientifiques de trop haut niveau lorsque les notions préalables ne sont pas maîtrisées par le candidat.

Le candidat est libre de la proportion de la leçon qu'il consacre à l'élément imposé. Cependant, celle-ci ne doit pas être inférieure à 5 minutes. D'autre part, le choix de consacrer l'intégralité de la leçon à cet élément ne s'avère pas toujours pertinent. Il est souvent utile d'envisager cet élément dans un périmètre scientifique plus large. Lorsque l'élément imposé est constitué d'une courbe, d'un tableau de valeurs ou encore d'un script python, le candidat doit prendre le temps de s'en approprier le contenu, sans prendre peur, pour en identifier l'intérêt didactique ou scientifique et le relier au reste de la leçon pour assurer une cohérence de l'exposé.

La leçon présentée, bien qu'elle s'adresse à des étudiants fictifs, doit 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 contre-productif, d'inclure un trop grand nombre de rappels ou de réaliser un traitement intégral d'un sujet dans le temps imparti. À l'opposé, il n'est souvent pas pertinent de placer toutes les difficultés conceptuelles en prérequis car cela conduit souvent à des durées d'exposé insuffisantes. Un équilibre doit être trouvé.

Le choix des concepts retenus et de leur articulation doit se faire en lien avec les objectifs mentionnés dans l'introduction pédagogique. Les candidats sont ainsi 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.

Lorsque des difficultés pour les élèves ont été identifiées dans l'introduction pédagogique, le jury s'attend à ce que les candidats y portent une attention particulière lors de l'élaboration de la leçon et de sa présentation, ce qui est encore rarement le cas.

Le jury note l'effort fait par les candidats pour se conformer au sujet proposé (thème et élément imposé) et adapter le contenu scientifique de leur exposé à des enseignements post-bac. Le jury préfère une proposition originale et personnelle, adaptée au thème et à l'élément imposé, plutôt qu'une leçon standardisée qui peut convenir à plusieurs thèmes dans laquelle l'élément imposé est artificiellement introduit.

Ressources et supports utilisés

Pendant la session 2024, les candidats ont eu accès à internet pendant toute la durée de la préparation et de la présentation. La seule limitation de cet usage a consisté en l'interdiction d'utiliser des sites internet nécessitant une identification préalable. D'autre part, une bibliothèque est à leur disposition.

Les candidats bénéficient de 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.

La mention des ouvrages et des sites internet utilisés pour élaborer la leçon est nécessaire pour éclairer le jury sur la préparation du travail présenté. Lors de l'entretien, il peut être demandé de justifier les choix des ressources, mais également d'avoir un regard critique sur celles-ci.

Le choix des illustrations et des exemples fait l'objet d'une attention marquée de la part du jury. Les références des illustrations ou données présentées pendant la leçon doivent être systématiquement rappelées. Il n'est pas rare qu'une illustration ne soit pas parfaitement adaptée aux objectifs pédagogiques du candidat. Celui-ci est alors invité à l'indiquer et à proposer les adaptations qui lui paraîtraient pertinentes.

D'autre part, le jury encourage les candidats à illustrer leur exposé avec des vidéos, des photos et des animations. Il les invite à faire davantage appel à des programmes rédigés en langage Python, ainsi qu'à des logiciels de simulation ou de visualisation, ou encore à des modèles moléculaires et cristallins. Ces outils enrichissent fortement la présentation et mettent en évidence la capacité du candidat à prendre du recul par rapport aux connaissances pour aborder l'épreuve dans une dimension professionnelle.

En ce qui concerne les vidéos, la visualisation devra rester de courte durée pour ne pas empiéter excessivement sur le développement de la leçon.

L'utilisation de divers supports de présentation (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 l'appui excessif de notes est indispensable, l'utilisation d'autres supports permet souvent de dynamiser l'exposé et de fixer les propos essentiels.

Dans la gestion de ces supports, les candidats sont invités à s'interroger sur les informations qui seront évoquées à l'oral, sur celles qui seront projetées et sur celles qui feront l'objet d'un développement écrit au tableau pour atteindre les objectifs pédagogiques qu'ils ont énoncés au début de l'exposé.

