



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Agrégation externe spéciale

Section : physique - chimie

Option : chimie

Session 2022

Rapport de jury présenté par : Monsieur Pierre FRERE, professeur des universités,
président du jury

Sommaire

Introduction	2
Statistique de la session 2022	3
Epreuve écrite d'admissibilité	6
Rapport sur la partie à dominante chimie	6
Rapport sur la partie à dominante physique	9
Epreuve d'admission	12
Rapport sur la leçon de chimie	12
Rapport sur la leçon de physique	15
Mise en perspective didactique d'un dossier de recherche	19
Informations concernant la session 2023	24

Introduction

Après deux années en mode dégradé du fait de la pandémie de COVID-19, cette quatrième session du concours externe spécial de l'agrégation de physique-chimie option chimie ouvert aux candidats titulaires d'un doctorat s'est déroulée dans des conditions normales. L'épreuve écrite a eu lieu le 7 mars 2022 et pour les candidats admissibles, les trois épreuves orales se sont déroulées sur trois jours du 22 au 24 juin. Contrairement à l'année précédente, l'accueil du public aux épreuves orales était permis, même si peu de personnes ont utilisé cette possibilité.

Sur les 145 inscrits, 65 candidats se sont présentés à l'épreuve écrite d'admissibilité, ce qui correspond aux mêmes chiffres que l'an dernier (145 inscrits et 67 présents en 2021). Après une baisse importante en 2021, le jury espère que ce maintien du nombre de candidats va perdurer pour les années futures. Pour permettre à plus de candidats d'accéder aux épreuves orales, 16 candidats ont été déclarés admissibles au lieu de 12 pour les sessions précédentes. Au final, 15 candidats se sont présentés aux épreuves orales, les 5 postes ouverts au concours ont été pourvus et 1 candidat a été inscrit sur une liste complémentaire.

Cette quatrième session montre un net changement quant à la provenance des nouveaux agrégés. Le nombre de candidats certifiés présents à l'écrit est en légère diminution par rapport aux sessions précédentes (34 % en 2022 pour 38 à 40 % les sessions précédentes) ; ils sont 7 parmi les 16 admissibles mais aucun n'a été admis. Il peut être noté que sur les 6 candidats présents à l'écrit et déclarés comme enseignant dans le supérieur, 2 ont été admis. Les lauréats comptent également 2 candidats déclarés comme étudiants hors ESPE et dans une ENS. Les deux indiquent avoir effectué une préparation.

Concernant la représentation homme – femme, l'année 2022 se caractérise par le même nombre d'hommes et de femmes aux épreuves écrites et aux épreuves orales. Au final, 4 femmes sont admises alors que les années précédentes elles étaient 2 sur les 5 postes.

Les dates de soutenance des thèses des candidats admissibles s'étalent de 1999 à 2021 avec une majorité après 2012. Les lauréats du concours sont pour la plupart de jeunes docteurs avec des thèses soutenues après 2017.

Pour cette session 2022, le jury souligne une diminution du nombre de copies de qualité, aussi bien en chimie qu'en physique. Pour les leçons de chimie et de physique, à l'oral, le jury constate des prestations de même qualité que celles de la session précédente avec des notes excellentes supérieures ou égales à 15/20. Cependant il peut être noté que la moitié des notes restent inférieures à 7/20, indiquant des difficultés pour une majorité de candidats à appréhender cette épreuve de la leçon emblématique du concours de l'agrégation.

Concernant l'épreuve de mise en perspective didactique des travaux de recherche, il semble que cet exercice spécifique à l'agrégation spéciale soit de mieux en mieux appréhendé par les candidats. Cette année, le jury a apprécié de très bonnes prestations. La moyenne est de 11/20 et un tiers des candidats ont une note supérieure à 14. Il est rappelé que pour cette épreuve les candidats ne doivent pas rester trop centrés sur leurs thématiques de recherche et sont invités à proposer des activités en lien avec les programmes scolaires. L'objectif de ce concours spécial est de recruter des professeurs ayant une pratique de la chimie très variée pour enrichir un enseignement dans le second degré ou les classes post-baccalauréat des lycées par des compétences développées en recherche et leur capacité de mise en perspective didactique de la recherche.

Statistiques

Le jury est composé de sept femmes et sept hommes et rassemble cinq professeurs des universités, un maître de conférences, quatre professeurs agrégés, deux inspecteurs d'académie – inspecteurs pédagogiques régionaux (IA-IPR) et deux inspecteurs généraux de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR).

Pour cette troisième session du concours, 145 candidats se sont inscrits et 65 étaient présents à l'épreuve écrite. Pour les épreuves orales d'admission, quinze candidats admissibles se sont présentés, cinq ont été admis et un a été inscrit sur une liste complémentaire.

Âge des candidats

La figure 1 représente la répartition de l'âge des candidats inscrits et présents à l'épreuve écrite. L'âge des candidats se répartit entre 56 et 27 ans pour les inscrits et les présents à l'épreuve écrite, avec 44 % des candidats ayant moins de 35 ans.

L'âge des candidats admissibles se répartit entre 50 et 27 ans avec une moyenne à 36 ans et celle des admis est de 32 ans.

