

RAPPORT DU JURY

Concours : agrégation externe spécial

Section : physique-chimie

Option : chimie

Session 2024

Rapport de jury présenté par M. Pierre VAN DE WEGHE, inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche

COMPOSITION DU JURY

Directoire

Président : Pierre VAN DE WEGHE, IGÉSR

Vice-présidente : Sophie COLOGNAC, IA-IPR

Vice-président : François VANDENBROUCK, IGÉSR

Jury de la leçon de chimie

Jeanne-Laure DORMIEUX, professeur CPGE

Anne-Laure CLEDE, professeur CPGE

Laurent BRINGEL, professeur CPGE

Jury de la leçon de Physique

Vincent MORENAS, professeur des universités

Antoine MAIGRET, IA-IPR

Elise PRALY, professeur CPGE

Marie-Agnès SAUTIERE, professeur CPGE

Jury MEPD

Vincent ROBERT, professeur des universités

Baptiste HADDOU, professeur CPGE

Odile DECHY-CABARET, maître de conférence des universités

Professeur préparateur

Yoann FEY

INTRODUCTION

L'agrégation s'adresse à celles et ceux qui souhaitent enseigner au lycée, dans les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) ou au sein des universités en tant que professeur agrégé (PRAG). Ce concours particulièrement exigeant peut se passer à la suite des études mais aussi tout au long de la carrière. L'excellence disciplinaire est le maître mot de ce concours, les qualités dont ont dû faire preuve ses lauréats, tant à l'écrit qu'à l'oral, fondent les compétences qui permettent de devenir un bon professeur.

Cette exigence disciplinaire implique une préparation sérieuse et un fort investissement des candidats pour réussir le concours de cette agrégation externe ouvert aux seuls titulaires d'un doctorat. Ce rapport a pour objectif principal d'éclairer les futurs candidats sur les différentes épreuves d'admissibilité et d'admission, leurs déroulements et les attentes des correcteurs et membres des différents jurys. Il permet également de dresser à grands traits le portrait des candidats de la session 2024. Ce rapport est aussi l'opportunité de rappeler que ce concours exige une expertise très large en chimie et solide en physique.

Le jury encourage vivement les récents titulaires d'un doctorat motivés par l'enseignement à s'engager dans ce concours, à l'issue d'une préparation personnelle intense ou d'une préparation, tout aussi intense, effectuée au sein d'un centre de préparation.

Le concours de la session 2024, à l'instar des années précédentes, offrait cinq postes. Tous les postes ont été pourvus et en raison de la qualité des candidats présents aux épreuves d'admission, un poste sur liste complémentaire a été ajouté.

L'épreuve écrite a eu lieu le 20 février 2024 et 65 candidats se sont présentés sur les 140 inscrits. À l'issue de cette épreuve d'admissibilité, quinze candidats ont été retenus pour les épreuves d'admission. Quatorze d'entre eux se sont présentés aux trois jours d'épreuves qui se sont déroulées du 27 au 29 juin 2024 au lycée d'Arsonval à Saint Maur-des-Fossés. Les résultats ont été proclamés le lundi 1^{er} juillet 2024. Suite à la proclamation des résultats, les candidats qui le souhaitent sont invités à prendre contact avec l'organisation du concours afin d'avoir un retour de la part des membres du jury des trois épreuves d'admission. Cependant, au cours du déroulement du concours, plusieurs candidats ont été reçus par le directoire pour échanger sur leur parcours et leur projet professionnel au sein de l'Éducation nationale.

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, le professeur préparateur, les personnels techniques et d'entretien qui ont permis à cette session 2024 de se dérouler dans d'excellentes conditions.

STATISTIQUES DE LA SESSION 2024

Nombre de postes à pourvoir : 5 pour 15 candidats admissibles

→ au final 5 admis + 1 sur liste complémentaire

agrégation externe spécial de physique : 12 ; *agrégation externe de chimie* : 53 ; *agrégation externe de physique* : 88 ; *agrégation interne physique-chimie* : 54

Épreuves d'admissibilité (écrits) : 140 candidats inscrits, 65 présents et 61 copies retenues

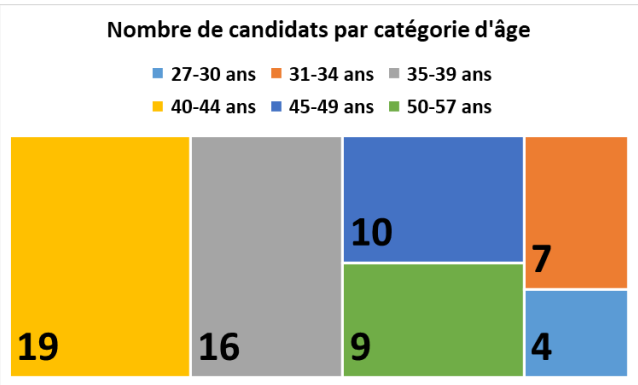
2023 : 154 inscrits, 53 présents	2020 : 180 inscrits, 75 présents
2022 : 145 inscrits, 65 présents	2019 : 229 inscrits, 133 présents
2021 : 145 inscrits, 67 présents	

Âge des candidats

L'âge des candidats se répartit entre 27 et 57 ans, pour un âge moyen de 41 ans aux épreuves d'admissibilité. La figure ci-contre représente le nombre de candidats par catégorie d'âge.

L'âge moyen des candidats retenus pour les épreuves d'admission est également de 41 ans et se répartit de 27 à 55 ans.

Quant aux candidats admis, sur six candidats retenus, il est important de noter que trois d'entre eux sont nés en 1996 et 1997, et le plus âgé est né en 1981. La moyenne d'âge de réussite au concours de cette année est de 34 ans.



Répartition des candidats par profession

Sur les 65 candidats présents aux épreuves d'admissibilités, 66 % sont des enseignants titulaires très majoritairement certifiés du second degré. Cependant, seuls deux d'entre eux sont finalement admis au concours contre quatre lors de la session 2023.

profession	nombre de candidats présents	nombre de candidats admissibles présents	nombre de candidats admis
étudiants & élève d'une ENS	2	1	1
enseignants titulaires (certifiés, PLP, etc.)	43	9	2
enseignants stagiaires du 2 nd degré	4	0	0
enseignants contractuels et vacataires	5	0	0
enseignement supérieur dont vacataires	2	0	0
agent non titulaire de la fonction publique	1	1	1
formateurs dans secteur privé	1	1	1
professions libérales	1	1	0
sans emploi	5	1	1

Répartition des candidats par genre

Sur les 140 candidats inscrits au concours, seuls 65 ont concouru et parmi eux 37 femmes pour 28 hommes. A l'instar de l'an passé, il y a un équilibre de genre pour les candidats admissibles, par contre à l'issue des épreuves d'admission, seule une femme a été admise contre trois pour la session 2023.

	femmes	hommes
nombre d'inscrits	81	59
nombre de présents	37	28
nombre admissibles	7	8
nombre admis	1	5

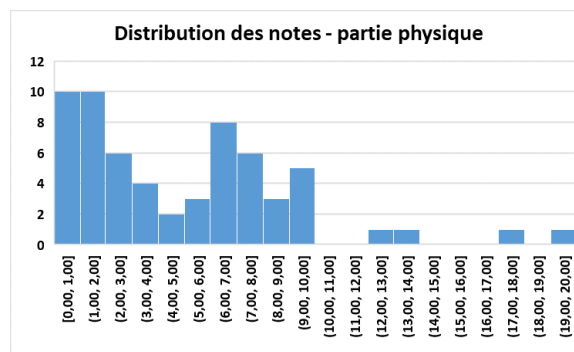
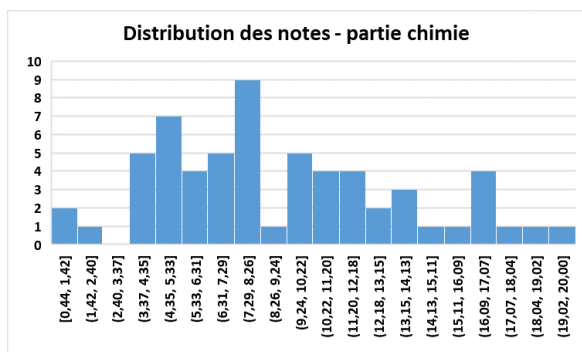
Épreuve écrite

L'épreuve écrite d'une durée de six heures comporte deux parties distinctes, corrigées séparément, une en chimie et l'autre en physique aux coefficients respectifs de 4 et de 2.