Enfin, pour permettre que l'entretien puisse s'appuyer sur un maximum d'éléments, le jury préfère que le tableau ne soit pas effacé en cours d'exposé. Lorsque cela s'avère nécessaire, il est alors pertinent de demander au jury quelles parties peuvent être effacées.

Si lors de la session précédente, le jury avait peu apprécié le recours quasi-intégral à des diaporamas complets récupérés sur internet, il tient à souligner les efforts faits par les candidats pour proposer, cette année, des contenus originaux. Le jury note également une meilleure appropriation des contenus scientifiques présentés.

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. On note des confusions très fréquentes entre entité et espèce chimique, entre réaction et transformation, stéréosélectivité et stéréospécificité... La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie 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 du système, rigueur dans les définitions et les notations, connaissance des lois 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 particulier, la notion de variance continue à poser des difficultés à certains candidats.
- 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, processus ayant lieu aux électrodes.
- 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.
- De la rigueur et de la réflexion sont attendues dans le formalisme d'écriture en chimie organique (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 aborde, en 40 minutes, trois dimensions :

- 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. Des questions peuvent également viser à évaluer la maîtrise des contenus disciplinaires dans des domaines périphériques du thème de la leçon ;
- la deuxième partie est consacrée aux aspects didactiques (« qu'enseigner ? »). Le jury amène 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... Il peut proposer au candidat d'analyser les concepts les plus délicats, les confusions possibles en termes de vocabulaire ou le positionnement de l'exposé dans le « monde matériel » ou dans « le monde des modèles ». Le jury peut demander au candidat de proposer des moyens d'accompagner les étudiants dans l'acquisition de ces concepts difficiles. Le jury souhaite une réflexion poussée du candidat ne se limitant pas à des généralités (par exemple, le jury questionne la pertinence de simples rappels ou d'une évaluation diagnostique sans incidence sur la suite de la séquence pour dépasser les difficultés des candidats). 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 de faire des liens avec d'autres disciplines ;
- la troisième partie a pour but de prolonger l'évaluation des compétences pédagogiques du candidat (« comment enseigner ? ») : le jury peut alors demander au candidat de préciser la problématique et les objectifs de sa leçon, de résumer les messages fondamentaux, de compléter les explications fournies sur certains points délicats, de proposer des exemples complémentaires, de justifier ses choix de ressources

bibliographiques et de supports, de justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie, d'échanger sur des modalités d'évaluation et d'enseignement dans l'objectif d'assurer l'acquisition des notions par les étudiants

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 didactiques (« Quoi enseigner ? »)	Analyser le titre du sujet, identifier son périmètre, effectuer des choix pertinents y compris des exemples illustratifs, 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 et outiller les élèves pour y faire face. Disposer de repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat.
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. Place de l'évaluation. Différenciation pédagogique : classe hétérogène. Prendre du recul par rapport aux ressources.
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, loyauté, probité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue).