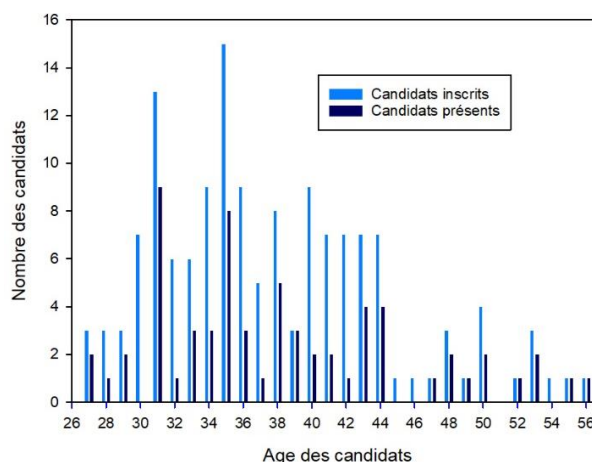


Figure 1 : Répartition de l'âge des candidats

Répartition des candidats par sexe

	Femmes	Hommes
Inscrits	75	70
Présents à l'épreuve écrite	33	32
Admissibles	8	8
Admis	4	1

Répartition des candidats par profession

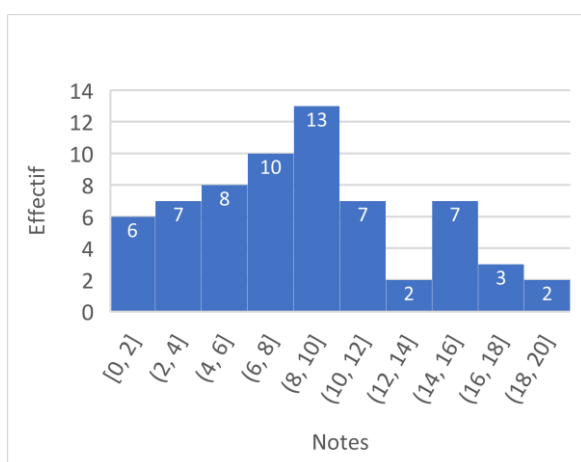
Profession	Nombre de présents	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Etudiants	3	2	2
Enseignants titulaires (certifiés, PLP....)	27	7	0
Enseignants contractuels	11	0	0
Enseignants stagiaires du 2nd degré	5	0	0
Enseignants du supérieur y compris vacataires	6	2	2
Cadres du secteur privé et professions libérales	4	3	1
Sans emploi	8	2	0

Épreuve écrite

L'épreuve écrite comporte deux parties distinctes corrigées séparément, une en chimie et l'autre en physique.

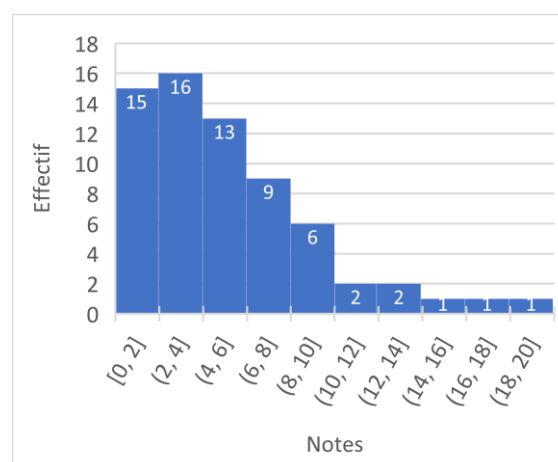
	Moyenne des candidats	Moyenne des candidats admissibles
Partie Chimie	8,7	15,1
Partie Physique	5,1	9,6
Composition Physique-Chimie (coef. 6)	7,5	13,3

Distribution des notes sur la partie chimie



Moyenne : 8,67/20
 Médiane : 8,40
 1^{er} quartile : 4,90
 3^{ème} quartile : 11,66

Distribution des notes sur la partie physique



Moyenne : 5,15/20
 Médiane : 4,10
 1^{er} quartile : 2,39
 3^{ème} quartile : 7,05

Les candidats ont pris soin de composer en physique, avec seulement 4 copies blanches, mais 60 % des copies ont une note inférieure à 5/20. L'écart entre les moyennes des copies de chimie et de physique est de 3,5 points.

La barre d'admissibilité a été fixée à 10,89 / 20.
 Note du premier candidat admissible : 17,59/20
 Note du dernier candidat admissible : 10,89/20

Épreuves orales

Quinze candidats sur les seize admissibles se sont présentés aux épreuves orales.

Épreuves orales	Moyenne des candidats présents	Moyenne des admis	Note la plus haute parmi les admis	Note la plus basse parmi les admis
Leçon de chimie (coef.4)	9,6	13,9	19	10
Mise en perspective didactique d'un dossier de recherche (coef. 3)	11,0	14,0	17	11
Leçon de physique (coef.2)	7,9	9,4	18	3

Cinq candidats ont été admis. La barre d'admission a été fixée à 12,56 / 20

Moyenne du premier candidat admis : 16,59 / 20

Moyenne du dernier candidat admis : 12,56 / 20

Un candidat a été proposé sur une liste complémentaire.

Moyenne du candidat sur liste complémentaire : 12,16 / 20

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 6h 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. Sur les quatre sessions, aucun candidat ayant rendu une copie blanche en physique n'a été admissible.

Rapport sur la partie à dominante chimie

La partie à dominante chimie du sujet est consacrée aux réactions chimi- et bio-luminescentes et est divisée en trois grandes parties constituant cinq sous-parties indépendantes. Les parties et sous-parties de cette épreuve peuvent être traitées dans l'ordre qui convient le mieux au candidat. Au sein de chacune des parties, de nombreuses questions sont également indépendantes les unes des autres. La première partie consiste en des questions de cours sur les profils de réaction et les notions d'états électroniques. La deuxième partie s'inspire d'un protocole expérimental mettant en jeu du luminol suivi d'une étude théorique sur le mécanisme de la réaction de chimiluminescence correspondante. La troisième partie se focalise sur une synthèse de la molécule bioluminescente des lucioles et l'analyse des équilibres acide-base concernant cette molécule.