Sur les 65 candidats présents, seules 61 copies ont été retenues et donc font l'objet d'une note.

À noter que la moyenne des 15 candidats retenus pour les épreuves d'admission est supérieure à 10/20. La moyenne du premier candidat admissible est de 19.09/20 et celle du dernier est donc de 10,26/20.

Pour la partie chimie, seuls 22 candidats ont obtenu la moyenne, soit 36 % des candidats. Pour la partie physique, seules quatre copies ont la moyenne et 18 copies ont une note inférieure à 05/20 !



	Moyenne des candidats (/20)	Moyenne des candidats admissibles (/20)
partie chimie	08,94	14,99
partie physique	04,98	09,72
composition physique-chimie	07,62	13,23

Épreuves orales

Quinze candidats ont été retenus pour les épreuves d'admission. Les quatorze candidats présents dès le premier jour ont accompli l'ensemble des trois épreuves. À l'issue des épreuves cinq candidats ont été admis et un sixième placé en liste complémentaire.

	moyenne de candidats présents (/20)	moyenne des candidats admis (/20)	note la plus haute de l'épreuve (/20)	note la plus basse de l'épreuve (/20)
leçon de chimie	08,71	12,83	19	02
leçon de physique	06,79	10,00	18	02
MEPD	11,07	14,00	18	08

Les dates de soutenance de thèse pour les quatorze candidats présents aux épreuves d'admission se répartissent ainsi : 1998 (1), 2002 (1), 2007 (2), 2008 (2), 2009 (1), 2010 (1), 2012 (1), 2013 (2), 2022 (1) et 2023 (2). Pour les six candidats retenus, les dates de soutenance de thèse vont de 2009 à 2023.

Sur l'ensemble des épreuves d'admissibilité et d'admission, la moyenne du premier candidat admis est de 17,32/20 et de 10,41/20 pour le candidat placé en liste complémentaire.

Cette année, trois des six candidats retenus étaient dans la continuité de leurs études et ont passé le concours peu de temps après leur soutenance de thèse (entre un et deux ans).

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ

Le sujet de l'épreuve écrite d'admissibilité comporte deux parties totalement indépendantes, une partie à dominante chimie et l'autre à dominante physique. Les candidats doivent répondre à chacune des parties sur des copies indépendantes qui sont corrigées séparément. La partie à dominante chimie compte pour 2/3 et la partie physique pour 1/3 de la note finale.

La durée de l'épreuve est de 6 heures et c'est au candidat de répartir son temps de rédaction entre les deux parties. Il n'y a pas de note éliminatoire pour la partie physique ; néanmoins ne pas prendre le temps de répondre à des questions de physique n'est pas une stratégie à retenir. Aucun candidat ayant rendu une copie blanche en physique n'a été admissible depuis la création de ce concours.

Rapport sur la partie chimie

Le sujet intitulé "pesticides et engrais en agriculture : analyse et traitement de l'eau" abordait des domaines variés de la chimie (étude thermodynamique d'une synthèse, dosage par mesure de fluorescence, titrage redox, synthèse d'un pesticide, dépollution d'une eau par adsorption).

Bilan global

Le sujet comportait 60 questions dont toutes ont été traitées par au moins un candidat. De nombreux candidats ont traité presque intégralement le sujet qui permettait d'évaluer les connaissances dans les différents domaines vus dans les premières années de l'enseignement supérieur.

De nombreuses questions relevaient de connaissances fondamentales en chimie et le jury félicite les candidats qui ont montré une maîtrise solide de ces capacités.

Par ailleurs, le jury souligne l'attention particulière portée au soin et à la rédaction des réponses : en effet, la clarté de l'expression, de l'écriture, la mise en valeur des résultats, la maîtrise de la syntaxe et de l'orthographe sont des outils précieux pour un enseignant et sont donc valorisés par le jury. Une réponse constituée d'un seul mot ou sans aucune justification ne saurait constituer une réponse raisonnable à l'écrit de l'agrégation.

Commentaires spécifiques

Synthèse de l'ammoniac (Q1 - Q9)

Cette partie portait sur l'étude des conditions industrielles de la synthèse de l'ammoniac en proposant entre autres de compléter un script Python permettant de tracer l'évolution du taux d'avancement en fonction de la pression.

Il s'agissait pour la plupart de questions de thermodynamique très classiques, qui sont considérées comme des connaissances indispensables à l'enseignement de la chimie. Le traitement des questions de thermodynamique requiert une grande rigueur dans les définitions et notations.

Il est regrettable que trop peu de candidats maîtrisent la notion de variance et son calcul. De même, les conséquences de la modification de la température et de la pression sur la valeur de l'avancement à l'équilibre étaient souvent erronées. Pour rappel, la valeur du quotient réactionnel à l'équilibre ne dépend que de la température.

En ce qui concerne le programme Python proposé, trop peu de candidats se sont risqués à le compléter alors que ce programme n'était que la continuité des questions précédentes et ne nécessitait pas de capacités spécifiques. Le jury encourage les futurs candidats à ne pas se censurer sur ce type de questions.

La dernière question abordant la structure cristallographique du catalyseur a été globalement bien traitée, le décompte des atomes étant généralement bien fait.

Dosage de l'azote en milieu aquatique (Q10-Q19)

Le dosage des ions ammonium était réalisé par mesure de fluorescence en présence d'un réactif spécifique.

La première partie portait sur les structures de Lewis de NH_4^+ , NO_3^- et NO_2^- . Il est vraiment regrettable qu'une proportion non négligeable des copies montre une maîtrise partielle du formalisme de Lewis

(présence de lacune incongrue, doublets non liants absents), voire même des dépassements d'octet sur l'azote.

La différence de longueur de liaison est due à la variabilité de l'indice de liaison et non à la charge négative plus ou moins grande portée par les atomes. Cette partie à visée fondamentale doit être mieux maîtrisée par les futurs candidats, comme la question suivante portant sur la définition d'une solution tampon, ou la question sur l'aromaticité, où subsistent trop de définitions approximatives.

La deuxième partie décrivait le dosage par mesure de fluorescence : la construction d'une gamme d'étalonnage et le choix du blanc doivent être justifiés clairement. L'exploitation d'un graphique dont la droite modélisée est donnée doit être faite à partir de l'équation de la droite et non à partir d'une lecture toujours approximative du graphique. Toutefois, ce dosage a été plutôt bien exploité par les candidats.

Dosage des nitrates

- dosage indirect avec identification des intérêts pédagogiques (Q20-Q23)

L'étude d'un dosage par différence a été source de nombreuses confusions. En effet, de nombreux candidats ont fait réagir le produit de la première réaction (NO, qui était un gaz) avec le réactif titrant et non les ions fer(II) qui étaient introduits en excès.

Cette partie requierait une certaine culture notamment expérimentale à propos des réactions d'oxydo-réduction.

Il est important de noter les états physiques (notamment les états différents de l'état solvaté en solution aqueuse) dans une équation afin de vérifier la pertinence des transformations décrites.