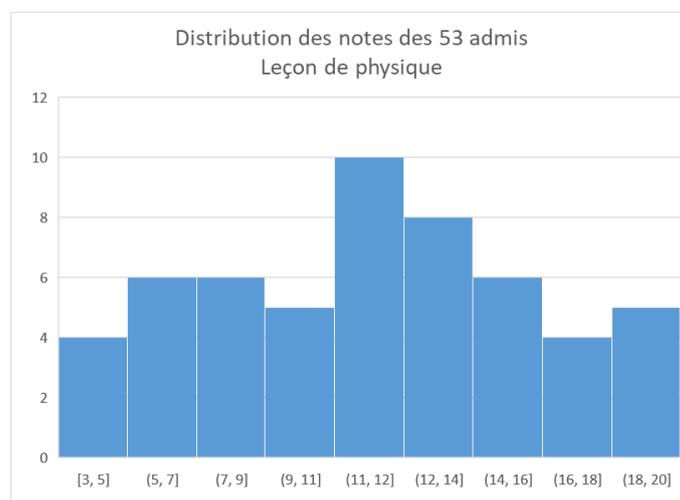
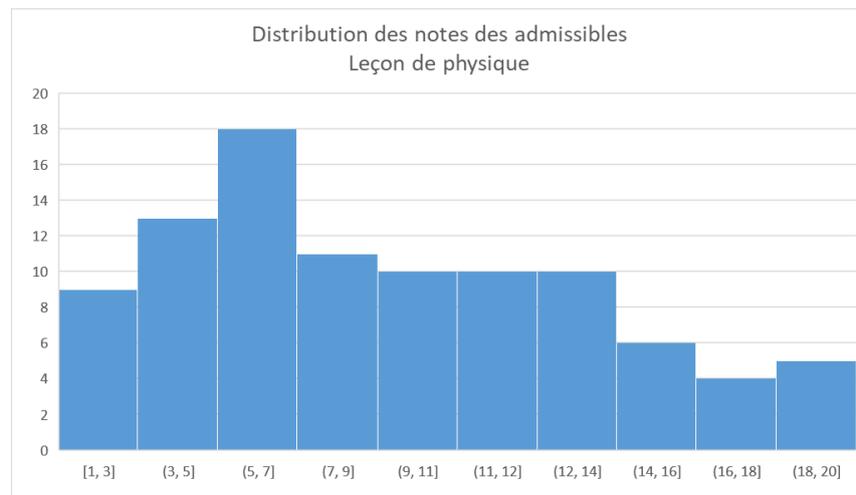
Le jury tient à féliciter les candidats qui ont su proposer **de manière authentique** des leçons pertinentes et **personnelles**, montrant leur maîtrise des concepts scientifiques, mais aussi la qualité de leurs réflexions et leur prise de recul sur les aspects pédagogiques et didactiques. Il encourage les candidats à aborder cette épreuve avec ouverture, sans penser que le jury a des attentes figées au niveau du contenu ou que l'entretien consiste à donner des réponses stéréotypées ou fermées.

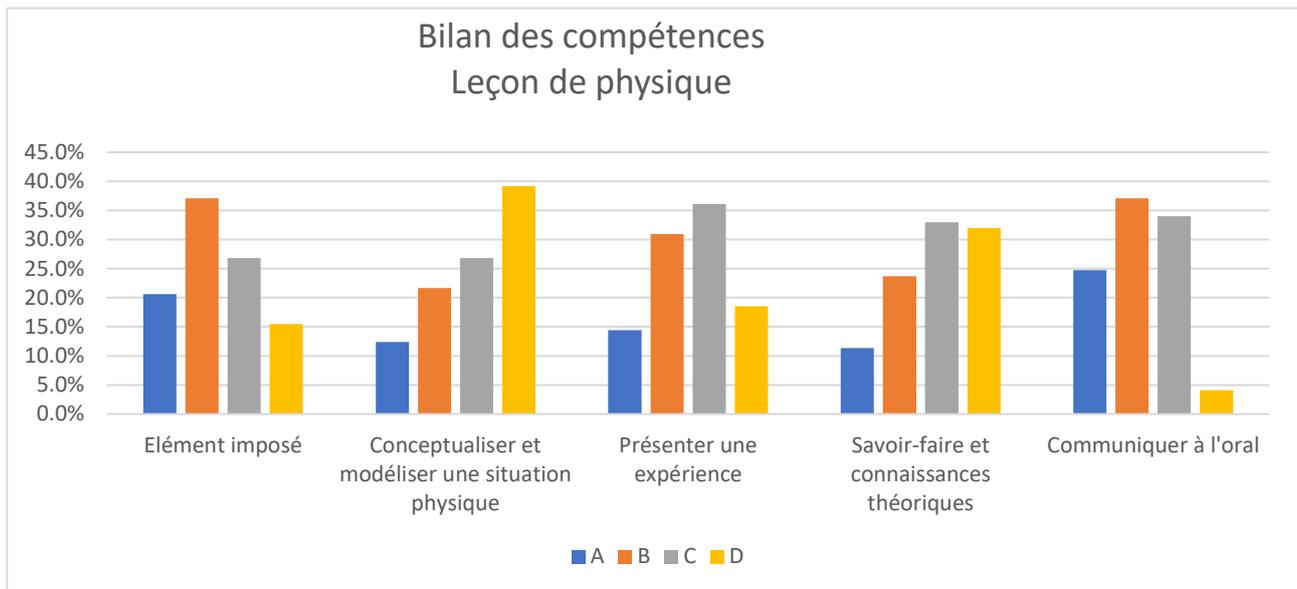
Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »

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 53 candidats admis	11,34
Ecart-type	4,54
Min	3,00
Max	20,00





Pour cette session 2024, la leçon de physique s'est inscrite dans un des domaines publiés dans le rapport, puis celui-ci était précisé 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 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 et 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'*a 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 ou drive 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.