Les questions abordent de nombreux domaines de la chimie (chimie théorique, chimie organique, chimie des solutions, cinétique, réactivité, spectroscopie) à travers l'étude des systèmes conduisant à l'émission de lumière. Afin de vérifier la maîtrise de la discipline par les candidats, le sujet comporte de très nombreuses questions d'application immédiate de connaissances ou de raisonnements de niveau L2 ou inférieur.

Remarques générales

Le jury a pu lire quelques très bonnes copies, où les candidats montrent à la fois de solides connaissances en chimie ainsi qu'une rédaction précise et rigoureuse. Le jury rappelle que les candidats, futurs enseignants, en plus de leurs connaissances et compétences scientifiques, doivent bien maîtriser la langue française. Les lacunes en vocabulaire amènent parfois les candidats à ne pas comprendre correctement les questions. De plus, les justifications apportées par les candidats ne sont pas toujours suffisantes et satisfaisantes.

Comme dans les rapports des sessions précédentes, le jury souhaite attirer l'attention des candidats sur la rigueur nécessaire à la représentation des mécanismes réactionnels. L'écriture des mécanismes réactionnels en chimie organique obéit à des conventions précises qui doivent absolument être respectées. Tous les déplacements d'électrons doivent être représentés. Les flèches courbes de déplacement d'électrons ne peuvent partir que de doublets, et jamais de charges ou d'atomes. Les flèches simples montrent le déplacement d'un seul électron.

Même si certains ouvrages présentent des mécanismes avec des flèches courbes issues de charges formelles, cette notation ne peut être acceptée dans des copies d'agrégation de chimie rédigées par de futurs enseignants. De plus, il est indispensable de dessiner tous les doublets non liants impliqués dans les étapes des mécanismes réactionnels.

Enfin, on attend de futurs enseignants de savoir équilibrer les équations de réactions chimiques : lorsqu'une équation de réaction est demandée, elle doit figurer explicitement dans la réponse, et de façon équilibrée.

Commentaires spécifiques au sujet

La notion de profil énergétique n'est globalement pas maîtrisée : des erreurs entre intermédiaires de réaction et états de transition (ou complexes activés) ainsi qu'une confusion sur les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée ont fréquemment été relevées (Q1).

Les notions de niveaux électroniques, états électroniques (fondamental ou excité), états de spin et multiplicités de spin sont souvent floues, ce qui a conduit les candidats à ne pas bien répondre à la Q3. On attendait trois schémas de répartition de deux électrons avec deux niveaux d'orbitales non dégénérées : l'état fondamental (les deux électrons appariés dans le niveau le plus bas) singulet, de spin total $S=0$ et de multiplicité $2S+1=1$; le premier état excité singulet avec un électron dans chaque orbitale de spin opposés, de spin total $S=0$, et multiplicité $2S+1=1$; et un premier état excité triplet avec un électron dans chaque orbitale de même spin, donc de spin total $S=1/2+1/2=1$ et de multiplicité $2S+1=3$.

La question Q4 a été dans l'ensemble bien traitée : il ne s'agissait pas de juste donner le nom des phénomènes mais d'expliquer la spécificité de chacun. Il est à déplorer que la différence entre fluorescence et phosphorescence ne soit pas connue de tous les candidats.

La question Q5 a été trop souvent traitée de façon approximative. Le déroulement de la réaction chimiluminescence se fait en trois phases : l'évolution du système dans l'état fondamental par le passage d'états de transition et d'intermédiaires de réaction, le changement d'état électronique via une intersection conique pour atteindre l'état excité et enfin l'émission de photon lors de la désexcitation du système de l'état excité à l'état fondamental.

De façon surprenante, l'équation de la réaction d'oxydation en milieu basique (Q6) n'a pas été écrite correctement par tous les candidats.

C'est regrettable que, pour la Q7, certains candidats donnent comme loi de vitesse la définition de la vitesse en fonction de la dérivée de la concentration d'un réactif en fonction du temps et non pas la loi qui découle du fait que la réaction se fait en un seul acte élémentaire où les ordres partiels sont égaux aux nombres stœchiométriques. Plusieurs candidats n'ont pas explicité les ordres partiels, ne montrant pas s'ils ont compris la règle.

Le calcul du rapport des concentrations demandé en Q8 a été plutôt bien traité. Par contre le rapport faible entre l'espèce basique et l'espèce acide ne justifie en aucun cas le fait que l'équilibre est établi. L'équilibre thermodynamique est établi car les vitesses de transformation acide-base sont très rapides dans les deux sens et donc à tout moment les concentrations sont régies par la constante d'équilibre.

L'AEQS a permis à la plupart d'établir l'expression de la vitesse demandée en Q9.

Les questions Q10 et Q13 concernant les protocoles expérimentaux ont été dans l'ensemble bien traitées. On ne demande pas dans ces questions la rédaction d'un énoncé de TP mais les étapes successives de manipulation et les points de vigilance (ordre des étapes, sécurité, et précision de manipulation) à respecter.

Beaucoup trop de candidats n'ont pas écrit pour la Q11 l'équation de la dismutation du dichlore en milieu basique. Les équations proposées sont souvent non équilibrées au niveau d'un élément ou au niveau des charges. Certains candidats ont proposé l'oxydation du dichlore par l'eau avec formation de dihydrogène sans réfléchir si cette réaction était spontanée, montrant leur méconnaissance des potentiels standard des couples de l'eau. Dans certaines copies, la coprésence dans l'équation d'ions hydroxyde et hydronium montre que les candidats n'ont pas pris en compte que la réaction se faisait en milieu basique. Les calculs des questions Q12 et Q13 ont été bien traités dans les copies où la Q11 était juste.

Peu de candidats ont utilisé le diagramme E-pH pour discuter de la non-stabilité thermodynamique de l'ion hypochlorite $\text{ClO}^-(\text{aq})$ dont la dégradation est cinétiquement suffisamment lente pour pouvoir conserver une solution d'eau de Javel (Q14) et pour proposer un protocole de dosage indirect (Q15). La notion de dosage indirect n'est pas connue par l'ensemble des candidats. Les dosages indirects utilisant le diiode et l'ion thiosulfate sont des exemples courants de dosage à maîtriser pour de futurs enseignants. La question Q15 demandait un peu plus de réflexion et le jury tient à féliciter les candidats qui l'ont bien traitée.

Les Q16 et Q17 ont été bien traitées dans l'ensemble. Par contre les Q18 à Q22 nécessitant de bien comprendre les données du sujet ont été rarement bien abordées. Certains candidats n'ont pas compris que l'intensité lumineuse I n'était pas constante et donc qu'il fallait intégrer la fonction $I(t)$ au cours du temps. Beaucoup donnent un résultat en fonction de la concentration de LumN_2H^- à un instant t , concentration qui n'est pas connue *a priori*, d'autres en fonction de la constante cinétique k qui n'est non plus connue. Les seules concentrations connues sont la concentration initiale et la concentration finale (il n'y a alors plus de luminol). Il fallait donc intégrer entre 0 et $t(\text{final})$. L'intégration de l'intensité entre zéro et $t(\text{final})$ n'est pas égale à $I(t=\text{final})-I(t=0)$ mais à l'aire sous la courbe donnée par le logiciel. Pour la Q19, certains candidats ont été perturbés par la place des axes dans la figure 6 et n'ont pas vu et lu la légende indiquant que les graphes représentaient $\text{Ln}(vc)$ en fonction de $\text{Ln}(\text{concentration})$ et non l'inverse.

Il est regrettable que le diagramme des orbitales du dioxygène ne soit pas maîtrisé par la plupart des candidats (Q23). Le schéma de Lewis de O_2 est lui maîtrisé par la plupart. Alors que certains ont commenté sur le fait qu'on ne retrouve pas deux électrons célibataires dans le schéma de Lewis, il y a eu peu de commentaires sur le fait que les deux descriptions (Lewis et théorie des OM) donnent un ordre de liaison 2 (Q24).

Q25, il y a confusion dans certaines copies entre l'état de spin triplet ou singulet et la propriété de l'atome ou d'un composé à être paramagnétique ou diamagnétique. Un spin n'est pas diamagnétique ou paramagnétique. Même si les deux notions sont liées, on attend à ce que le vocabulaire soit utilisé correctement. Ceux qui ont bien traité les questions Q23 et Q25 ont bien traité la question Q26.

La question Q27 demande l'écriture d'un mécanisme. Des candidats font arriver deux doublets sur $\text{N}=\text{N}$ et donc partir formellement N_2^{2-} (sans mettre les charges).

Les questions Q28 à Q32 n'ont pas posé de problème aux candidats les ayant abordées. Pour la Q28, on attend des candidats de se poser la question des représentations utilisées auprès des étudiants : les avantages et les inconvénients ainsi que leur complémentarité. La Q33 permet de revenir sur l'énergie d'activation (différence d'énergie entre état de transition et état initial) et l'énergie libérée par la réaction (différence d'énergie entre l'état initial et l'état final). Ces deux

grandeurs (cinétique et thermodynamique) sont toutes les deux en faveur de la cassure de la liaison O-O (Q34).

La Q35 a été dans l'ensemble bien traitée. Par contre dans Q36, la chimiosélectivité de la réaction de thionation n'a pas été trouvée par beaucoup de candidat. La différence entre régio et chimiosélectivité n'est pas maîtrisée quand il est attendu que les futurs enseignants aient en tête des exemples de réactions chimiosélectives.

Les candidats ont reconnu le passage d'un ester à un acide carboxylique par intervention de la soude (Q37) mais pas l'écriture d'une réaction d'oxydo-réduction faisant intervenir le couple Fe(III)/Fe(II) complexé (à équilibrer en milieu basique) à la Q38. Plusieurs candidats ont voulu donner un mécanisme à la Q38 qui n'était pas demandé, sans faire intervenir le réactif complexe de fer.

On attend (Q39, Q41 et Q42) des candidats qu'ils mettent les doublets non liants et les lacunes dans les mécanismes et les structures de Lewis. Les flèches correspondent aux déplacements des doublets, pas aux déplacements des charges.

Afin de réaliser le protocole pour obtenir la figure 14, il est important que les concentrations en réactif DHOxyLH soient constantes en utilisant des solutions tampon (Q43). Q44, le point isobestique correspond à la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance ne change pas pendant la transformation chimique ; ici, cela correspond à la longueur d'onde où les coefficients d'absorption molaire des formes acide et base sont égaux, et donc ce point est le point d'intersection des spectres d'absorption des solutions de même concentration.

La Q45 a conduit à des réponses erronées, probablement par manque de temps des candidats. La valeur du pKa (de 6,8) peut se déterminer de plusieurs manières mais sûrement pas comme le pH au croisement des courbes rouge et bleue. Il aurait fallu pour améliorer le protocole avoir des points pour les valeurs de pH inférieures à 6 pour atteindre le plateau correspondant à l'absorption en milieu acide et avoir une meilleure évaluation de la valeur de l'absorbance aux pH faibles.

La dernière question n'a pas posé de problème à ceux qui l'ont abordée. Ils ont trouvé que la modélisation n'était pas très bonne pour la structure anionique et raisonnable pour la structure neutre.

Rapport sur la partie à dominante physique

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. On dénombre 10 questions fondamentales sur les 21 questions du sujet. Cette année, le poids dans le barème de ces questions atteint 47 % du poids total des questions du sujet.

Analyse du sujet et des copies sur certaines questions

La partie à dominante physique aborde une grande diversité de phénomènes physiques au sein du système solaire, en adoptant la plupart du temps un point de vue énergétique pour pouvoir les traiter dans un cadre commun. La richesse de la physique mise en jeu dans un système aussi complexe permet de couvrir un nombre large de domaines, de la mécanique aux réactions nucléaires sans oublier la thermodynamique ou la physique des ondes.

Le sujet s'appuie sur des documents tous volontairement tirés de Wikipedia. L'encyclopédie en ligne, malgré certains défauts qui n'ont pas été gommés dans le sujet, est en effet très souvent consultée en première intention et utilisée à tous les niveaux (par les élèves comme les enseignants et même par les chercheurs). Elle contient aussi des résultats issus de la recherche la plus avancée, qui ont permis ici une discussion poussée sur les oscillations du Soleil.

Le sujet a de nombreux points d'entrée, mais ce sont souvent les mêmes qui sont utilisés par les candidats. Les premières questions, portant sur l'énergie nucléaire, ont été systématiquement abordées. En revanche, les questions les plus complexes qui demandent à la fois plus de recul et plus de réflexion ont été moins souvent traitées. Les correcteurs ont été impressionnés par certaines copies ayant abordé avec succès la quasi-totalité du sujet.

De manière générale, beaucoup de candidats se sont contentés de traiter les questions dont la réponse ne demande que relativement peu de développements, ce qui a permis aux meilleures copies de se détacher nettement.

Partie I : Réactions nucléaires

1) Cette question relativement classique nécessite de bien lire la courbe d'Aston et de comprendre le texte issu de Wikipedia. Il faut cependant aussi savoir convertir des joules en électron-volt, ce qui étonnamment pose problème à certains candidats.

2) Cette question, également classique, a été traitée de façon satisfaisante par un très grand nombre de candidats.

3) Il faut se souvenir de la loi de Stefan-Boltzmann, et certains candidats ont utilisé le formulaire et de l'analyse dimensionnelle pour la retrouver.

4) Une certaine gymnastique est ici nécessaire pour aboutir au résultat. Utiliser la dérivée à l'origine du nombre d'atomes d'Uranium ne permet pas de témoigner de la maîtrise de la notion de demi-vie d'un élément, ce qui est attendu.

Partie II : Contraction gravitationnelle

5) Cette question d'analyse dimensionnelle a été traitée par la plupart des candidats, et les réponses ont été en général satisfaisantes.

6) Cette question permet de comparer énergétiquement deux phénomènes très différents, et de montrer que l'énergie de contraction gravitationnelle est relativement importante, puisqu'elle représente quelques millions d'années de réactions nucléaires au sein du Soleil.

7) Alors que beaucoup de candidats ont bien identifié qu'elle est presque indépendante, presque aucun candidat n'a fourni de réponse correcte à cette question. L'entropie est sans doute trop souvent présentée comme une mesure du « désordre », qui est une notion assez floue. Il vaut mieux garder à l'esprit que toute évolution spontanée d'un système qu'on peut considérer comme isolé s'accompagne d'une augmentation de l'entropie.

8) Cette question fait appel à des capacités calculatoires, puisqu'une forme ou une autre de développement limité ou de différenciation est requise. Assez peu de candidats ont su répondre correctement.

Partie III : Température interne du Soleil et héliosismologie

9) et 10) Deux questions très simples qu'il est dommage de ne pas aborder.

11) Il faut faire preuve de rigueur dans le raisonnement en détaillant toutes les étapes (plans de symétrie de la distribution). Peu de candidats l'ont fait de façon convaincante.

- 12) Cette question a été bien traitée quand elle l'a été. Elle demande clairement des connaissances. Il faut souligner cependant qu'une force étant une grandeur vectorielle, le jury attendait les expressions vectorielles des lois de Coulomb et de la gravitation.
- 13) L'application du théorème de Gauss est relativement technique, et demande une bonne maîtrise de l'intégration.
- 14) Cette question a trop souvent été traitée comme dans le cas classique d'un champ de gravité uniforme alors même que la plupart des candidats ayant abordé la question connaissent la loi de l'hydrostatique.
- 15) Peu de candidats ont réussi à traiter cette question, qui impose d'avoir réussi à répondre à toutes les questions de 9 à 14.
- 16) Cette question est un point d'entrée possible du sujet. Une approche par la cinétique des gaz permet de lier rapidement la densité locale du gaz à la célérité du son.
- 17) Très peu de candidats ont traité cette question. La modélisation du Soleil comme une cavité unidimensionnelle, relativement simple, donne pourtant le bon ordre de grandeur pour la différence de fréquence entre les résonances.
- 18) Cette question a été très peu traitée.

Partie IV : Énergie et planètes

- 19) Cette question permet de vérifier que les candidats sont bien capables d'appliquer le principe fondamental de la dynamique dans le cadre du mouvement des satellites.
- 20) Cette question relativement simple puisqu'elle relève maintenant du programme de l'enseignement de spécialité de terminale générale, a été peu traitée.
- 21) Jupiter reçoit en effet moins d'énergie du Soleil que ce que lui fournit sa contraction gravitationnelle.

Globalement, le jury encourage les candidats à prêter plus d'attention à l'homogénéité des résultats, qu'il s'agisse des unités ou des objets mathématiques. Les nombreuses analyses numériques du sujet doivent être considérées avec recul, notamment quand il s'agit d'estimer la puissance dégagée par le Soleil (forcément supérieure à 1W). Que ce soit pour l'application du théorème de Gauss, l'estimation de la puissance lumineuse reçue par les planètes ou l'évaluation de la densité moyenne du Soleil, ce sujet montre à quel point il est difficile de raisonner sans maîtriser les surfaces et les volumes des formes élémentaires. Enfin, le jury attend que les raisonnements calculatoires soient accompagnés d'explications succinctes mais claires.

Le jury remarque enfin avec satisfaction que presque tous les candidats ont traité de façon satisfaisante plusieurs questions de la partie à dominante physique. Il souligne encore une fois que la bonne maîtrise des fondamentaux de la physique garantit une bonne voire une très bonne note aux candidats.

Épreuves 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 22 au 24 juin 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 sujet de l'épreuve de leçon est constitué 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.

Remarques concernant le thème et l'élément imposé

L'ensemble des candidats a respecté la consigne de développer l'élément imposé et de construire l'exposé en intégrant cet élément. Le jury incite donc les candidats de la prochaine session à continuer en ce sens : l'élaboration du plan de l'exposé doit se faire en réfléchissant à l'articulation des différents concepts nécessaires au traitement de l'élément imposé, qui peut faire l'objet de l'intégralité de la leçon s'il s'y prête, ou bien d'une partie seulement.

Remarques concernant l'exposé

Introduction pédagogique

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. Il explicite également les choix qu'il a été amené à faire sur le positionnement didactique de celle-ci ainsi que sur le traitement de l'élément imposé qu'il a prévu de proposer. 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.

Le jury insiste sur le choix des pré-requis qui se révèle être déterminant : il n'est pas utile de réexpliquer lors de l'exposé des notions supposées déjà vues. D'autre part, pour choisir le niveau auquel la leçon se place, il faut avoir connaissance des différents programmes en vigueur. Le jury conseille donc aux candidats de s'appropriier les programmes en amont de l'épreuve afin de pouvoir rapidement identifier les pré-requis et la place dans une progression des contenus présentés dans l'exposé.

Plan de l'exposé

Cette introduction est suivie de l'exposé en tant que tel : il faut donc « re » -contextualiser l'exposé et annoncer un plan clair qui puisse être identifié tout au long de la leçon. Pour construire ce plan, les candidats sont invités à s'interroger sur le message qu'ils veulent transmettre dans chaque partie et sur la cohérence globale.

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.

On attend bien entendu aussi de futurs enseignants une attention particulière à la maîtrise de la syntaxe et de l'orthographe.

Contenu scientifique

Le jury souhaite mentionner quelques erreurs ou insuffisances dans les aspects scientifiques des leçons présentées. Des candidats manquent de rigueur dans la réalisation des schémas, dans les notations utilisées, dans le vocabulaire employé, en particulier dans la distinction entre réalité et modèle. On note des confusions fréquentes entre molécule, espèce chimique, corps simple, entre stéréosélectivité et stéréospécificité, etc. La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie¹ 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 parfois une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : définition précise du système, rigueur dans les définitions et les notations, connaissances des lois importantes et de leur démonstration. Un traitement très formel de ces leçons, sans articulation avec des exemples authentiques, précisément exploités, avec des valeurs numériques ou des données expérimentales, nuit souvent à la qualité du message visé.

D'autre part, il n'est pas nécessaire d'écrire des formules ou de réaliser des calculs qui n'ont pas d'autre utilité que celle de vouloir « écrire une formule » d'autant plus si celle-ci n'est pas maîtrisée. Si le niveau proposé ne nécessite pas de développement mathématique poussé, il est contre-productif de vouloir écrire des relations qui brouillent le message, mais il convient évidemment de se préparer à montrer la maîtrise de ces développements lors de l'entretien avec le jury.

De plus, le jury n'est ni « organicien », ni « analytique » et il n'est pas utile de vouloir opposer deux aspects de la chimie qui sont intimement liés.

Ressources utilisées

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

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

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.

Expériences

Lorsque le thème s'y prête, des manipulations simples 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). La réalisation d'une manipulation avec exploitation des résultats est valorisée.

Les règles élémentaires de sécurité doivent être respectées, pendant la préparation comme pendant la manipulation. Le port des équipements de protection individuels est attendu. 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.

Remarques concernant l'entretien

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

- 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.

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>

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 valeurs et principes de la République.

Les sujets des leçons de physique s'appuient sur des thèmes publiés et intègrent également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents par rapport à cet élément imposé. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge 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 à 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 physique ;
- 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 et sur les deux premières années de l'enseignement supérieur suivantes : BCPST, PCSI, PC, STS Métiers de la Chimie. 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 (niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire) ou supérieur (deux premières années de l'enseignement supérieur). Cette ouverture vise à éviter l'enfermement sur un extrait précis de programme, de telle sorte que le candidat puisse déborder, si nécessaire, de part et d'autre du niveau auquel il se place. Le candidat peut faire un rappel des connaissances antérieures ou insérer un court prolongement.

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 par l'énoncé **obligatoire** 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 ressources. 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 ont généralement manifesté le souci de contextualiser leur exposé. Le jury est très sensible à cette mise en situation et souhaite que la présentation des notions soit systématiquement adossée à une problématique servant de fil conducteur sur laquelle il convient de revenir. Celle-ci peut prendre la forme d'une question – ou d'un questionnement – appuyé sur un exemple concret.

Par exemple, une leçon sur les « Régimes transitoires » peut être introduite et guidée par l'étude du fonctionnement d'un amortisseur de voiture. 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 technologiques ; 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.

La problématique ne doit pas être 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 : quels concepts ou lois sont abordés et quelle maîtrise en est attendue pour le public ciblé.

Le jury attend un traitement quantitatif d'au moins une expérience, parmi celles présentées, **avec incertitudes de mesure en référence aux nouveaux programmes (Z-score, simulation Monte Carlo)**. 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. Il est attendu naturellement que l'expérience choisie soit pertinente dans le cadre de la leçon.

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 problème. 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 être explicités.

- 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 dispositif expérimental 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.

Le concret donne du sens aux notions présentées, il en montre l'intérêt en 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 illustratives, développe à la fois la culture scientifique, montre le champ d'application de la physique et convainc de l'intérêt de leur étude 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. Souvent modélisation expérimentale d'une réalité complexe, une expérience mérite une analyse, une explicitation des hypothèses, la généralisation des résultats obtenus et une discussion.

Les bilans d'énergie à partir du premier principe doivent être menés avec beaucoup de soin et de façon méthodique : définir le système, identifier l'état initial et l'état final, préciser la nature de la transformation, écrire le premier principe en précisant les conventions retenues.

Cette année, l'élément imposé a régulièrement été incorporé dans la présentation de manière satisfaisante. Le jury a pénalisé les candidats qui n'y ont consacré que les dernières minutes de leur présentation. Sans être obligatoirement le fil rouge de l'exposé, l'élément imposé doit occuper une part significative de la leçon.

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.

Comme en 2021, la majorité des candidats a fait un réel effort pour présenter des exposés cohérents. Le jury apprécie particulièrement les exposés dynamiques, dans lesquels l'intérêt des notions physiques abordées est clairement dégagé. A cet égard, il encourage les candidats à **ne pas se dénigrer et à conserver une attitude positive** durant l'ensemble l'épreuve.

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 est contrôlé et bien minuté. Un réel effort est donc constaté et mérite d'être salué.

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 : 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. Ce type de préparation est chronophage et nuit nettement à la qualité de l'exposé, très souvent au détriment de la partie expérimentale. 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, 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.

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.

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 ...

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 rencontrer des 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.

Rapport sur l'épreuve « mise en perspective didactique d'un dossier de recherche »

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* ». ⁶

Comme explicité dans le programme du concours, le jury, grâce à cette épreuve, 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

Les candidats admissibles transmettent dix jours avant le début des épreuves d'admission, un dossier scientifique permettant au jury de préparer une question, 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 d'expliquer à des élèves de lycée ou de niveau post baccalauréat (BTS, CPGE ou licence), de manière didactique, un concept ou une problématique en lien avec leurs travaux de recherche.

L'épreuve débute par un exposé de 30 min, suivi d'un entretien de 30 min avec le jury, la durée totale de l'épreuve étant fixée à une heure. 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 open office, IsisDraw, ChemsSketch, etc). ⁷ 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.), déposées avant l'épreuve sur un site de partage de fichiers de leur choix et qu'ils peuvent télécharger sur l'ordinateur mis à disposition pour la préparation. ⁸ Il est fortement conseillé que ces documents et la présentation soient déposés sous format PDF pour éviter des problèmes de comptabilité. En revanche, le règlement ne donne pas la possibilité aux candidats de se présenter à l'épreuve avec des documents personnels sous format papier ou sous format électronique.

Les candidats peuvent donc préparer la quasi-intégralité de leur exposé très en amont de la présentation orale, dans un temps qui n'est pas limité. Ils ont ainsi la possibilité de prendre le temps de s'interroger sur la meilleure façon de répondre aux attentes du jury. 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.

⁶ Article 78 de la loi 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche

⁷ Chemdraw n'est pas disponible.

⁸ Si l'accès au site de téléchargement nécessite un mot de passe, il pourra se faire durant la période de préparation sous le contrôle d'un professeur préparateur.

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 du travail.

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 d'abord, à travers la lecture du dossier scientifique, à une mise en perspective et à une contextualisation des travaux de recherche dans le cadre d'un concours de recrutement d'enseignants.

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. Il faut éviter de fournir un dossier qui s'apparenterait à une notice des titres et travaux sans aucune référence aux missions confiées à un professeur agrégé.

Les pistes pour relier les acquis de la formation à et par la recherche au métier de professeur sont nombreuses et les candidats ont toute liberté pour choisir ce qui apparaît le plus en cohérence avec leur propre parcours. Leur exploration doit nécessairement s'appuyer sur une analyse de la démarche et des motivations des activités de recherche, ainsi que sur les compétences, y compris transversales, acquises. 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, de CPGE et de BTS. Il peut aussi, voire surtout, expliquer comment réinvestir les capacités développées durant son parcours : réalisations expérimentales, calcul numérique ou traitement de données, travail en équipe, gestion de projet, mise en œuvre de méthodes pédagogiques innovantes, 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 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. L'épreuve n'impose pas de rechercher les expériences réalisées pendant les travaux de recherche qui pourraient s'inscrire dans telle ou telle partie d'un programme d'enseignement. 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 et l'entretien

Dans la première partie de l'épreuve orale, les candidats doivent présenter un exposé d'une demi-heure 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 l'objectif d'en démontrer l'intérêt pour l'enseignement secondaire ou post-bac. 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.

La réalisation d'une (ou plusieurs) expérience(s) peut venir illustrer l'exposé mais son intérêt doit être clairement démontré, ce qui n'a pas été toujours le cas dans les présentations de cette session.

La question posée par le jury invite à une grille de lecture particulière qui doit être utilisée en cohérence avec l'ensemble du discours. Les développements liés à cette question peuvent, soit faire l'objet d'une partie distincte, soit être intégrés à 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 cette question doit être suffisant et il est particulièrement maladroit de n'y consacrer que la dernière minute de l'exposé. Le traitement de la question impose une réflexion approfondie allant au-delà de ce qui est présenté dans le dossier scientifique.

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. Certains se limitent à un exposé des parties des programmes d'enseignement se rapportant au sujet proposé par la question, d'autres à l'insertion d'une diapositive, le plus souvent dans les cinq (voire moins) dernières minutes, présentant rapidement quelques notions relatives à la question.

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, poursuivi la réflexion approfondie sur la mise en perspective de ses activités pour l'enseignement, réflexion nécessaire pour bâtir le dossier et la présentation, il peut largement anticiper les axes de lectures 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, le candidat pourra se préparer en cherchant, par exemple, à identifier les difficultés particulières que certaines notions peuvent présenter pour les élèves et en réalisant le caractère spiralaire et la progressivité de l'acquisition des connaissances.

Trois exemples de questions formulées par le jury

- *En quoi vos travaux de recherche permettraient d'enrichir un cours de catalyse enzymatique ?*
- *Comment concevoir une activité expérimentale adaptée à un niveau d'enseignement donné et aux contraintes techniques et logistiques d'un lycée ?*
- *Comment exploiter votre expérience personnelle en recherche pour préparer les élèves à des épreuves de types Grand Oral du baccalauréat ou TIPE (CPGE) ?*

Un équilibre doit être trouvé, lors de cet exposé entre les aspects scientifiques, pédagogiques, didactiques et d'explicitation des compétences acquises. Les candidats doivent éviter une présentation trop théorique, technique ou détaillée tout en évitant 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.

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 démontrer sa maîtrise des aspects scientifiques de son travail de recherche et son intérêt pour les avancées récentes dans le domaine quelle que soit la date à laquelle il a mis fin à cette activité. 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 scientifiques, le système réel et le modèle, etc. Au cours de l'épreuve, les candidats peuvent s'appuyer sur un modèle, un schéma, reprendre un raisonnement au tableau avec soin et rigueur, et utiliser les diapositives déjà présentées ou d'autres préparées à l'avance.

Cette année, la question du jury n'a pas toujours été intégrée dans les présentations. Bien souvent la question n'a pas été suffisamment analysée pour être traitée de manière approfondie. Le jury a noté que certains candidats n'ont pas été performants sur tous les aspects de l'épreuve. Des candidats ont fait des exposés très clairs et pédagogiques mais n'ont pas fait preuve d'une solidité scientifique. D'autres candidats sont restés trop centrés sur leurs thématiques de recherche et n'ont pas su s'en écarter pour proposer des activités en lien avec les programmes scolaires.

A plusieurs reprises, de sérieuses lacunes ont été identifiées sur des questions scientifiques relativement élémentaires conduisant à une évaluation sévère de l'épreuve. Il est donc essentiel que les candidats fassent aussi la démonstration de leur maîtrise des notions au programme du concours et du contenu des programmes d'enseignement secondaire et post-bac.

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 du candidat. 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 ; elle 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.

Les principales difficultés relevées concernent le traitement au cours des exposés de la question posée par le jury ainsi que les hésitations dont témoignent certains candidats, au cours de la discussion, sur des connaissances scientifiques liées ou non à leur domaine de recherche. Le

jury conseille vivement aux candidats de réfléchir en amont à des notions telles que « la modélisation », « la chimie et le développement durable », « la médiation scientifique », « l'intégrité scientifique », « la preuve expérimentale », « la mesure » etc. et encourage les candidats à travailler les différents aspects de l'épreuve.

Informations concernant la session 2023

Pour la session 2023, il est prévu que l'agrégation spéciale docteurs se déroule conformément à l'arrêté de définition du concours 2018, c'est-à-dire avec une épreuve écrite de 6h, 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 une épreuve de mise en perspective didactique des travaux de recherche. Pour l'admission les différentes épreuves seront intégrées 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 recherches

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

Leçons de chimie pour la session 2023

Pour la session 2023, la leçon de chimie se déroulera comme pour la session 2022. Les sujets 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 non exhaustive des thèmes associés à chaque domaine 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.

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.

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 : ébullioscopie

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 de la chimie servant de cadre aux sujets de leçons seront publiés en novembre 2022.

Leçons de physique pour la session 2023

Pour la session 2023, la leçon de physique se déroulera comme pour la session 2022.

Les sujets des leçons de physique s'appuieront sur des thèmes, ils intégreront également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, 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 pourront porter sur le niveau terminal des classes de lycée et sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet.

Exemple de sujet de leçon

Thème : images et couleurs (cycle terminal de l'enseignement secondaire).

Élément imposé : l'absorption et la diffusion appliquées à la synthèse des couleurs

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.

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.

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

Les thèmes choisis pour les leçons de physique seront publiés en novembre 2022.