Néanmoins, le jury a apprécié que le calcul de la concentration en ions nitrate soit mené à son terme par de nombreux candidats.

La mise en sécurité de l'expérimentateur est une préoccupation essentielle lors de la conception des travaux pratiques : le jury félicite les candidats qui ont su questionner le protocole proposé en suggérant des modifications pertinentes (même si le dégagement de NO, gaz mortel par inhalation, n'ait été soulevé que par très peu de candidats).

- dosage par voie électrochimique en utilisant une membrane au polypyrrole (Q24-Q32)

Les questions abordant le dosage par voie électrochimique étaient de niveau varié. La représentation d'un montage à 3 électrodes, la relation de Nernst étaient des questions tout à fait abordables et doivent être maîtrisées.

Elimination des ions ammonium de l'eau (Q33-Q35)

L'identification des domaines de prédominance des espèces dans un diagramme E-pH doit être justifiée sommairement en déterminant les nombres d'oxydation et en justifiant la prédominance en fonction du pH. L'intérêt des diagrammes E-pH est de déterminer graphiquement si deux espèces sont susceptibles de réagir : il faut utiliser la superposition des diagrammes pour déterminer les produits formés.

D'autre part, il est rappelé que des électrons ne doivent pas apparaître dans les équations modélisant une réaction d'oxydo-réduction.

Pesticides : Exemple de la deltaméthrine

- activité et synthèse de la deltaméthrine (Q36- Q53)

Cette partie était consacrée à la "chimie organique" en étudiant la synthèse de la deltaméthrine.

En ce qui concerne la détermination de la configuration des centres stéréogènes, il est attendu une justification brève du classement des groupes par les règles CIP. Cette justification permettait de ne pas faire d'erreur sur la configuration d'un des centres stéréogènes notamment.

Le jury a apprécié le degré de maîtrise croissant du formalisme associé à l'écriture des mécanismes réactionnels par rapport aux années précédentes.

Les questions d'ordre expérimental (schéma du montage de distillation, calcul du rendement) ont été globalement bien traitées.

Analyse des échantillons et décontamination des eaux

L'extraction de la deltaméthrine des eaux mettait en jeu la constante de partage : peu de candidats ont traité complètement cette question qui nécessitait un développement calculatoire conséquent.

D'autre part, la description du principe de la CPG a été globalement correcte mais l'intérêt du couplage avec la spectrométrie de masse n'a pas été mis en valeur. De même, la présence des trois pics pour l'ion moléculaire et leur intensité relative n'ont pas souvent été clairement justifiés.

La décontamination des eaux mettait en jeu un phénomène d'adsorption, la relation de Langmuir donnant la quantité adsorbée étant donnée. L'erreur majeure relevée a été de considérer dans cette formule, la concentration initiale et non la concentration résiduelle souhaitée. Il fallait d'autre part exprimer la conservation de la matière en charbon actif pour connaître la quantité totale de charbon à utiliser.

L'étude cinétique a été globalement bien faite par les candidats qui ont pris le temps de répondre à cette question.

Conclusion : conseils pour les futurs candidats

Le jury tient à féliciter le nombre croissant de candidats qui ont montré des connaissances solides dans les divers domaines de la chimie qui étaient représentés dans ce sujet.

Les futurs candidats sont encouragés à se préparer au sujet écrit en axant leur préparation sur la maîtrise des capacités exigibles au niveau licence, les livres (niveau Licence ou de CPGE) permettant de balayer ces divers domaines (cinétique, thermodynamique, cristallographie, chimie quantique de niveau licence, analyse qualitative ou quantitative, chimie organique de niveau licence...). Un accent particulier peut être mis sur la thermodynamique de niveau licence, ce domaine ayant été le moins bien traité dans le sujet de cette année.

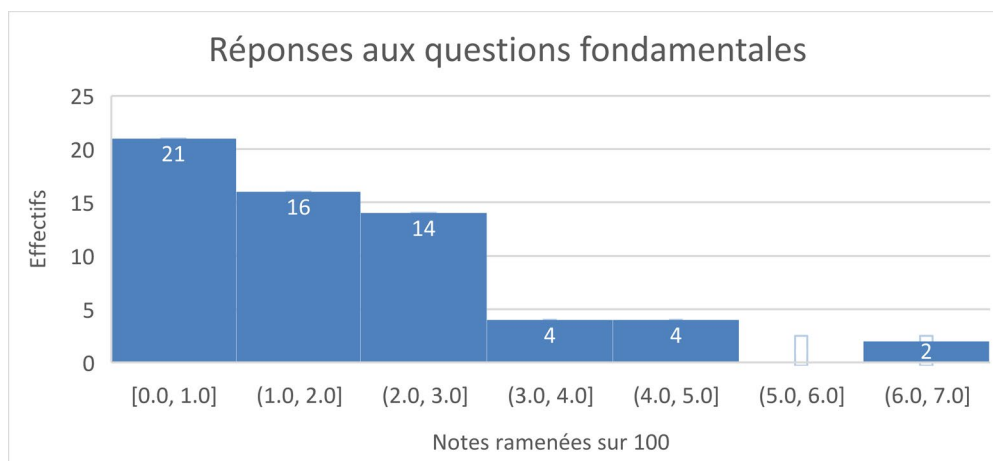
Rapport sur la partie physique

Le sujet de physique comportait quatre parties distinctes et un texte décrivant des travaux de recherche sur le vol de l'akène de pissenlit.

La première concernait des questions fondamentales de mécanique des fluides. Les deux suivantes étaient en lien avec le texte. Enfin, la dernière partie concernait d'autres domaines de la physique tels que l'optique et l'effet Doppler. Les parties 1 et 4 pouvaient être traitées sans lire le texte.

Questions fondamentales

Une attention et une valorisation particulières sont accordées à des questions faisant partie des fondamentaux de la Physique. On dénombre cette année 13 questions fondamentales sur les 26 questions du sujet, correspondant à 47 % du barème de l'ensemble des questions.



Analyse par parties

La partie 1 ne concernait que des fondamentaux de mécanique des fluides et on trouvera les réponses aux questions dans un ouvrage de mécanique des fluides niveau PC. Il faut savoir écrire la force tangentielle visqueuse qui s'exerce sur une surface et la distinguer de son équivalent volumique exprimé à l'aide de l'opérateur laplacien vectoriel. Il faut connaître la définition du nombre de Reynolds et son expression. Les schémas concernant la force de traînée et la force de portance illustrent leurs définitions. Il ne faut pas confondre fluide incompressible et écoulement incompressible.

La partie 2 concernait la mesure expérimentale du coefficient de traînée de l'akène grâce à une expérience de chute libre filmée par une caméra. Certains candidats ont confondu deux expériences menées par les chercheurs, la chute libre de l'akène qu'il fallait modéliser dans la question 9 et dont il fallait donner des détails expérimentaux dans la question 10, et la sustentation de celui-ci dans le tunnel de vent. Les calculs autour de la porosité ont été mal traités, mais en utilisant correctement la définition de la porosité, on arrivait à des nombres de Reynolds cohérents avec ceux des figures.

La partie 3 exploitait la loi de Darcy rappelée dans l'énoncé. Il fallait être bien attentif aux axes de la figure 6 pour donner des réponses correctes.

Les candidats ayant choisi de lire le texte et de répondre aux parties 2 et 3 étaient guidés dans leurs réponses car des références explicites aux figures étaient données. Leurs légendes étaient précieuses.