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 questionnement – appuyée sur un exemple concret (la contextualisation). Par exemple, une leçon sur les « Réflexion et transmission des ondes acoustiques » peut être introduite et guidée par la nécessité de l'utilisation d'un gel lors d'une échographie. 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 toujours 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 attaché à l'importance des liens conceptuels que le candidat peut tisser entre plusieurs domaines dans une approche par analogie (par exemple, les notions d'impédances dans le domaine des ondes, les notions de résistances en électricité, en thermique, en hydraulique, ou encore les notions de champ), 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).

Le jury constate que la différence entre les notions de variations et de transferts d'une grandeur est de mieux en mieux comprise en thermodynamique (notations Δ ou d pour les variations *versus* « rien » ou δ pour les transferts). En revanche, la confusion demeure dans les autres domaines. En particulier, la définition de l'intensité électrique ou du débit volumique est bien liée, *a priori*, à un transfert et non à une variation : par définition, $i = \delta q/dt$, ce qui ne peut se récrire $i = dq/dt$ qu'après un bilan de charge en présence, par exemple, d'un condensateur.

Dans la même idée, les candidats doivent connaître la double signification du symbole « d » : il s'agit, tantôt, de noter la variation d'une grandeur entre deux dates infiniment proches, tantôt, d'indiquer qu'une grandeur extensive se rapporte à un système de taille mésoscopique.

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.

- Le jury attend des candidats une utilisation systématique d'un vocabulaire précisément défini et adapté aux concepts scientifiques présentés.
- 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). A noter que le jury n'attend pas spécialement la présence d'un support de présentation de type power-point 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 nuit 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 même éventuellement numérique, choix du matériel, pertinence au regard des objectifs. Savoir-faire théorique : calcul littéral, analyse dimensionnelle ...
	Présenter une expérience	
	Savoir-faire et connaissances théoriques	
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, le jury de la leçon de physique se réjouit de la diversité des exposés auxquels il a pu assister, signe d'un réel effort d'appropriation et de restitution de la part des candidats. Cela contraste singulièrement avec l'impression laissée par la session 2023. Le jury ne peut qu'encourager les candidats à persévérer dans cette voie.