Dans la partie 4, la lentille divergente semble ne pas être connue de certains candidats. Il faut choisir le F majuscule pour désigner un point foyer, et un f minuscule pour désigner une distance focale, et savoir placer correctement le foyer objet et le foyer image. Le jury a été surpris de constater que le tracé de la courbe d'une fonction trigonométrique ($f(t)=A(1+\cos(bt))$) pose problème, en particulier dans ses valeurs minimale et maximale. Le calcul en notation complexe, pourtant très souvent utilisé en physique, a été très mal traité. Il ne faut pas confondre un nombre complexe et son module. Le nombre complexe de carré -1 se note i . La relation entre la longueur d'onde et la fréquence est parfois farfelue. Une expression liée à l'effet Doppler était donnée dans l'énoncé, faisant intervenir des vecteurs unitaires. Certains candidats n'ont pas compris qu'il s'agissait de vecteurs unitaires, il ne pouvait cependant en être autrement pour satisfaire l'homogénéité de la relation proposée. Par ailleurs, ces vecteurs étaient représentés sur une figure.

Bilan

Les candidats ayant révisé le programme de physique des classes de PC, PCSI, BCPST pouvaient répondre aisément aux questions des parties 1 et 4, sans même avoir à lire le texte. La plupart des candidats n'a pas consacré suffisamment de temps à effectuer ces révisions, ce qui a conduit à des absences de réponse, voire à des réponses inappropriées pour les parties 1 et 4. Le jury rappelle aux candidats que le concours de l'agrégation se prépare. Les copies qui se sont distinguées sont clairement celles de candidats ayant consacré du temps aux révisions.

Il est important de veiller à écrire des relations homogènes, de maîtriser un minimum les objets mathématiques. Une rédaction minimale, concise et claire est attendue.

RAPPORT SUR LES ÉPREUVES ÉCRITES D'ADMISSION

Les trois épreuves orales, leçon de chimie (coefficient 4), leçon de physique (coefficient 2) et la mise en perspective didactique d'un dossier de recherche (coefficient 3), se sont déroulées du 27 au 29 juin 2024 au lycée d'Arsonval à Saint Maur des Fossés (94).

Rapport sur l'épreuve « leçon de chimie »

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

Le rapport qui suit est articulé autour des compétences évaluées lors de l'épreuve. Il présente les remarques du jury sur la session 2024, mais il se veut aussi être source de conseils pour les futurs candidats. Ces conseils reprennent largement ceux déjà fournis dans le rapport du jury de la session 2023.

Sujet

En 2024, chaque candidat s'est vu proposer pour l'épreuve de leçon **un choix entre deux sujets**, chacun composé de trois éléments :

- le domaine, choisi parmi les douze domaines publiés ;
- le thème précisant le cadre du sujet ;
- l'élément imposé qui doit faire l'objet d'un développement.

Le temps de réflexion consacré au choix du sujet est libre, mais ce temps est inclus dans la durée totale de quatre heures de la phase de préparation.

À titre d'exemples sont publiés ci-dessous six sujets soumis aux sessions 2023 et 2024 :

Domaine	Thème	Élément imposé
Transferts d'électrons en chimie	Oxydo-réduction	Utilisation de diagrammes potentiel-pH
Aspects cinétiques de la réactivité en chimie	Étude expérimentale	Établissement d'une loi de vitesse à partir du suivi temporel d'une grandeur physique
Phases condensées	Solides cristallins	Alliages
Chimie moléculaire	Chimie organique	Réactivité des énolates
Phases condensées	Solvants	Extractions
Principes thermodynamiques appliqués à la chimie	Aspects expérimentaux	Détermination expérimentale d'une constante d'équilibre

Le jury considère qu'une bonne maîtrise des connaissances attendues pour enseigner les contenus de nature à figurer dans les programmes de chimie des classes préparatoires aux grandes écoles doit permettre aux candidats de traiter les sujets proposés.

Compétences didactiques

Lors de cette épreuve, une attention particulière est portée par le jury à la didactique, qui répond à la question « quoi enseigner ». En effet, après avoir pris connaissance du sujet, le candidat est totalement libre du contenu de sa leçon, en respectant toutefois certaines contraintes :

- le niveau : les candidats sont libres de positionner leur exposé au niveau de leur choix. Toutefois, le niveau est à adapter à l'élément imposé. De plus, le jury attend des candidats qu'ils puissent démontrer qu'ils maîtrisent les enseignements de niveau L : en positionnant leur leçon à un niveau plus modeste, certains candidats mettent peu en avant cette aptitude.
- les prérequis : ils devront être présentés dans l'introduction pédagogique (voir plus loin), et doivent être cohérents avec le niveau choisi pour la leçon. Le jury invite notamment les candidats à bien consulter les programmes de lycée. Ces prérequis sont supposés acquis et il n'est pas nécessaire de les redévelopper dans le cœur de la leçon.
- le choix du périmètre de la leçon : ce choix est à la liberté du candidat mais doit être réaliste et représentatif d'une séance de cours à destination d'étudiants. Un traitement exhaustif du domaine ou du thème en une seule séance est ainsi exclu. Par exemple, une leçon ayant pour élément imposé « RMN » ne peut consister en un panorama de l'ensemble des techniques spectroscopiques existantes, et il est impossible en thermodynamique de développer dans une leçon toutes les applications du premier et du second principe à l'étude d'un système siège d'une transformation chimique avant d'étudier les réactions de complexation en solution aqueuse.
- l'élément imposé : il doit obligatoirement être traité dans la leçon, et cela de façon non anecdotique. Ainsi, une leçon ayant pour élément imposé « Utilisation des diagrammes potentiel-pH » ne peut être

presque exclusivement consacrée au tracé de ces diagrammes. Toutefois, l'élément imposé n'est pas forcément le cœur de la leçon : l'appréciation de la place à donner à l'élément imposé est laissée au candidat. Parmi les exemples de sujet donnés ci-avant, la réactivité des énolates peut tout à fait faire l'objet de la leçon complète, ou bien être un paragraphe d'une leçon autour de la construction du squelette carboné en chimie organique.

Pour construire sa leçon, le candidat est invité à s'interroger sur la problématique, les objectifs de la leçon et sur les messages qu'il veut faire passer. Par exemple, en reprenant le cas de la réactivité des énolates : si le candidat décide de faire une leçon sur la construction du squelette carboné en chimie organique, la problématique peut être : « Comment créer des liaisons C-C ? », et les messages essentiels pourraient être : « une des façons de créer une liaison C-C est de disposer d'un réactif possédant un carbone électrophile, et d'un autre possédant un carbone nucléophile. Les énolates et les organomagnésiens sont deux réactifs possédant un carbone nucléophile. » Une fois cette réflexion menée, il devient plus facile de concevoir un plan de leçon qui a du sens, de trouver une contextualisation, de prévoir des transitions entre les parties, et de rédiger une conclusion claire.

Pour finir, il est attendu des candidats à l'agrégation spéciale, titulaires d'un doctorat, qu'ils fassent preuve d'un certain recul sur l'enseignement de la chimie. Ainsi, les candidats sont invités à s'interroger sur la place de leur leçon dans un cadre plus global. Ce cadre peut être un programme officiel d'une classe de CPGE, et dans ce cas une attention particulière doit être apportée à l'intégration de la leçon dans la progression de l'année. Mais il est également possible de s'affranchir de tout programme pour prendre un peu de recul et proposer ainsi une leçon de niveau L plus transversale. Une proposition originale permettant de démontrer une prise de recul de la part du candidat sera appréciée par le jury.

Compétences pédagogiques

Il est attendu que la présentation débute par **une introduction pédagogique** d'une durée maximale de cinq minutes au cours de laquelle le candidat expose le cadre de sa leçon et le niveau d'études auquel il se place pour sa présentation. L'enjeu de cette introduction pédagogique, destinée à des professionnels de l'enseignement, est de présenter le positionnement de la leçon dans le cadre d'une séquence plus large, les prérequis, les objectifs fixés par le candidat en termes d'apprentissage, et les difficultés éventuelles de compréhension ou de représentation auxquelles les élèves peuvent se retrouver confrontés. L'identification en amont de ces difficultés doit permettre au candidat d'y porter une attention particulière dans la construction et la présentation de sa leçon. L'introduction pédagogique est un élément important pour l'évaluation du candidat car elle permet de vérifier la cohérence de ses choix didactiques et la qualité de sa réflexion sur les notions qu'il doit mettre en valeur au cours de sa leçon.

Cette introduction est suivie de l'exposé en tant que tel : il faut donc **contextualiser la leçon et dégager une problématique** justifiant l'étude développée dans l'exposé. Il est attendu ensuite **d'annoncer un plan clair** qui puisse être identifié tout au long de la leçon. Comme dit précédemment, les candidats sont invités à s'interroger sur le message qu'ils veulent transmettre dans chaque partie et sur la cohérence globale : le plan choisi pour la leçon doit permettre de répondre aux objectifs que le candidat s'est fixés.

Gestion du tableau et du diaporama

La gestion du tableau et du diaporama doit être maîtrisée : il est rappelé que les candidats peuvent effacer le tableau et qu'un tableau prérempli d'avance rend le discours peu vivant et ne permet pas de faire valoir les compétences de construction d'un propos assorti d'un support écrit progressif, de représentations, de calculs, de démonstrations tous clairs et éclairants. Les démonstrations et calculs doivent en particulier être réalisés en direct au tableau et non pré-écrites sur un diaporama, sauf s'il y a répétition ou récurrence. La conduite de démonstrations délicates comme courantes est un exercice dont un futur enseignant doit montrer qu'il le maîtrise. Le diaporama peut permettre de présenter des graphiques, des schémas, des photos ou vidéos qui permettront d'illustrer la leçon. On attend bien entendu aussi de futurs enseignants une attention particulière à la maîtrise de la syntaxe et de l'orthographe.

Contextualisation et exemples

Afin d'illustrer les notions présentées, le jury insiste sur l'importance de s'appuyer sur des exemples. Ainsi, un cours de chimie organique dans lequel ne sont présentées que des molécules génériques de type « R-Cl »

manquera de pédagogie. L'utilisation d'exemples de la vie courante, issus d'articles scientifiques, de procédés industriels, ou de références historiques est toujours appréciée.

Illustration expérimentale

Lorsque le sujet s'y prête, des expériences peuvent être réalisées au cours de la préparation avec l'aide d'une équipe technique. Le rôle de l'équipe technique est d'apporter le matériel et les produits demandés, de réaliser des gestes simples et répétitifs (relevé de mesures lors d'un titrage par exemple).

Lors de la session 2024, plusieurs candidats ont illustré de manière pertinente leur leçon par des expériences quantitatives. La présentation d'une telle expérience, de sa réalisation à l'exploitation des résultats, a été valorisée. Sur un élément imposé tel que « Établissement d'une loi de vitesse à partir du suivi temporel d'une grandeur physique » par exemple, l'expérience peut même être le cœur de la leçon. Il est attendu des candidats qu'ils soient capables de réaliser le traitement numérique des mesures réalisées afin d'exploiter de manière complète les résultats expérimentaux. Enfin, une réflexion sur le traitement des incertitudes de mesure est valorisée. Les candidats pourront consulter avec intérêt les ressources publiées sur Eduscol, à propos du traitement des incertitudes au lycée¹.

Les règles élémentaires de sécurité doivent être respectées, pendant la préparation comme pendant la manipulation. Le port des équipements de protection individuels est attendu. Les risques spécifiques liés à la manipulation des espèces chimiques utilisées doivent être identifiés. Il est rappelé que le port des gants ne doit pas se faire de façon continue mais uniquement lors des manipulations. Une attention particulière au port des lunettes de sécurité est nécessaire.

Logiciels, illustrations vidéo et matériel

Les candidats ont accès à une bibliothèque fournie ainsi qu'à Internet. Il est vivement conseillé de se familiariser avec les logiciels et sites actuellement utilisés pour illustrer certaines notions comme Dozzaqueux pour les titrages², ptable pour la classification périodique³, chemtube3d pour la cristallographie⁴, orbimol à propos des orbitales atomiques et moléculaires⁵. De plus, il peut être intéressant en cristallographie d'utiliser des modèles des différents types de structures, ou encore d'utiliser des modèles moléculaires pour la visualisation de structures en 3D.

Compétences scientifiques

Le jury a noté une maîtrise parfois insuffisante des compétences scientifiques de niveau L1 à L3 et rappelle que les programmes de chimie des classes préparatoires aux grandes écoles constituent une référence des acquis fondamentaux minimum à maîtriser.

Certains candidats manquent de rigueur dans le vocabulaire employé, en particulier dans la distinction entre réalité et modèle. On note des confusions fréquentes entre molécule, espèce chimique, corps simple, élément chimique etc. La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie⁶ publié lors de la réforme du lycée de 2019 est recommandée pour développer rigueur et justesse dans la description des systèmes chimiques et de leurs transformations aux différentes échelles.

Les leçons de thermodynamique montrent une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : rigueur dans les définitions et les notations, définition de l'état standard, confusion entre quotient de réaction et constante thermodynamique d'équilibre, diagrammes de phase des mélanges binaires. Parmi les autres thèmes sur lesquels des lacunes bloquantes ont été constatées cette année, on trouve la spectroscopie de RMN et la modélisation quantique de la liaison chimique.

Remarques concernant l'entretien

L'entretien qui suit la présentation, d'une durée de 40 minutes, comporte trois parties.

¹ <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>

² <http://jeanmarie.biansan.free.fr/dozzaqueux.html>

³ <https://ptable.com>

⁴ <https://www.chemtube3d.com/>

⁵ <https://www.lct.jussieu.fr/pagesperso/orbimol/fr/index-fr.shtml>

⁶ https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19_Lyce GT_2-1-T_PHYCHI_Glossaire-programmes-chimie_1172334.pdf

- la première partie permet de revenir sur le contenu scientifique de la leçon. Le jury, en s'appuyant 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, ou bien sur des thèmes connexes.
- la deuxième partie a pour but de compléter l'évaluation des compétences pédagogiques du candidat (« comment enseigner ») : le jury peut dans cette partie amener le candidat à préciser la problématique et les objectifs de sa leçon, à compléter les explications fournies sur certains points plus délicats, à proposer des exemples complémentaires, à expliquer ses choix de ressources bibliographiques et de supports, à justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie, à corriger les points de la leçon qui nécessiteraient d'être améliorés d'un point de vue pédagogique car pouvant prêter à confusion dans l'esprit d'un étudiant ou élève (notations, vocabulaire...).
- la troisième partie est consacrée aux aspects didactiques (« quoi enseigner ») : il peut être proposé au candidat, à partir de son introduction pédagogique, de revenir sur son analyse du périmètre de la leçon, de citer les concepts les plus délicats et de proposer éventuellement des moyens d'accompagner les étudiants dans l'acquisition de ces concepts difficiles... Le jury amène dans cette phase de l'entretien le candidat à s'éloigner du contenu de la leçon présentée pour étudier l'ensemble de la séquence envisagée : cours précédents et suivants, travaux pratiques et travaux dirigés proposés en lien avec le contenu de la leçon, modalités d'évaluation des élèves, connaissance des programmes du lycée en lien avec les concepts étudiés... Enfin, il peut être demandé au candidat d'envisager un positionnement différent de la leçon, par exemple à un niveau plus élevé ou moins élevé que celui proposé lors de l'exposé, ou dans une autre partie du corpus disciplinaire.