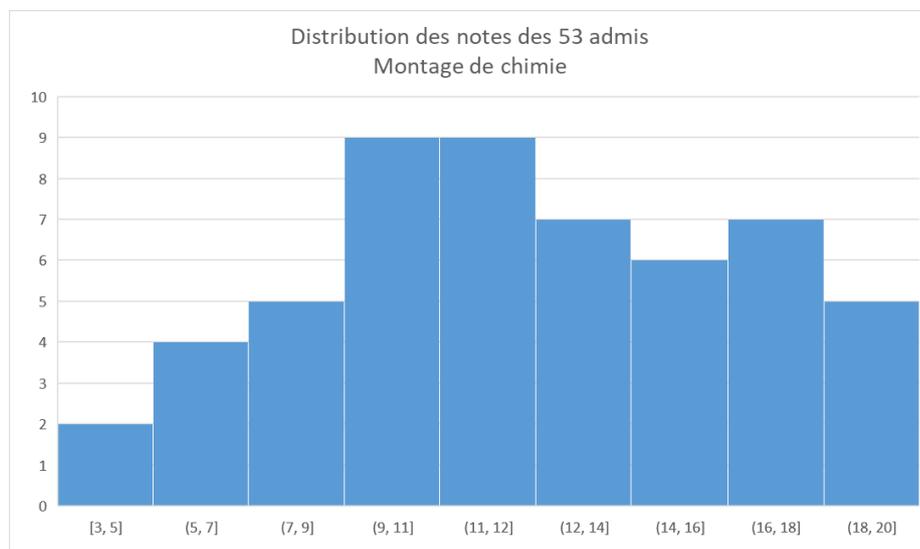
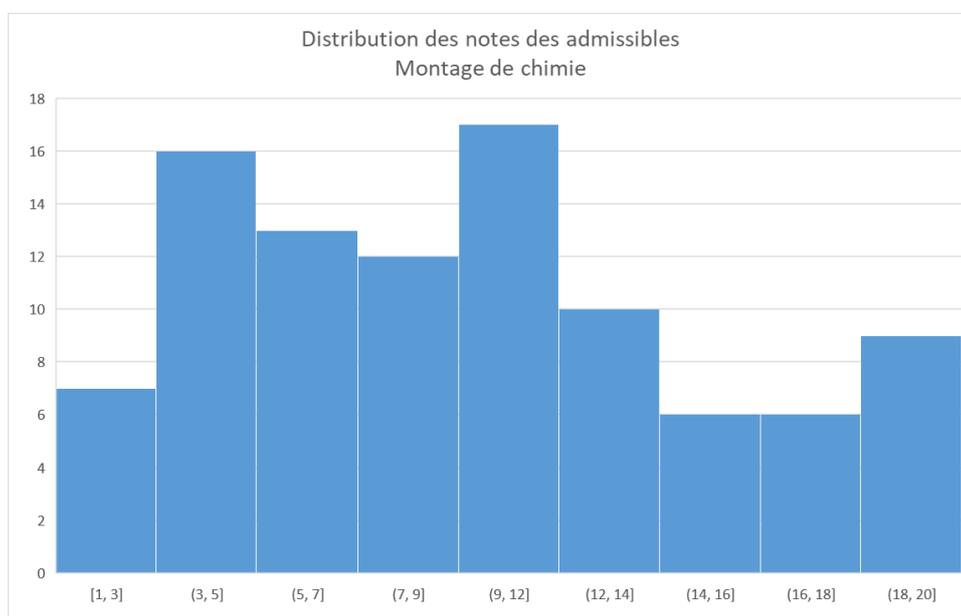
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie »

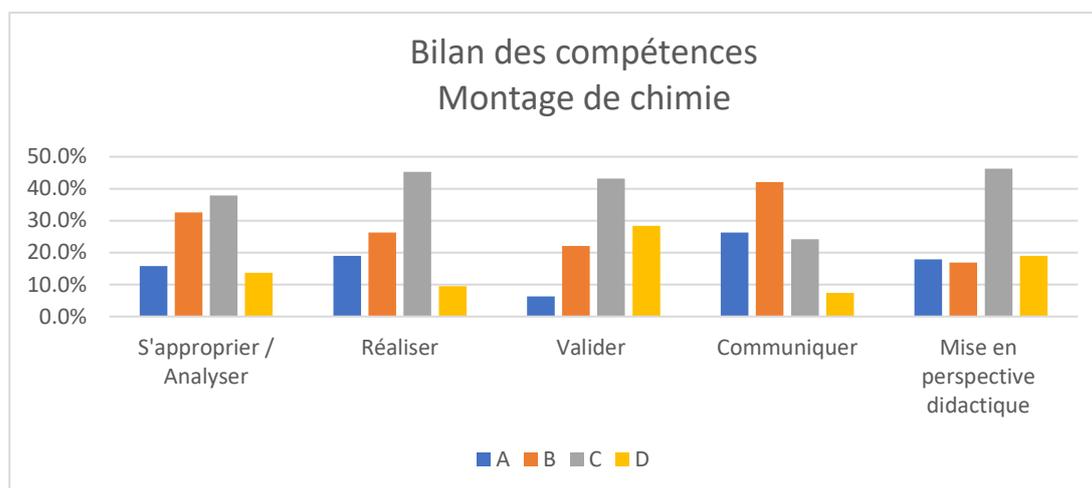
L'épreuve « montage de chimie » s'appuie sur deux éléments que les candidats se doivent de traiter dans leur ensemble :

- l'élément libre, défini par un thème qui circonscrit le travail du candidat à l'intérieur de l'un des neuf domaines publiés pour la 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 53 candidats admis	12,08
Ecart-type	4,42
Min	3,00
Max	20,00





Cette épreuve aborde la dimension expérimentale du métier d'enseignant, où l'expérience vise à illustrer de manière tangible certaines notions du cours, à développer l'habileté expérimentale des élèves, ainsi qu'à instaurer une démarche scientifique et un recul réflexif sur les espèces chimiques, les techniques et les 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 les expériences dans un cadre didactique. Elle se déroule sous la forme d'une restitution orale des expériences menées durant le temps de préparation, 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 du thème 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 ;
- *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.

Les candidats disposent pour cela d'un accès à la bibliothèque et d'un accès à internet (hors sites protégés par mot de passe, forums de discussion, messagerie et sites à 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. En dehors de l'élément imposé, ils peuvent faire appel à l'équipe technique pour conduire les manipulations 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 défektivité 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 recommande fortement l'utilisation de verrerie pour le stockage de la vaisselle souillée et le signalement aux équipes techniques des zones où ont pu être répandues par accident des substances chimiques (balances, banc Kofler, etc). Il 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 et 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 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) de manière à disposer du matériel nécessaire sur la paillasse avant l'arrivée du jury. Ainsi, le matériel nécessaire doit avoir été rassemblé, les réactifs préparés, les quantités utiles mesurées au préalable. Les candidats 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). Il est possible de partager un brut expérimental en deux pour pouvoir conduire la manipulation à son terme en préparation et montrer les gestes expérimentaux correspondants devant le jury.

Les expériences tant de l'élément libre que de l'élément imposé doivent être écrites au tableau : titre des expériences, équations des réactions modélisant les transformations présentées, références bibliographiques sommaires, objectifs poursuivis. Il est également judicieux de consigner sur une feuille à côté de chaque expérience les données importantes issues de la littérature nécessaire à l'exploitation des expériences ou enrichissant les échanges 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...

Choix des manipulations de l'élément libre

Les candidats sont libres de choisir les expériences en relation avec le thème précisé. 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 la 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.

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. 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.

Cette année, le jury s'est réjoui de voir des propositions authentiques (protocoles et codes python) adaptées par les candidats pendant la durée de préparation.

Le jury valorise les attitudes positives des candidats face aux observations expérimentales inattendues. Il a évalué positivement les candidats ouverts aux échanges capables également d'admettre leurs limites et de proposer une explication face à des résultats inattendus. À l'inverse, les candidats qui ne se remettent pas en question ou qui concluent une exploitation de manière contradictoire avec ce qui a été observé ont été pénalisés.

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.

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. **L'exploitation des manipulations doit être effectuée de manière la plus aboutie et quantitative possible. 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 (le choix du logiciel est laissé à l'initiative du candidat).

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. L'utilisation d'arguments liés à la variabilité de la mesure ou des évaluations de type A et/ou de type B des incertitudes pour interpréter et valider les résultats expérimentaux sont utilisés par les candidats. Le jury a **noté une amélioration de l'évaluation des incertitudes-types** et rappelle qu'ont été introduits dans les derniers programmes de terminale et de CPGE, les simulations Monte-Carlo et l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif. De plus 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 ressource² et son annexe³, 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

² <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>

³ <https://eduscol.education.fr/document/6803/download>

concernant l'utilisation des instruments (nécessité d'un étalonnage ou non d'appareils, choix de longueur d'onde en spectroscopie d'absorption, ...).

Le choix du matériel (appareil de volumétrie, choix des contenants, type de filtres, pinces supports etc) et la façon dont il est mis en place ou manipulé peut faire l'objet de questions.

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.

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. Le jury attend par conséquent l'exécution de gestes techniques, qui doivent être nombreux, variés et réalisés dans les règles de l'art. La gestion du temps est souvent délicate pour les candidats et il est envisageable d'interrompre momentanément la présentation d'une manipulation si une autre manipulation doit être juste arrêtée ou démarrée afin de respecter le temps imparti.

Lors de leurs réponses aux questions posées par le jury, ils doivent s'efforcer de poursuivre leurs manipulations 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.

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. Planification des tâches à accomplir. Limitation des quantités de réactifs utilisés et de l'utilisation de réactifs nocifs. Éléments d'information relatifs au coût du matériel et des produits. Identification des risques chimiques et toxicologiques associés à l'utilisation de composés, de solvants ou de fluides. Mise en regard avec la « chimie au quotidien ». Transparence sur les sources utilisées.

Réaliser	<p>Maîtrise des capacités expérimentales de niveau L.</p> <p>Conduite de maximum 3 expériences (dont l'élément imposé) quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées dans le temps imparti, abouties et exploitées complètement, dont une intégralement prise en charge par le candidat.</p> <p>Bonne gestion du temps pendant la préparation et pendant la présentation.</p> <p>Habilité expérimentale (maîtrise du geste, de la mesure, précision, soin).</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>Réflexion menée vis à vis de résultats inattendus.</p> <p>Interprétation des observations à l'aide de modèles théoriques.</p> <p>Capacité à exploiter les valeurs expérimentales et à analyser les résultats obtenus et leurs écarts normalisés 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>Questionnement sur les sources utilisées.</p> <p>En interaction avec le jury : écoute, réactivité, loyauté, probité, 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>Choix d'expériences pertinentes et variées, qualitatives et quantitatives, pour illustrer le thème donné.</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 de dynamisme, 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 2024 de l'agrégation de chimie

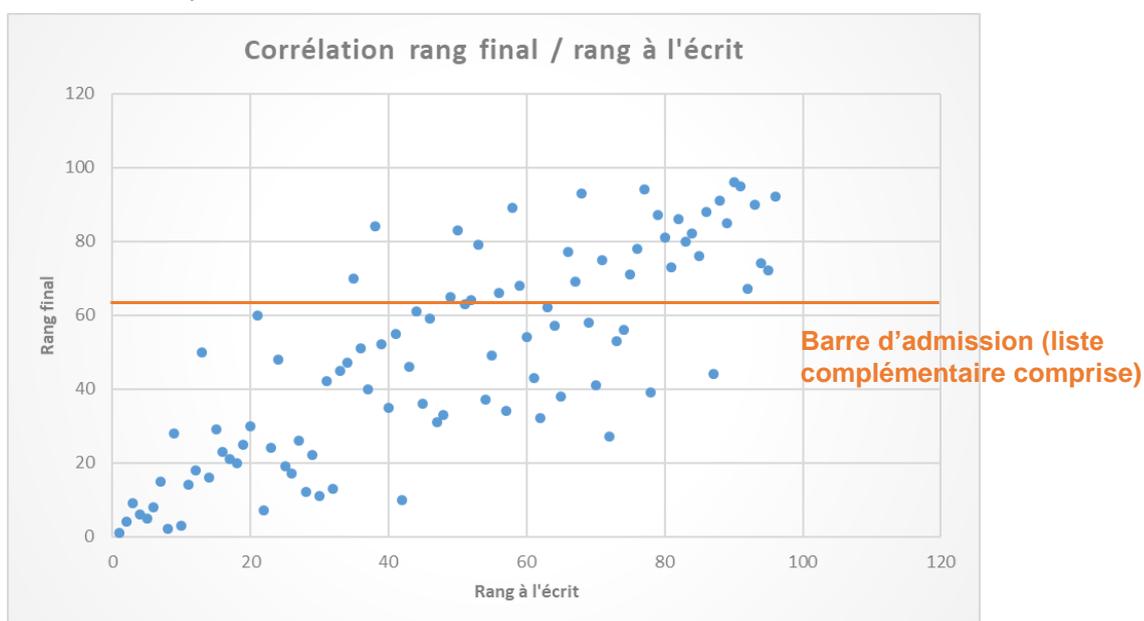
Avant d'achever le rapport de la session 2024, le directoire, les membres du jury, les professeurs préparateurs, les personnels techniques et d'entretien tiennent à féliciter les candidats admis à l'agrégation de chimie 2024 et encouragent vivement tous les autres à représenter le concours l'année prochaine.

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 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, le jury a noté une amélioration de l'évaluation des incertitudes-types et il s'est réjoui de voir des propositions authentiques (protocoles et codes python) adaptées par les candidats pendant la durée de préparation. Néanmoins trois points de vigilances sont à améliorer : le jury regrette que les simulations Monte-Carlo et l'écart normalisé (ou z-score) ne soient pas systématiquement utilisés à la place de l'écart relatif ; de plus, encore trop de candidats ne semblent pas prendre toute la mesure de la problématique des produits CMR ou très toxiques ; et enfin trop de manipulations ne sont pas exploitées totalement et ne font pas l'objet d'une conclusion critique et pertinente.

Un point très positif de la session 2024 concerne la manière d'utiliser l'accès à internet cette année, le jury s'est réjoui de voir les candidats accéder dans les règles à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission.

Avant d'achever le rapport de la session 2024, il est intéressant d'examiner l'évolution des classements à l'issue des étapes d'admissibilité puis d'admission.



On remarque comme chaque année des modifications du classement entre l'écrit et l'oral, ce qui souligne l'importance des compétences orales pour la réussite au concours de l'agrégation. Il faut ainsi garder confiance après l'écrit car les classements peuvent s'inverser (cf le grand nombre de candidats qui étaient classés au-delà de la soixantième place à l'issue de l'écrit et qui ont été finalement admis).

À PROPOS DE LA SESSION 2025

Programme de la session 2025

Le programme de la session 2025 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/les-programmes-des-concours-d-enseignants-du-second-degre-de-la-session-2025-1374>

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 pour la session 2025.

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 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 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 2025, 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, lors de l'évaluation des trois épreuves orales, un temps en fin de chaque épreuve orale sera 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.

Comme pour la session 2024, 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 laissons un accès à internet pour la session 2025 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, de communication et de l'évaluation des sources utilisées par le candidat pour construire sa leçon.

Comme pour la session 2024, il n'y aura pas de liste de sujets de leçon pour la session 2025 ; 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. Comme pour la session 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 :

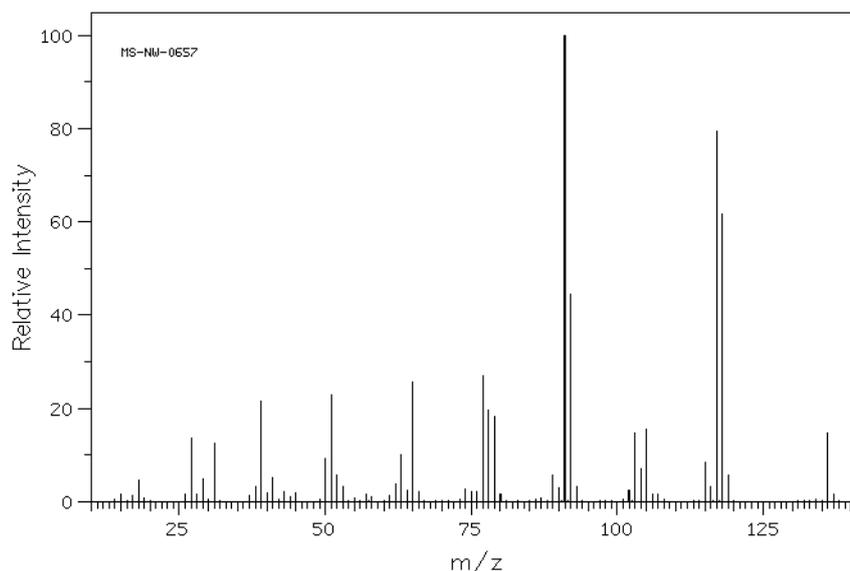
1. Autour de la classification périodique (évolution des propriétés, familles d'éléments, organisation)
2. Liaisons intra et intermoléculaires (théorie de la liaison intramoléculaire, liaisons intermoléculaires, structures moléculaires)
3. Phases condensées (solides, liquides, solvants, milieux organisés)
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 cétals

- 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-ol⁴



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

⁴ Source du spectre de masse par impact électronique : http://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi

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 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 est présent 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 :⁵

- 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

⁵ 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 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.

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.

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.

Comme pour la session 2024, la leçon de physique 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 ⁶

⁶ 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 déchets⁷

⁷ 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 ASSOCIEES⁸

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

⁸ Grille extraite des programmes de physique et de chimie de CPGE