Le jury tient à féliciter les candidats qui ont su proposer des leçons montrant leur maîtrise des concepts scientifiques mais aussi la qualité de leur réflexion et leur prise de recul sur les aspects pédagogiques et didactiques.

Rapport sur l'épreuve « leçon de physique »

L'épreuve « 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 principes et valeurs de la République.

Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport. **Deux sujets sont systématiquement proposés au candidat qui n'en retient qu'un seul.** Chaque sujet intègre 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. 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 un intérêt à la leçon ainsi qu'à une ou plusieurs expériences et des illustrations qui enrichissent l'exposé.

À titre d'exemples, voici quelques sujets posés en 2024 :

- Domaine : Thermodynamique. Thème : Diffusion thermique (Deux premières années de l'enseignement supérieur). Élément imposé : résistance thermique.
- Domaine : Optique. Thème : Lentilles minces convergentes (Cycle terminal de l'enseignement secondaire). Élément imposé : application à la mesure de distances focales.
- Domaine : Mécanique. Thème : Description d'un fluide en mouvement (Deux premières années de l'enseignement supérieur). Élément imposé : débit massique et débit volumique.

Nous rappelons aux candidats que l'oral, comme l'écrit, mérite une préparation en amont. Il est nécessaire de consacrer du temps à préparer les oraux du concours pour produire une prestation satisfaisante.

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 ;
- 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 complétées éventuellement par des simulations. D'une manière générale, le traitement numérique des données et des résultats est attendu.

Les sujets des leçons peuvent porter sur le cycle terminal des classes de lycée ou sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet. Les titres des leçons sont ouverts afin de ne pas limiter l'exposé à une seule année d'enseignement mais pour permettre de le centrer sur un niveau (ou cycle) : secondaire (classes de première et terminale 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, de telle sorte que le candidat puisse déborder, si nécessaire, de part et d'autre du niveau où il place son exposé. 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.

Le jury insiste à nouveau sur les points suivants : 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, d'une durée de 5 minutes maximum, s'adresse à des professionnels de l'enseignement. Le temps restant est dévolu à la présentation de la « leçon » en tant que telle, celle-ci débutant obligatoirement par l'énoncé d'une problématique, pouvant prendre des formes diverses, à laquelle la leçon s'efforcera de répondre.

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 ainsi que le choix des sources bibliographiques. Depuis la session 2019, les candidats peuvent utiliser, en plus des ouvrages de la bibliothèque, toute ressource internet en accès libre (en dehors de tout forum de discussion, de toute messagerie et de tout site avec accès restreint). Cette ouverture a entraîné pour le jury une attente et une exigence d'autant plus grandes sur le recul des candidats pour les leçons et leur contenu.

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

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) et ont généralement 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 problématique servant de fil conducteur. Celle-ci peut prendre la forme d'une question – ou d'un questionnaire – appuyée sur un exemple concret (la contextualisation). Par exemple, une leçon sur les « Régimes transitoires » peut être introduite et guidée par l'étude du fonctionnement d'un stimulateur cardiaque. Si la science vise à répondre à des questions scientifiques que l'on se pose, on attend d'un exposé scientifique qu'une réponse ou des éléments de réponse soient apportés à la question posée en introduction. Toute forme constituant une accroche peut se révéler pertinente et il serait dommage que les candidats s'obligent à ne faire porter

leur choix que sur des objets du quotidien ou technologique ; une leçon peut ainsi partir d'un article de recherche ou de revue de vulgarisation, faire appel à l'histoire des sciences ou aux sciences de la vie et de la Terre.

La problématique a été trop souvent confondue avec les objectifs de la leçon. Si la première constitue l'accroche pour en quelque sorte justifier l'étude, les seconds visent les aspects cognitifs et pédagogiques et permettent d'indiquer quels concepts ou lois sont 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 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 en lien avec les attendus des programmes : écart normalisé, incertitudes-types composées, incertitudes de type A ou B, simulations de Monte Carlo. On ne doit plus parler d'écart relatif. Il est attendu naturellement que l'expérience choisie soit pertinente dans le cadre de la leçon. 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 etc.) ou des mesures authentiques issues de publications scientifiques. Les candidats ayant abusé d'animations ou simulations disponibles sur internet et utilisées sans réflexion ont été pénalisés. L'animation ne doit pas se substituer à l'expérience.

Enfin, le jury évalue la culture scientifique du candidat. En particulier, il est sensible à l'importance des liens conceptuels que le candidat peut tisser entre plusieurs domaines (par exemple, la notion d'équivalence masse-énergie dans les réactions nucléaires et dans les réactions chimiques).

D'un exposé de ce niveau, on peut attendre 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, etc. 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 ;
- 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 aussi donner lieu à des explicitations ;
- sans rentrer dans les détails des leçons de cette année, le jury tient tout de même à signaler 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. 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 figurant au programme. L'élément imposé a été trop souvent 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, l'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 d'étudier le sujet bien plus qu'un seul exposé purement théorique. Ainsi, les expériences sont à exploiter au maximum, jusqu'aux incertitudes, en se posant la question de leur rôle et de leur intérêt au sein de l'exposé. Constituant souvent la modélisation d'une réalité complexe, une expérience mérite une analyse, une explicitation des hypothèses, de la possibilité de généralisation des résultats obtenus et une discussion.

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.

Ainsi, rares sont les candidats qui ne regardent pas le jury et ne prennent que le tableau pour témoin de leur prestation. 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). Le temps consacré à l'exposé doit être contrôlé et bien minuté. Quelques exposés trop longs ont dû être interrompus par le jury, et à l'inverse, certains se sont révélés beaucoup trop courts (20 min au lieu des 40 min attendues).

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 et 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 trivial 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 « photocopies à trous » ou de diapositives très chargées en texte nuisent à la qualité pédagogique de la présentation.
- Les objectifs de la leçon sont à identifier clairement. Un bilan sur les concepts ou les lois introduits, les savoir-faire développés, qui seraient à retenir dans une situation de classe réelle, peut être discuté lors de la phase d'échange avec le jury.
- 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 principe et le fait que l'exposé ne s'adresse pas à une classe standard.

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.

Même pour les candidats qui n'ont pas enseigné, le jury attend qu'une attention particulière soit accordée aux obstacles didactiques qu'ils pourraient 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 ...

Le jury interroge systématiquement les candidats sur le champ didactique, sans pour autant attendre une réflexion aboutie mais plutôt une prise de conscience des difficultés que peuvent très concrètement rencontrer les élèves. Il s'intéresse également aux obstacles provenant éventuellement de choix effectués par le candidat (par exemple, les 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	
	Savoir-faire et connaissances théoriques	Présenter une expérience même éventuellement numérique, choix du matériel, pertinence au regard des objectifs. Savoir-faire théorique : calcul littéral, analyse dimensionnelle ...

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

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

En conclusion, l'effort de préparation des candidats admissibles au format des leçons de physique s'est poursuivi pour cette session. Le principe de l'élément imposé permet de diversifier les présentations proposées.

Rapport sur l'épreuve MEPD

L'épreuve orale de mise en perspective didactique d'un dossier de recherche a pour objectif de répondre à la volonté du législateur d'adapter les concours de recrutement « *afin d'assurer la reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle résultant de la formation à la recherche et par la recherche* ». ⁷

Comme indiqué dans le programme du concours, le jury doit pouvoir apprécier l'aptitude du candidat :

- à rendre ses travaux de recherche accessibles à un public de non-spécialistes ;
- à dégager ce qui, dans les acquis de sa formation à et par la recherche, peut être mobilisé dans le cadre des enseignements qu'il serait appelé à dispenser, qu'il s'agisse de savoirs ou de savoir-faire ;
- à appréhender de façon pertinente les missions confiées à un professeur agrégé.

Déroulement de l'épreuve

Dix jours avant le début des épreuves d'admission, les candidats admissibles transmettent un dossier scientifique permettant au jury de proposer une question. Cette question est soumise au candidat au début de sa préparation. Très souvent, ces questions sont conçues pour donner aux candidats l'opportunité de montrer qu'ils sont capables de transposer dans un contexte d'enseignement (lycée, BTS, CPGE ou licence) et de manière didactique, un concept ou une problématique en lien avec leurs travaux de recherche.

⁷ Article 78 de la loi 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche

L'épreuve débute par un exposé de 30 minutes maximum, suivi d'un entretien de 30 minutes maximum avec le jury. Avant l'épreuve, les candidats disposent d'une heure de préparation durant laquelle ils doivent, entre autres, préparer leur réponse à la question posée par le jury et l'intégrer dans leur exposé.

Dans chaque salle de préparation, les candidats disposent d'un vidéoprojecteur et d'un ordinateur connecté à internet sur lequel sont installés la plupart des logiciels usuels (Packs office et LibreOffice, IsisDraw, ChemsSketch, etc.).⁸ L'utilisation d'un ordinateur personnel est également autorisée pour cette épreuve. Ils ont accès à l'ensemble des documents de la bibliothèque ainsi qu'à la base de données du concours (ressources disponibles en ligne sur le site). Les candidats ont également la possibilité de consulter et d'exploiter l'ensemble des ressources accessibles à tous (sans mot de passe) sur internet. Ils peuvent aussi accéder à des ressources électroniques qu'ils auraient élaborées eux-mêmes (dossier scientifique, thèse, diaporama, etc.) et déposées sur leur ordinateur personnel ou sur une clef USB avant l'épreuve.

Les candidats peuvent donc préparer une partie significative de leur exposé très en amont de la présentation orale, dans un temps qui n'est pas limité. La nature de la question posée par le jury étant très liée aux thématiques scientifiques développées dans le dossier, ils peuvent également prévoir des compléments à intégrer dans leur présentation pendant la phase de préparation. Pendant le temps de préparation précédant la présentation, ils ont ainsi la possibilité de s'interroger sur la meilleure façon d'intégrer la réponse à la question posée par le jury.

Le dossier scientifique

Comme le précise le programme du concours, ce dossier doit contenir un CV synthétique, une présentation du parcours, des travaux de recherche et, le cas échéant, des activités d'enseignement et de valorisation de la recherche du candidat. Le dossier ne doit pas excéder **douze pages**, annexes comprises avec une pagination raisonnable (interligne simple, police 12) et démontrer une bonne maîtrise de la langue française. Les candidats sont invités à soigner la forme tout autant que le fond de leur dossier. Il leur est également recommandé de détailler la liste des travaux publiés et de préciser toutes les informations essentielles, notamment **la date et le lieu de soutenance ainsi que le titre de la thèse et le nom du directeur de thèse.**

Les travaux de recherche doivent être décrits dans le document mais leur présentation relève d'un exercice de synthèse destiné à des lecteurs non spécialistes. Il est inutile, voire contreproductif, de chercher à détailler l'ensemble des travaux menés et il n'est pas pertinent de produire un dossier similaire au dossier de candidature à un poste de chercheur ou d'enseignant-chercheur. Comme l'intitulé de l'épreuve l'indique, le jury s'attend, à travers la lecture du dossier scientifique, d'une part à une contextualisation des travaux de recherche, et d'autre part à une mise en perspective de ceux-ci dans un objectif d'enseignement.

Les candidats doivent également mettre en valeur leur formation à et par la recherche au travers de leurs travaux doctoraux et/ou postdoctoraux, les formations suivies et/ou les enseignements dispensés ainsi que les compétences acquises qui pourront être mobilisées pour l'exercice de leur futur métier. Une réflexion approfondie et un certain recul par rapport à l'activité de recherche est donc nécessaire pour la rédaction du dossier. Pour l'alimenter, les futurs candidats gagneront à s'emparer du référentiel de compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation ainsi que des programmes des classes dans lesquelles ils seraient susceptibles d'enseigner.

Les pistes pour relier les compétences acquises au métier de professeur sont nombreuses et les candidats ont toute liberté de choisir ce qui apparaît le plus en cohérence avec leur propre parcours. Le candidat peut utiliser des éléments disciplinaires et méthodologiques issus de son expérience de la recherche et montrer leur exploitation dans le cadre des programmes de physique-chimie du lycée (général et technologique), de CPGE et de BTS. Il peut aussi expliquer comment réinvestir les capacités développées durant son parcours : démarche scientifique, réalisations expérimentales, calcul numérique ou traitement de données, établissement de modèles, etc. Compte-tenu de la longueur limitée du dossier, des développements très détaillés ne sont pas nécessairement attendus à ce stade, mais **les candidats doivent être prêts à les expliciter devant le jury,** notamment au travers d'exemples précis.

Le jury recommande de ne pas chercher à tout prix à proposer des activités, expérimentales par exemple, calquées sur les travaux de recherche. Celles-ci doivent en effet rester réalisables au niveau envisagé, c'est-

⁸ Chemdraw n'est pas disponible et la version des logiciels installés sera précisée sur le site internet du concours

à-dire, tenir compte de la nécessaire progressivité de l'enseignement, du matériel disponible dans les établissements et des mesures de sécurité et de prévention. Bien que spécialiste d'un domaine scientifique précis, le candidat doit démontrer, que ce soit dans son dossier ou lors de sa présentation orale, que les compétences acquises en recherche peuvent enrichir un enseignement plus large.

L'exposé

Dans la première partie de l'épreuve orale, les candidats doivent présenter un exposé de trente minutes maximum incluant notamment le traitement de la question du jury. Si cette présentation concerne le parcours et l'expérience de recherche du candidat, elle ne doit pas être une simple répétition du contenu du dossier. Le jury attend notamment un exposé pédagogique du contexte, de la démarche et des (ou de certains) résultats marquants du travail de recherche. Dans cet objectif, il est en particulier nécessaire que les candidats aient pris connaissance au préalable des programmes (et de leurs préambules) des classes du secondaire ou post-bac. Sans caractère obligatoire, la réalisation d'une (ou plusieurs) expérience(s) peut venir illustrer l'exposé mais son intérêt doit être clairement démontré.

Le traitement de la question doit servir de point d'entrée pour l'exposé oral. Il impose une réflexion approfondie allant au-delà de ce qui est présenté dans le dossier scientifique. Le temps de préparation précédant la présentation laisse la possibilité au candidat de se l'approprier et de construire une réponse explicite, pertinente et détaillée. Les développements liés à cette question peuvent, soit faire l'objet d'une partie distincte, soit être réinvestis tout au long de l'exposé. Dans le premier cas, l'articulation avec le reste du propos doit apparaître clairement, dans le deuxième il est important d'éviter la dilution dans l'ensemble du discours et la réponse doit apparaître explicitement. Le temps consacré à la question posée doit être suffisant.

Le jury a constaté que cette partie de l'épreuve, réalisée en temps limité et consistant à intégrer des éléments nouveaux à une présentation préparée en amont, représente une réelle difficulté pour les candidats. Il est impératif de veiller à répondre à la question posée en intégrant au mieux des exemples tirés des travaux de recherche et adaptés au niveau identifié. Certains se limitent à un exposé des parties des programmes d'enseignement se rapportant à la question posée ou ne proposent que des pistes insuffisamment développées de situations pédagogiques.

Pour réussir cet aspect de l'épreuve, il faut se rappeler que les sujets des questions sont proposés en lien étroit avec les activités de recherche décrites dans le dossier. Si le candidat a, en amont, mené une réflexion approfondie sur la mise en perspective de ses activités pour l'enseignement, il peut anticiper les axes de lecture qui pourraient lui être proposés. Certaines questions peuvent se rapporter à des aspects plus pédagogiques, méthodologiques ou éthiques donc, en relation avec les thématiques de recherche. Par exemple, le candidat pourra identifier les difficultés particulières que certaines notions peuvent présenter pour les élèves, et ainsi réfléchir à une progressivité de l'acquisition des connaissances. Il est attendu que les candidats maîtrisent les concepts théoriques (spectroscopie, cinétique et catalyse, interactions intermoléculaires, ordres de grandeur...) associés à leurs travaux de recherche, au moins au niveau auquel ils pourraient être amenés à enseigner.

Trois exemples de questions formulées par le jury

En quoi vos travaux peuvent-ils nourrir un enseignement de la notion de modèle en physique-chimie ?

Comment vos travaux de recherche peuvent-ils enrichir un enseignement progressif de la notion de chiralité du lycée au postbac ?

À partir d'un exemple proposé dans votre dossier, identifier les obstacles que pourrait rencontrer un élève dans l'apprentissage de la chimie organique et proposer des pistes pour les dépasser

Lors de cet exposé, un équilibre doit être trouvé entre les aspects scientifiques, pédagogiques, didactiques et d'explicitation des compétences acquises. Les candidats doivent éviter une présentation trop théorique, technique ou détaillée, aussi bien qu'une présentation qui relèverait plutôt du domaine de la vulgarisation. Ils doivent garder à l'esprit que l'objectif de cette épreuve est bien de participer au recrutement de professeurs de l'Éducation nationale et non d'enseignants-chercheurs ou de chercheurs dans l'industrie. Lors de cette session, les candidats ont dans l'ensemble réussi à trouver cet équilibre.

L'entretien

Au terme de la présentation, l'entretien avec le jury permet d'apprécier plus finement les compétences disciplinaires et le recul des candidats sur l'apport de leurs travaux de recherche à l'enseignement. Le jury peut appuyer son questionnement sur le contenu du dossier ou sur la présentation orale. Il peut demander aux candidats des précisions ou des développements sur des aspects de leur recherche, sur les activités pédagogiques proposées, sur les liens avec les programmes des enseignements dispensés par un professeur agrégé ou, plus globalement, inciter les candidats à se projeter dans leur rôle de professeur.

Au cours de cette discussion, le candidat doit impérativement démontrer sa maîtrise des aspects scientifiques de son travail de recherche. Les questions du jury visent aussi à sonder le niveau et la culture générale scientifiques du candidat et son aptitude à s'approprier les programmes de l'enseignement secondaire et post-bac. Cette partie de l'épreuve doit également permettre de compléter l'évaluation de la réflexion du candidat sur des notions telles que le questionnement et la démarche scientifique, le système réel et le modèle, l'apport du numérique, etc. Au cours de l'épreuve, les candidats peuvent s'appuyer sur un modèle, un schéma, et ne pas hésiter à reprendre un raisonnement au tableau avec soin et rigueur, plutôt que de recourir à des diapositives préparées à l'avance. Cette année, certains candidats ont montré une surprenante fragilité sur des aspects qui relevaient de leurs compétences acquises lors de leur formation en recherche (principes de la catalyse, éléments de spectroscopie, théorie du champ de ligands pour les complexes étudiés, oxydo-réduction, atomistique, etc.). De surcroît, il est important que les candidats fassent aussi la démonstration de leur maîtrise des notions au programme du concours.

Cette année, des lacunes ont été identifiées sur des questions scientifiques relativement élémentaires pénalisant les candidats dans leur prestation.

Conclusion

En conclusion, le jury est particulièrement sensible à la qualité scientifique et didactique du dossier comme du discours, à la précision et à la pertinence des exemples retenus, à la rigueur et à l'honnêteté intellectuelle des candidats. Le jury est également attentif à tout ce qui peut susciter l'envie d'apprendre chez l'élève : l'attitude et l'élocution du candidat, le dynamisme de l'exposé, la qualité et la pertinence des supports pédagogiques (structure du dossier, diapositives projetées, expériences et animations éventuellement proposées, gestion du tableau...). Lors de cette épreuve, le jury évalue la maîtrise des concepts et leur transposition. La note finale ne reflète pas la qualité des travaux scientifiques du candidat, mais traduit la mise en perspective didactique que le candidat a choisi de faire de son expérience de recherche lors d'une épreuve spécifique du concours d'agrégation.

Le jury tient à féliciter quelques candidats pour leur prestation et encourage vivement les prochains à toujours mieux se préparer pour les années à venir.

INFORMATIONS CONCERNANT LA SESSION 2025

Pour la session 2025, il est prévu que l'agrégation spécial docteurs se déroule conformément à l'arrêté de définition du concours 2018, c'est-à-dire avec une épreuve écrite de 6 heures, réunissant une composition de chimie (coefficient 2) et une composition de physique (coefficient 1) et pour les candidats admissibles trois épreuves orales, leçon de chimie, leçon de physique et épreuve de mise en perspective didactique des travaux de recherche. Pour l'admission, les différentes épreuves seront prises en compte avec les coefficients suivants :

- Épreuve écrite de physique – chimie : coefficient 6
- Leçon de chimie : coefficient 4
- Leçon de physique : coefficient 2
- Mise en perspective didactique des travaux de recherche : coefficient 3

Mise en perspective didactique des travaux de recherche (MEPD)

L'épreuve de mise en perspective didactique des travaux de recherche se déroulera exactement dans les conditions réglementaires.

Leçons de chimie pour la session 2025

Pour la session 2025, la leçon de chimie se déroulera comme pour la session 2024. La proposition faite aux candidats de choisir l'un des deux sujets qui lui seront proposés en début de préparation sera maintenue. Chaque sujet contiendra trois éléments concentriques destinés à cerner le contenu de la leçon :

- **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 ;
- **Un thème** qui en précise le cadre général et en colore les développements. Une liste non exhaustive des thèmes associés à chaque domaine est fournie entre parenthèses ci-dessous ;
- **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.

Il est attendu des candidats qu'ils construisent des exposés permettant au jury d'apprécier la maîtrise discipline du domaine (i), et précisément du thème (ii) à traiter, la qualité du raisonnement et les compétences pédagogiques. L'élément imposé (iii) peut constituer l'essentiel de la leçon, ou seulement une part, suffisamment significative, de l'exposé. L'entretien avec le jury permettra aussi un échange relatif aux choix du candidat dans le traitement de l'intitulé comportant ces trois niveaux.

Des leçons sur des thèmes sociétaux comme chimie et environnement, chimie et énergie, chimie verte pourront être abordées au sein des différents sujets, à l'initiative du candidat ou suggérés dans le titre du sujet.

(i) Thématique : du laboratoire aux procédés, (ii) Thème : chimie verte, (iii) Élément imposé : la catalyse

(i) Thématique : liaisons intra et intermoléculaires, (ii) Thème : chimie du vivant, (iii) Élément imposé : acides aminés

Les domaines et thèmes (entre parenthèses) pour la session 2024 sont les suivants :

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

Leçons de physique pour la session 2025

Pour la session 2025, la leçon de physique se déroulera comme pour la session 2024. Le candidat devra choisir l'un des deux sujets qui lui seront proposés en début de préparation et la leçon de physique, comme la leçon

de chimie, sera inscrite dans un domaine de la physique, puis sera précisée par un thème, complété par un élément imposé.

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

Les sujets des leçons de physique s'appuieront sur des thèmes inscrits dans ces grands domaines de la physique et intégreront également un élément imposé, qui devra impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incitera le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents qui seront valorisés. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge de l'exposé. Les sujets des leçons de physique pourront porter sur le cycle terminal des classes de lycée ou sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet.