



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

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Rapport du jury**

**Concours : agregation externe**

**Section : physique-chimie**

**Option : chimie**

**Session 2022**

Rapport de jury présenté par : Monsieur Ludovic JULLIEN, professeur des universités

# SOMMAIRE

LISTE DES MEMBRES DU JURY .....	4
INTRODUCTION .....	5
STATISTIQUES DE LA SESSION 2022.....	6
LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ .....	8
Les épreuves de chimie.....	8
Ce que problème et composition ont en commun.....	8
Les spécificités de la composition .....	8
Les spécificités du problème .....	8
La composition de physique .....	9
LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE.....	10
Rapport sur l'épreuve A « Composition de chimie » .....	10
Rapport sur l'épreuve B « Composition de physique » .....	17
Rapport sur l'épreuve C « Problème de chimie ».....	22
LES ÉPREUVES D'ADMISSION .....	27
Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie » .....	27
Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique » .....	33
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie ».....	40
Un dernier mot.....	48
A PROPOS DE LA SESSION 2023.....	49
Programme de la session 2023.....	49
Epreuves d'admissibilité .....	49
Epreuves d'admission.....	49
Annexe 1.....	56
Fiche à compléter lors du montage .....	56
Annexe 2.....	57

Fiche à compléter lors des leçons .....	57
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique .....	58
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale et exemples de capacités associées.....	60

## LISTE DES MEMBRES DU JURY

### Président

Ludovic	JULLIEN	Professeur des Universités	Sorbonne Université
---------	---------	----------------------------	---------------------

### Vice-Présidentes

Cécile	BRUYÈRE	Inspectrice Générale de l'Éducation, du Sport et de la Recherche	Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports
Sophie	COLOGNAC	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale	Académie de Nancy-Metz

### Membres du jury

Cyril	BARSU	Professeur de chaire supérieure	Académie de Dijon
Véronique	CHIREUX	Professeure de chaire supérieure	Académie d'Aix-Marseille
Anne-Laure	CLÈDE	Professeure agrégée	Académie de Créteil
Olivier	DURUPHTY	Professeur des universités	Académie de Paris
Émilie	GENIN	Maître de conférences des universités	Académie de Bordeaux
Hélène	JAMET	Maître de conférences des universités	Académie de Grenoble
David	LAFARGE	Inspecteur d'académie – Inspecteur pédagogique régional	Académie de Lyon
Jean	LAMERENX	Professeur de chaire supérieure	Académie de Paris
Marc	LECOUVEY	Professeur des universités	Académie de Créteil
Antoine	MAIGRET	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional	Académie de Reims
Vincent	MORENAS	Professeur des universités	Académie de Clermont Ferrand
Élise	PRALY	Professeure de chaire supérieure	Académie de Grenoble

## INTRODUCTION

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

Comme tous les concours de recrutement, le concours externe de l'agrégation de physique-chimie option chimie se prépare et l'investissement consacré à sa préparation doit conduire à sa réussite. Ce rapport a pour objectif d'apporter une aide aux futurs candidats. En ceci, sa lecture attentive est particulièrement recommandée pour se présenter à la prochaine session avec un maximum d'atouts. Par ailleurs, le site de l'agrégation <http://agregation-chimie.fr/> fournit toutes les indications règlementaires relatives au concours et apporte tout au long de l'année des informations relatives à celui-ci (nombre de postes offerts, dates des épreuves, dates de publication des résultats, matériel et ouvrages à disposition,...). On ne peut qu'inciter les futurs candidats à s'y connecter et à lire, en complément de ce rapport, celui des sessions précédentes. Le programme de la session 2023<sup>1</sup> se trouve sur le site « devenir enseignant » du ministère. Une description plus détaillée des épreuves est fournie dans la partie « A propos de la session 2023 » de ce rapport.

La session 2022 offrait 38 postes au concours et le jury a attribué tous les postes plus 3 postes sur la liste complémentaire. Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées les 7, 8 et 9 mars 2022 et 179 candidats s'y sont présentés. 75 d'entre eux ont été déclarés admissibles. Une visioconférence a été organisée le 25 mai 2022 à destination de tous les candidats admissibles, pour expliciter le déroulement et les attendus des épreuves d'admission et pour répondre aux questions. Les épreuves d'admission se sont déroulées du 13 au 30 juin 2022 au lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés selon 5 séries de 3 jours chacune. La situation sanitaire améliorée a permis cette année de permettre à nouveau à des auditeurs d'assister aux présentations. En revanche, il n'a pas été possible que les candidats rencontrent individuellement les membres du jury à l'issue de la publication des résultats d'admission. Tous les candidats qui le souhaitaient ont cependant été reçus par un ou plusieurs membres du directoire pour échanger sur leur parcours antérieur et leur projet professionnel au sein de l'Éducation Nationale, pour évoquer leur professionnalisation dans le cadre de l'INSPE ou la poursuite de leurs études dans le cadre d'un doctorat. Les résultats ont été proclamés le 1<sup>er</sup> juillet 2022.

Le directoire tient à remercier vivement l'équipe de direction du lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés, le directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques de l'établissement, l'ensemble des membres du jury, des personnels techniques et des professeurs préparateurs qui ont participé à cette session, pour l'attention portée au bon déroulement du concours qui ont permis que cette session 2022 ait lieu dans les meilleures conditions possibles.

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

---

<sup>1</sup><https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid100820/les-programmes-des-concours-enseignants-second-degre-session-2023.html>

## STATISTIQUES DE LA SESSION 2022

### Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	38
Nombre de candidats inscrits :	417
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	182
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	180
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	179
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	75
Nombre de candidats admis sur liste principale :	38
Nombre de candidats inscrits sur liste complémentaire :	3

### Moyennes aux épreuves d'admissibilité

Moyenne sur 20:	de tous les candidats présents à l'épreuve	des 75 candidats admissibles
Epreuve A : composition de chimie	8,2	12,6
Epreuve B : composition de physique	7,9	12,0
Epreuve C : problème de chimie	6,2	10,1
Moyenne globale des écrits sur 20 du premier candidat admissible :		19,8
Moyenne globale des écrits sur 20 du dernier candidat admissible :		7,92

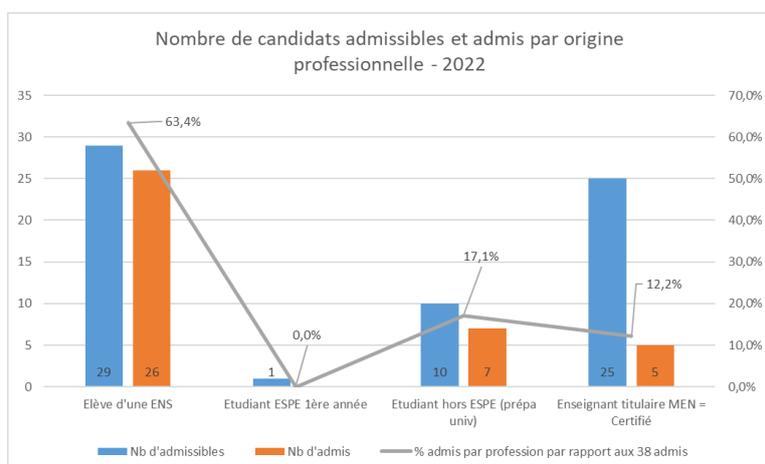
### Moyennes aux épreuves d'admission

	Admissibles	Admis
Première épreuve : leçon de chimie	9,5	12,3
Deuxième épreuve : leçon de physique	8,2	10,3
Troisième épreuve : montage de chimie	9,7	12,5
Moyenne globale des oraux sur 20 du premier candidat admis :		17,3
Moyenne globale des oraux sur 20 du dernier candidat admis (38 <sup>ième</sup> ) :		9,0

### Moyennes globales

Moyenne globale sur 20 des 38 candidats admis :	12,5
Moyenne globale sur 20 du premier candidat admis :	17,4
Moyenne globale sur 20 du dernier candidat admis (38 <sup>ième</sup> ) :	9,38

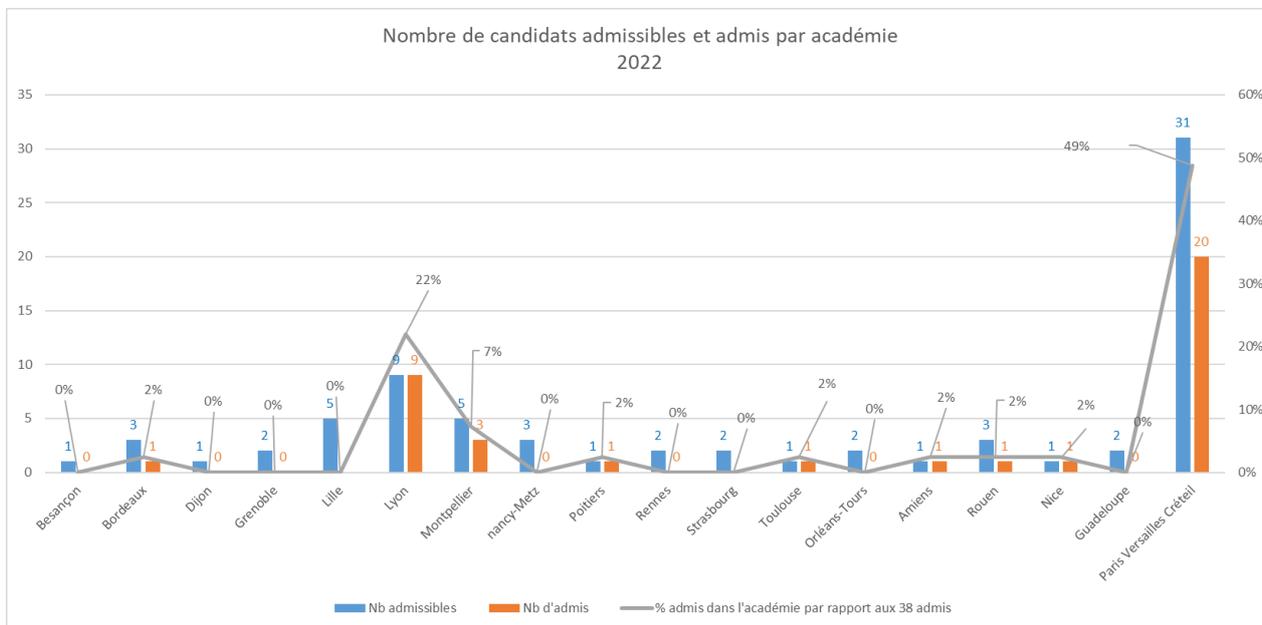
## Répartition par origine professionnelle des candidats admissibles et admis (informations fournies lors de l'inscription)



## Répartition par genre

	Nombre de présents		Admissibles		Admis	
	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Femmes	97	53 %	37	49 %	19	50 %
Hommes	86	47 %	38	51 %	19	50 %

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



## LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

### Les épreuves de chimie

#### *Ce que problème et composition ont en commun*

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

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

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

#### *Les spécificités de la composition*

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

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

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

#### *Les spécificités du problème*

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

Les questions du problème nécessitent généralement une autonomie et une prise d'initiatives plus importantes que dans la composition. Il peut s'agir par exemple d'élaborer des modèles, de confronter les prédictions du modèle à des résultats expérimentaux, qui la plupart du temps ne sont pas issus d'expériences ou de manipulations « classiques », comme cela peut être le cas dans la composition.

### **La composition de physique**

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

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

## LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE

### Rapport sur l'épreuve A « Composition de chimie »

#### Description du sujet

Le sujet de l'épreuve pour la session 2022 aborde le thème de la modélisation en chimie. La pratique de la modélisation est au cœur de l'activité des physiciens et des chimistes pour établir un lien entre le « monde » des objets et des phénomènes, et le « monde » des modèles et des théories. Elle est particulièrement mise en avant dans les programmes nationaux d'enseignement de physique et de chimie, tels que ceux du second degré, de BTS ou de CPGE, où enseignera la majorité des lauréats du concours.

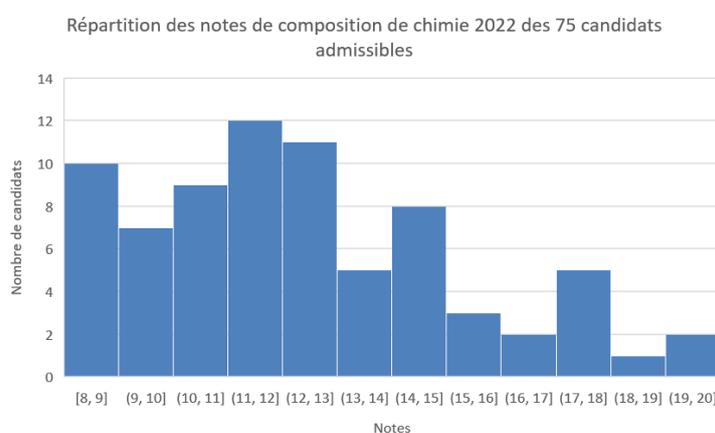
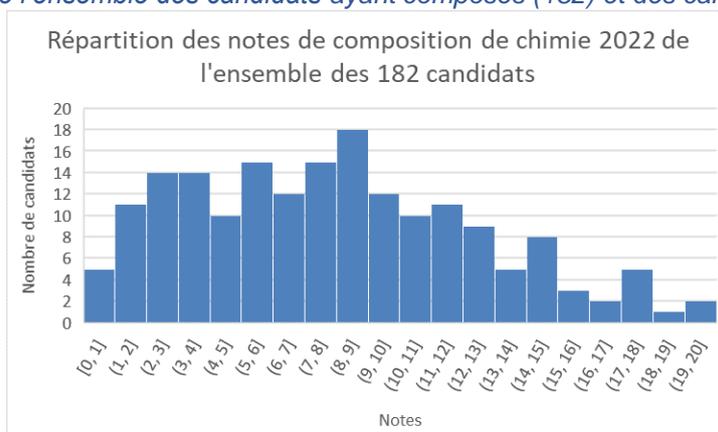
#### Statistiques de l'épreuve

Moyenne de tous les candidats (182)	8,2
Ecart-type	4,5
Min	0,4
Max	20

Moyenne des candidats admissibles (75)	12,6
Ecart-type	3
Min	8,2
Max	20

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	14,2
Ecart-type	2,9
Min	9,1
Max	20

#### Répartition des notes de l'ensemble des candidats ayant composés (182) et des candidats admissibles (75)



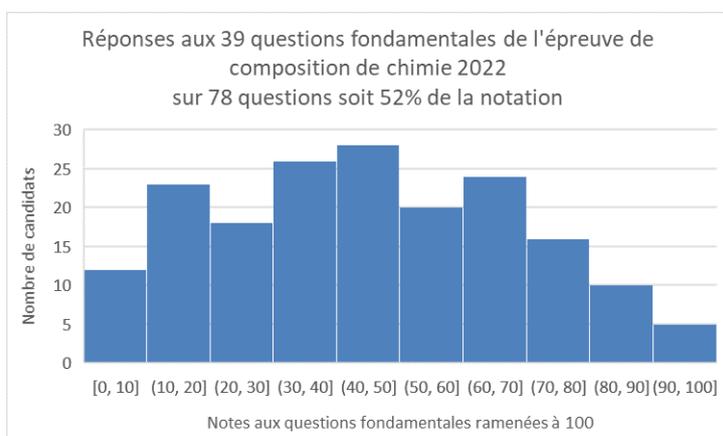
## Questions fondamentales

L'épreuve de composition permet d'évaluer chez les candidats leur niveau de maîtrise des savoirs et savoir-faire développés au moins jusqu'au niveau L3 ; cette épreuve permet en particulier de s'assurer que les candidats maîtrisent les « bases » de la discipline. Et puisque l'agrégation est un concours de recrutement de professeurs l'épreuve permet aussi d'évaluer si les candidats ont pris suffisamment de recul par rapport aux enseignements qu'ils ont reçus et s'ils sont capables de restituer clairement et avec rigueur, des connaissances indispensables au professeur de physique-chimie.

Ainsi ce sujet aborde des domaines variés de la chimie : analyse structurale, diagrammes potentiel-pH, chimie organique, électrochimie, atomistique, cristallographie, thermodynamique, diagrammes binaires, chimie théorique, cinétique chimique, incertitudes de mesure, etc. Ce sujet propose en outre une diversité de tâches, avec différents niveaux de difficulté. Une question peut comporter une ou plusieurs tâches. De manière générale, pour les tâches appelant un développement, toute prise d'initiative est valorisée et les éléments de démarche sont évalués, même si celle-ci n'a pas abouti. Cependant pour les tâches simples sur des notions fondamentales, l'évaluation est réalisée en tout ou rien : soit le candidat obtient tous les points prévus pour la tâche car il sait ou sait faire, et il sait l'exprimer efficacement, soit il n'obtient aucun point.

Ainsi le sujet proposé doit permettre à chaque candidat de s'exprimer et de mettre en avant ses connaissances, capacités et compétences en chimie. Outre sa maîtrise disciplinaire, le candidat doit saisir l'opportunité qui lui est donnée de montrer qu'il a le potentiel pour être recruté comme professeur agrégé.

On dénombre 39 questions fondamentales sur les 78 questions du sujet. Cette année le poids dans le barème de ces questions atteint 52% du poids total des questions du sujet. Celles-ci sont clairement indiquées par la présence d'un astérisque en début de question.



Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-dessus), on constate que 35% des candidats ont une note inférieure à 20 /100 (49% en 2021) et que 41% ont un nombre de points supérieur à 50/100 (10% en 2021). La composition de chimie 2022 a donc été mieux réussie que celle de 2021 d'une manière très nette.

Par ailleurs, 5% du total des points de la copie sont réservés à la présentation, à la qualité de rédaction, au soin apporté à l'écriture et aux schémas. En effet, la capacité des candidats à expliquer clairement un raisonnement, en s'appuyant éventuellement sur un schéma légendé, et en utilisant du vocabulaire précis et

des notations claires sont essentielles pour de futurs professeurs. En outre lors d'un recrutement professionnel il est attendu une présentation adaptée : une copie de la qualité d'un brouillon dessert clairement les candidats concernés et peut être rédhibitoire.

### *Analyse qualitative des résultats*

#### Quelques remarques et conseils généraux

Chaque candidat doit veiller d'abord à cerner précisément ce qui est attendu. Une seule et même question peut contenir plusieurs tâches, ou encore des compléments d'information permettant d'affiner le périmètre de la réponse attendue. Chaque candidat doit être attentif à la signification des verbes d'action utilisés, en général à l'infinitif, dans le contexte global fixé par le sujet : par exemple les verbes « déterminer » ou « proposer » n'impliquent pas le même développement que « donner » ou « citer ». Lors de sa préparation au concours, chaque candidat pourra trouver des éclairages utiles en consultant la ressource « *Verbes d'action figurant dans les capacités exigibles des programmes de physique-chimie* » (août 2019), disponible sur le site institutionnel Eduscol<sup>2</sup>.

L'agrégation est un concours exigeant et de haut niveau scientifique. Cela ne dispense pas chaque candidat d'être rigoureux sur les notions, le vocabulaire et les savoir-faire mobilisés à des niveaux inférieurs : le candidat doit montrer au jury qu'il est capable d'éviter toute ambiguïté ou confusion pour ses futurs élèves du second degré ou ses futurs étudiants des premières années post-baccalauréat. Il est par exemple regrettable de constater des confusions entre fonction linéaire et fonction affine, entre énergie d'une molécule et énergie associée à une transition électronique, entre échelle macroscopique et échelle microscopique, entre espèce chimique et entité chimique, ou encore entre transformation chimique, réaction chimique et équation de réaction. Il est également inacceptable que suite au calcul de grandeurs dimensionnées, la valeur soit fournie sans unité, rendant la réponse invalide, ou avec un nombre de chiffres trop important pour avoir une quelconque signification. Il a aussi été noté plusieurs erreurs d'arrondis (nombre tronqué quand un arrondi à la valeur la plus proche était attendu par exemple). Lors de sa préparation, chaque candidat pourra lire avec intérêt la ressource « *Glossaire d'accompagnement des programmes de chimie* » (août 2019), disponible sur le site institutionnel Eduscol<sup>3</sup>.

Enfin la thématique de la modélisation dépasse le seul cadre de ce sujet de composition. Un futur candidat devrait lire et chercher à s'appropriier la ressource suivante : « *La modélisation, une activité essentielle pour travailler les compétences de la démarche scientifique* » (août 2019), disponible sur le site institutionnel Eduscol<sup>4</sup>.

#### Quelques remarques spécifiques à la composition de chimie

Le sujet de l'épreuve pour la session 2022 comporte deux parties indépendantes, chacune divisée en plusieurs sous-parties. La suite de ce rapport est consacrée à des remarques plus spécifiques à chaque sous-partie du sujet.

---

<sup>2</sup> [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/71/7/RA19\\_Lycees\\_GT\\_2-1-T\\_PHYCHI\\_verbes-action-capacites-exigibles-programmes\\_1163717.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/71/7/RA19_Lycees_GT_2-1-T_PHYCHI_verbes-action-capacites-exigibles-programmes_1163717.pdf)

<sup>3</sup> [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19\\_Lycees\\_GT\\_2-1-T\\_PHYCHI\\_Glossaire-programmes-chimie\\_1172334.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19_Lycees_GT_2-1-T_PHYCHI_Glossaire-programmes-chimie_1172334.pdf)

<sup>4</sup> [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/40/2/RA19\\_Lycees\\_GT\\_2-1-T\\_PHYCHI\\_modelisation-competes-demarche-scientifique\\_1171402.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/40/2/RA19_Lycees_GT_2-1-T_PHYCHI_modelisation-competes-demarche-scientifique_1171402.pdf)

**La sous-partie A.1.** (Q1 à Q12) s'intéresse à des interprétations d'un procédé alchimique avec les outils théoriques et les techniques actuels. Tous les candidats ont abordé cette sous-partie.

Deux tiers ont répondu correctement à la question Q1 concernant l'établissement de la configuration électronique de l'atome de plomb dans son état fondamental après avoir cité les règles utilisées. Cependant, lorsqu'elles sont énoncées, les règles d'établissement d'une configuration électronique sont souvent formulées de façon maladroite ou avec un vocabulaire inadapté. L'attribution des domaines du diagramme E-pH (Q3) a été bien traitée par la majorité des candidats ; cependant des candidats élargissent la notion de nombre d'oxydation d'un élément chimique en mentionnant de manière erronée le nombre d'oxydation d'une entité chimique (confusion avec la charge électrique de l'entité chimique). Les recherches de frontières à la question Q4 sont correctement menées en général, mais environ un candidat sur dix a obtenu tous les points prévus : quand la question a été traitée de nombreux candidats n'ont pas indiqué l'unité du coefficient directeur de la droite frontière oblique entre les domaines de PbO(s) et Pb(s), et quelques autres se sont perdus dans une page de calculs. La question Q5 nécessite de montrer les limites du diagramme E-pH pour interpréter le résultat expérimental fourni, et de prendre de la hauteur en envisageant des aspects cinétiques. Elle n'a pas été réussie : plus de deux tiers des candidats ont soit évité la question soit obtenu aucun point malgré une tentative de réponse.

Un candidat sur cinq a obtenu tous les points à la question Q7, en donnant les formules de Lewis des bases conjuguées respectives de la propanone et de la pentane-2,4-dione, une valeur approchée des pKa des deux couples et une explication correcte pour rendre compte de cette différence. Quelques candidats ne vérifient pas que les bases représentées ont une charge globale négative quand l'acide conjugué est globalement neutre. Il n'est pas acceptable de se contenter d'une réponse vague mentionnant la « délocalisation » sans expliciter rapidement un raisonnement construit pour expliquer la différence de valeur de pKa (Q7) ou encore le caractère coloré d'une espèce (Q10). La question Q9 à propos des techniques spectroscopiques a montré un certain nombre de formulations maladroitement et d'imprécisions de vocabulaire (pic/bande, liaison/fonction, etc.), ainsi qu'une faible connaissance de l'origine des bandes d'absorption en spectroscopie UV-visible. Enfin deux tiers des candidats n'ont pas traité la question Q12 visant à prendre du recul sur cette sous-partie.

**La sous-partie A.2.** (Q13 à Q27) aborde l'électrodéposition du cuivre. Quasiment tous les candidats l'ont abordée.

Si à la question Q13 envisager la transmutation revient à considérer un système réduit à la seule plaque de métal, la question Q14 permet de décrire un système chimique adapté et la transformation chimique associée. Souvent la transformation chimique n'est pas décrite de manière complète (en français), le candidat se contentant de donner l'équation de la réaction, répondant ainsi seulement à la deuxième partie de la question.

Il apparaît que la distinction transformation chimique/réaction chimique n'est pas claire pour une majorité de candidats, alors même qu'elle figure dans les programmes de lycée depuis vingt ans. Rappelons ici qu'une transformation chimique correspond à l'évolution d'un système d'un état initial vers un état final, ces deux états ne présentant pas la même composition chimique. Une transformation chimique peut être lente ou rapide, totale ou non totale, spontanée ou forcée. La réaction chimique est un modèle pour rendre compte au niveau macroscopique de la transformation chimique du système. L'équation de la réaction est l'écriture symbolique de la réaction chimique. Notons que la transformation chimique d'un système peut être modélisée par une ou plusieurs réactions chimiques. Par exemple la combustion du gaz naturel pouvant conduire à différentes espèces chimiques (C, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) peut être modélisée par plusieurs réactions parallèles, ou encore l'estérification d'un acide carboxylique peut être modélisée par deux réactions opposées (estérification /

hydrolyse) conduisant à un état d'équilibre chimique pour le système. Une même réaction chimique modélise une famille de transformations chimiques mettant en jeu les mêmes espèces chimiques, réalisées à des températures, pressions ou compositions initiales différentes.

Moins de la moitié des candidats a obtenu tous les points à la question Q15 visant la détermination d'une constante d'équilibre et l'obtention d'un commentaire sur la valeur obtenue. On note un certain nombre d'erreurs mathématiques (erreur de signe, confusion logarithme décimal / logarithme népérien), des erreurs dans les expressions littérales utilisées (Nernst, enthalpie libre standard de réaction, etc.) ou quand celles-ci sont correctement restituées une incapacité à les appliquer au cas étudié ici. Notons enfin que quelques candidats confondent les termes « spontané » et « instantané ». Le principe d'un montage à trois électrodes est plutôt compris mais sa traduction graphique (schéma) est souvent incomplète. Un montage expérimental de tracé de courbe  $i$ - $E$  doit comprendre les électrodes, un électrolyte et tous les appareils utiles pour réaliser le tracé et collecter les valeurs des grandeurs physiques nécessaires. Ainsi un candidat sur cinq a obtenu tous les points à la question Q16. Il en est de même pour la question Q17 : le principe de fonctionnement d'une ECS est généralement connu, mais sa description est souvent incomplète voire approximative. Les questions concernant les courbes  $i$ - $E$  et l'électrolyse sont relativement bien conduites quand les candidats les ont traitées, mais les conditions de réalisation optimale de l'électrolyse sont souvent non explicitées. Quelques candidats confondent tension et potentiel. Moins d'un tiers des candidats a traité les dernières questions de cette sous-partie (dépôt sélectif, relation de Butler-Volmer et diagrammes d'Evans). Pour ces candidats on note des erreurs récurrentes dans le traitement mathématique de l'approximation de Tafel, notamment dans la manipulation des logarithmes.

**La sous-partie A.3.** (Q28 à Q53) traite de la production de l'or et des propriétés d'alliages argent-or. Quasiment tous les candidats ont abordé cette sous-partie.

Une majorité de candidats a répondu correctement à la question 28 sur la constitution du noyau de mercure. On note cependant quelques formulations ambiguës quand des candidats répondent en donnant la composition de l'atome avec les électrons, ce qui peut laisser penser à des élèves que les électrons font partie du noyau. Un candidat sur cinq écrit correctement l'équation de désintégration  $\beta^+$ , et une majorité n'a pas traité ou traité de manière incorrecte les questions Q30 à Q32 concernant la capture électronique et les rayonnements observés. Ces questions ont montré un manque de connaissances et de culture dans le domaine des transformations nucléaires, dont certains aspects sont enseignés au lycée. Quelques candidats confondent positon et proton. Parmi les candidats qui ont tenté des calculs d'ordre énergétique (Q30), la grande majorité a confondu masse atomique et masse nucléaire, ce qui a conduit à des résultats erronés.

En ce qui concerne la cristallographie, les questions Q33 à Q36 sont plutôt bien traitées dans l'ensemble. Cependant on pouvait espérer des taux de réponses correctes plus élevés pour les premières questions, comme les notions interrogées sont maintenant au programme de l'enseignement scientifique de première générale. Plus de la moitié des candidats a proposé une représentation correcte de la maille conventionnelle d'un cristal d'or, un tiers des candidats seulement a indiqué une valeur correcte pour la coordinence. Environ deux tiers des candidats ont réussi la détermination de la valeur de la masse volumique de l'or (Q34). Quelques candidats font preuve d'un manque de regard critique sur la valeur obtenue, par exemple quand celle-ci est inférieure à  $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . On note aussi des notions ou du vocabulaire mal maîtrisés (confusions coordinence / population, masse volumique / compacité, etc.). Un peu moins de la moitié des candidats a traité correctement les questions sur les sites octaédriques et le type d'alliage qui en découle.

Les questions Q37 à Q53 traitent des diagrammes binaires et de thermodynamique. Moins de la moitié des candidats a répondu de manière satisfaisante aux questions Q37 et Q39 sur la description et l'utilisation d'un diagramme binaire solide-liquide. Peu de candidats sont en mesure de calculer explicitement et correctement les valeurs des variances, et de donner clairement la signification de ces valeurs. Les questions Q40 à Q53 ont été traitées par moins d'un candidat sur quatre, et les réponses obtenues ont souvent montré des confusions, un manque de rigueur dans l'utilisation d'hypothèses au cours des démonstrations, ainsi que des erreurs d'ordre mathématique. Quelques candidats ont montré cependant une bonne maîtrise des notions de thermodynamiques en jeu.

**La sous-partie B.1.** (Q54 à Q67) s'intéresse à la structure et à la réactivité de l'ion cyanure, des nitriles et des isonitriles. Quasiment tous les candidats ont abordé cette sous-partie.

Un candidat sur dix a répondu correctement à l'intégralité de la question Q54 sur les schémas de Lewis représentatifs de l'ion cyanure et d'un nitrile. En effet de nombreux candidats donnent des formules de Lewis en les justifiant a posteriori par quelques éléments de méthode, au lieu de détailler la méthode utilisée de manière explicite, complète et opératoire (nombre de doublets, détermination de la charge formelle le cas échéant, etc.). On note plusieurs candidats qui confondent liaison et doublet d'électrons. Pour la question Q55 deux tiers des candidats ont correctement représenté le mécanisme attendu (SN2) avec des flèches courbes partant de doublets d'électrons et non de charges formelles. Un peu moins de la moitié des candidats a proposé une réponse complète permettant d'expliquer la sélectivité de la substitution (Q56). Répondre que le départ du brome est « plus facile » que celui du chlore n'est pas une justification en soi. Un quart des candidats a rempli correctement les différents niveaux atomiques et moléculaires du diagramme à l'état fondamental (Q59), avec une prise en compte correcte de la charge formelle de l'ion cyanure. Peu de candidats ont discuté de manière pertinente et nuancée de la réactivité relative des deux sites nucléophiles de l'ion cyanure ainsi que de l'hypothèse (H) effectuée (Q61). La moitié des candidats a fourni des éléments d'explication permettant de justifier au moins en partie un mécanisme SN1 (Q62), tandis qu'un quart des candidats n'a pas obtenu de points à cette question : beaucoup d'entre eux se contentent d'observer la classe du carbone fonctionnel ou du carbocation, et n'envisagent pas par exemple la stabilisation de l'intermédiaire carbocationique par les effets mésomères des groupements phényles. Pour l'attribution du signal étudié dans les extraits de spectre de RMN (Q63), très peu de candidats ont estimé les valeurs des constantes de couplage.

**La sous-partie B.2.** (Q68 à Q78) étudie le mécanisme de la réaction d'insertion de Nef. Un candidat sur cinq n'a pas du tout abordé cette sous-partie.

Moins de la moitié des candidats a correctement écrit le mécanisme d'addition-élimination attendu à la question Q68. La différence entre complexe activé et intermédiaire réactionnel (Q70) a été explicitée correctement par un candidat sur dix. Les propositions d'un mécanisme réactionnel concerté (Q71) et d'une représentation du complexe activé (Q72) n'ont été tentées que par environ un tiers des candidats. Le terme « concerté » semble souvent mal compris. La question Q74 concernant la relation d'Arrhénius n'a pas été traitée par la moitié des candidats, un quart des candidats a donné une expression correcte. L'exploitation des données cinétiques est rarement menée à son terme : une lecture trop rapide de l'énoncé a empêché de nombreux candidats d'identifier les hypothèses-clés de la résolution (acte élémentaire, proportions stœchiométriques...). Moins d'un candidat sur dix a traité les dernières questions de cette sous-partie. Très peu de candidats ont traité la question Q78 nécessitant d'estimer le z-score, et parmi eux rares sont ceux qui ont abouti à une estimation acceptable. Dans les derniers programmes de terminale et de CPGE, a été introduit

l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif. Les candidats pourront consulter avec intérêt la ressource<sup>5</sup> et son annexe<sup>6</sup>, publiées sur Eduscol, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

## Conclusion

Pour conclure, le jury espère que les remarques et conseils émis seront utiles aux candidats souhaitant préparer ce concours exigeant dans les prochaines années. Le jury tient à souligner qu'il a eu la satisfaction de corriger plusieurs très bonnes copies. Il félicite ces candidats qui ont su montrer des connaissances et compétences variées dans de nombreux domaines de la chimie, en montrant un recul critique, tout en apportant un soin particulier à la qualité de leur rédaction.

---

<sup>5</sup> <https://eduscol.education.fr/document/7067/download> (le 5 juillet 2021)

<sup>6</sup> <https://eduscol.education.fr/document/6803/download> (le 5 juillet 2021)

## Rapport sur l'épreuve B « Composition de physique »

L'épreuve de composition de physique a porté sur l'étude du fonctionnement de trois appareils utilisés en météorologie pour caractériser les précipitations de pluie : un appareil de détection de l'état des sols, un disdromètre mécanique et un radar météorologique. Chaque partie pouvait être traitée de manière indépendante du reste. Le sujet a permis d'aborder un large champ de thèmes enseignés dans le supérieur comme l'optique, les ondes, la mécanique du point, l'électricité et l'électromagnétisme.

Tout comme pour la session précédente, le jury tient à féliciter les candidats pour la qualité des copies dans leur ensemble, ce qui est tout à fait appréciable dans le cadre d'un concours de recrutement de futurs enseignants. De plus, beaucoup de candidats ont pu aborder, à l'issue des cinq heures allouées à la composition, une très grande partie du sujet. Néanmoins, le jury regrette la présence d'un nombre non négligeable de copies mal rédigées (dans un français incorrect et avec une orthographe trop approximative), mal présentées (nombreuses ratures) ou qui révèlent un manque d'effort de communication de contenus scientifiques.

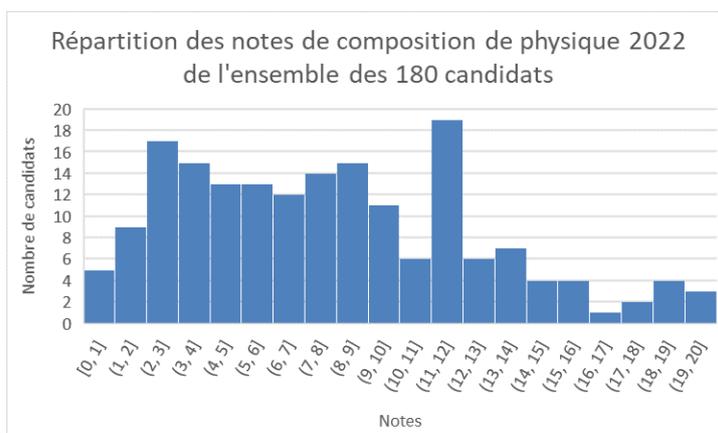
### Statistiques de l'épreuve

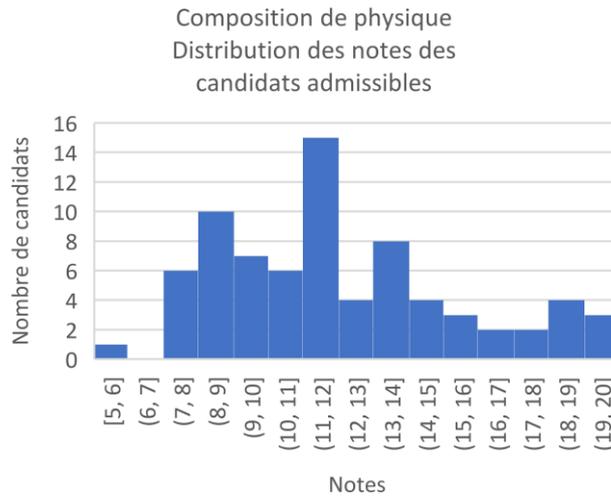
Moyenne de tous les candidats (180)	7,9
Ecart-type	4,7
Min	0
Max	20

Moyenne des candidats admissibles (75)	12,0
Ecart-type	3,5
Min	5,1
Max	20

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	13,5
Ecart-type	3,7
Min	7,1
Max	20

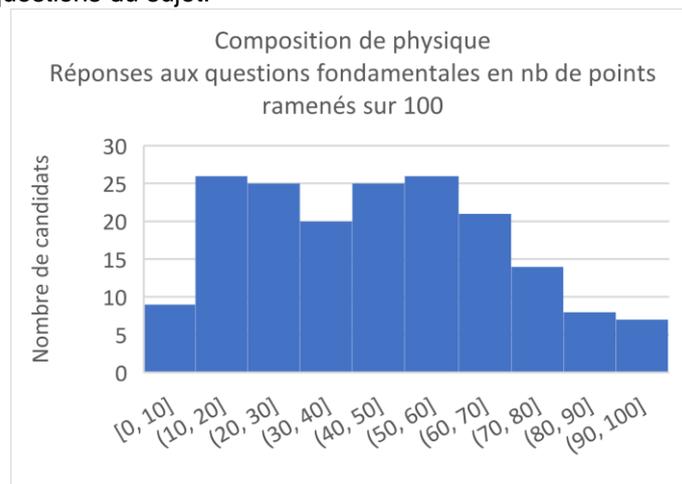
### Distribution des notes





### Questions fondamentales

Comme à chaque session depuis quelques années, une attention et une valorisation particulières sont accordées à des questions faisant partie des fondamentaux de la physique. On dénombre 27 questions fondamentales sur les 67 questions du sujet. Cette année le poids dans le barème de ces questions atteint 50% du poids total des questions du sujet.



### Analyse du sujet et des copies sur certaines questions.

De manière générale, le jury recommande aux candidats de faire preuve de rigueur dans leurs explications (précision des termes et du vocabulaire utilisés), dans leurs raisonnements, dans leurs calculs (signes, simplification au maximum des résultats littéraux, manipulation convenable des vecteurs et des complexes) et dans les notations utilisées (un vecteur n'est pas un scalaire). Il rappelle qu'une application numérique doit systématiquement être accompagnée de son unité et que la mention uSI n'est pas satisfaisante, le jury attend que l'unité soit explicitée. Il recommande également de bien lire l'énoncé et de répondre aux questions telles que posées en utilisant les notations imposées par le sujet. Lorsqu'une formule à établir est donnée dans l'énoncé, le jury s'attend à une justification détaillée de la démarche suivie pour l'obtenir et regrette que certains candidats falsifient leurs calculs pour obtenir à tout prix le résultat attendu. Le jury encourage les candidats à tester régulièrement l'homogénéité de leurs formules pour détecter d'éventuelles erreurs de calcul. Enfin, la

maitrise de l'orthographe de certains mots omniprésents dans l'enseignement de la physique est incontournable (exemples : poids, référentiel, galiléen, Doppler, diffraction).

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

#### PARTIE I – Caractérisation objective de l'état du sol, à l'aide de l'appareil Solia

Question 1. Trop de candidats oublient de préciser que les rayons réfléchi et réfracté doivent appartenir au plan d'incidence, c'est-à-dire le plan formé par le rayon incident et la normale au dioptre. Une proposition du type « les trois rayons [incident, réfléchi et réfracté] appartiennent au même plan » n'a pas la même signification et n'est donc pas convenable.

Questions 2. Il s'agissait d'appliquer les lois de Descartes rappelées à la première question dans le cas du dioptre air/eau. Un nombre conséquent de candidats, ayant pourtant bien traité la question 1, peine à identifier correctement le comportement du rayon réfracté. Il s'agissait ici de prouver que le rayon réfracté se rapprochait de la normale au dioptre et qu'un angle de réfraction limite était atteint pour une incidence rasante.

Questions 3. Mêmes remarques que pour la question 2 : il s'agissait ici de prouver que le rayon réfracté s'éloignait de la normale au dioptre et qu'un phénomène de réflexion totale pouvait apparaître dès lors que l'angle d'incidence excédait un angle limite à évaluer.

Question 4. Le fait que l'indice optique de l'eau dépende de la longueur d'onde de l'onde qui se propage est caractéristique de la dispersion. Ce terme a été beaucoup trop souvent confondu avec la diffraction (voire même les interférences dans certaines copies). Attention à distinguer le phénomène en jeu [ici : la dispersion] d'une loi qui le décrit [par exemple : la loi de Cauchy]. La coloration des bulles de savon n'est pas une manifestation du phénomène de dispersion.

Question 5. Il faut pouvoir identifier sans ambiguïté la direction de polarisation et la direction de propagation sur l'écriture formelle du champ électrique associé à une onde plane progressive harmonique polarisée rectilignement.

Question 6. Il est inquiétant de voir des erreurs de calculs lors de la dérivation de fonctions sinusoïdales.

Question 10. Attention au vocabulaire : il ne s'agit pas ici d'une « onde évanescente », encore moins d'une « onde pseudo-périodique ». Ici, l'onde se propage selon Oz tout en ayant une amplitude qui s'atténue de manière exponentielle selon cette même direction. L'énoncé demandait explicitement de fournir l'expression du champ électrique réel, il ne fallait donc pas se contenter d'une expression faisant encore apparaître des exponentielles complexes. Beaucoup de confusions ont été faites sur la signification de  $\delta$  : ce n'est ni une « longueur d'onde », ni une « différence de marche »,  $\delta$  correspond à la distance caractéristique sur laquelle s'observe l'amortissement de l'onde.

Question 11. Lorsque l'on compare une quantité, il faut préciser l'étalon auquel on la compare. Ainsi, dire que  $n_{im}$  doit être grand sans préciser vis-à-vis de quoi (ici  $n_{re}$ ) n'est pas pertinent. D'autre part, un nombre complexe (ici  $\underline{N}$ ) ne peut ni augmenter, ni diminuer (il n'y a pas de relation d'ordre dans le corps des complexes).

Question 12. Affirmer la cohérence avec l'expérience sans expliquer en quoi consiste l'observation n'est pas pertinent. On attendait du candidat qu'il parle de son expérience lorsqu'il regarde la surface de l'eau en incidence normale : dans ces conditions d'observation, il n'y a quasiment pas de réflexion, pas d'« effet miroir ».

Question 13. Quand la formule à établir est fournie dans l'énoncé, on attend une justification détaillée de la démarche mise en œuvre pour l'obtenir.

Question 22. Cette question ouverte a été assez peu traitée par les candidats. Toute démarche cohérente ou piste intéressante est valorisée lors de l'évaluation des copies, il est donc important de se préparer également à la résolution de ce type de questions.

## PARTIE II – Etude d'un disdromètre

Question 24. Attention au vocabulaire : beaucoup de candidats parlent de régime « stationnaire », ou « asymptotique » ou « constant » au lieu de régime laminaire pour l'écoulement considéré.

Questions 24-25-26. Beaucoup de candidats ont mal évalué la surface  $S$  qui coïncidait ici avec la surface d'un disque de rayon  $R$ , soit  $S = \pi R^2$  (et non  $S = 4 \pi R^2$ ).

Question 26. Avant d'appliquer la seconde loi de Newton, il est nécessaire d'avoir précisé au préalable le référentiel galiléen avec lequel on travaille et le système d'étude.

Question 27. La maîtrise de la résolution des équations différentielles linéaires d'ordre un est attendue !

Question 28. Beaucoup de candidats ont donné un résultat erroné de l'intégration temporelle de la vitesse pour avoir la position  $z(t)$  par oubli des constantes d'intégration.

Question 33. Certains candidats ne pensent pas à identifier la vitesse limite à la situation où  $\frac{dv}{dt} = 0$ . Lorsque l'on mène un calcul littéral, on ne doit pas introduire de valeurs approchées (ne pas remplacer  $\pi$  par 3,14, de même ne pas remplacer  $C$  par 0,4).

Questions 35-36. Pour comparer une valeur expérimentale accompagnée de son incertitude-type à une valeur de référence, un argument du type « les valeurs sont proches » n'est pas pertinent. Le calcul d'un écart relatif n'est pas non plus satisfaisant puisqu'il ne prend pas en compte les incertitudes. On encourage les candidats à utiliser à présent la notion d'écart normalisé, conformément aux programmes actuels des lycées et des classes préparatoires scientifiques. On peut recommander aux candidats la consultation en ligne d'un document présentant le nouveau paradigme de traitement des incertitudes :

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

Question 42. Il serait bon de connaître le volume d'une boule et celui d'un cylindre de révolution.

Question 48. On attendait une expression littérale de  $I$  avant le passage au calcul numérique. Il ne faut pas non plus mélanger les deux : indiquer  $\Delta t$  au dénominateur suffit, il est inutile de le convertir en écrivant  $60 \Delta t$ .

## PARTIE III – Etude d'un radar météorologique

Questions 51 et 52. Ces questions nécessitaient une construction précise de divers instants permettant de reconstruire la fréquence perçue par la cible puis perçue lors de la réception de l'écho par le radar. Le jury ne pouvait pas se contenter de formules parachutées sans explication et le plus souvent fausses.

Question 56. Les candidats doivent connaître ce qu'est un spectre en amplitude et savoir le construire. Trop de candidats confondent la représentation temporelle du signal et sa représentation fréquentielle.

### *Conclusion*

De nombreux candidats ont bien compris que l'agrégation externe de chimie recrute des professeurs de physique-chimie qui, pour la plupart, enseigneront les deux disciplines. La composition de physique vise à évaluer, entre autres, un niveau de maîtrise des fondamentaux de cette discipline. Ces fondamentaux occupent une place importante dans la grille de notation afin de permettre à un candidat qui les maîtrise de conserver toutes ses chances pour être admissible.

## Rapport sur l'épreuve C « Problème de chimie »

### *Description du sujet*

Le sujet de l'épreuve 2022 avait pour thème la chimie médicinale au service de la douleur. Ce sujet se proposait d'étudier quelques molécules endogènes et exogènes actives dans le traitement de la douleur ainsi que des voies de synthèse de ces molécules.

Ce sujet permettait d'aborder des domaines variés de la chimie : chimie organique, thermodynamique, cinétique, rétrosynthèse, biosynthèse, spectroscopies et chimie sur support solide.

La première partie du sujet était consacrée à l'identification et à la synthèse chimique de molécules endogènes dans le traitement de la douleur. Cette partie avait pour but de caractériser la molécule peptidique complexe par RMN  $^1\text{H}$  à une dimension et montrer les limitations de cette méthode dans le cas d'une structure peptidique. Afin de lever toute ambiguïté, d'autres techniques étaient proposées comme la spectrométrie de masse. Plusieurs méthodes d'analyses étaient évoquées pour essayer de déterminer la structure avec certitude. Des compléments étaient fournis en annexe afin que les candidats s'approprient ces nouvelles techniques d'analyse.

Dans un second temps, le sujet portait sur la synthèse d'un peptide. Une première étude sur la formation du lien peptidique à partir des acides aminés montrait sa faisabilité mais avec des rendements trop faibles pour être exploitable en synthèse. Des études cinétiques et thermodynamiques ont permis de valider cette hypothèse.

L'étude se poursuivait par le contrôle de la chimiosélectivité de cette réaction en solution aqueuse en introduisant la notion de groupement protecteur ainsi que des méthodes d'activation compatibles avec le milieu réactionnel. Cette nouvelle réaction était abordée sous l'aspect expérimental en proposant un protocole en anglais.

Le problème de stéréosélectivité et de stabilité des centres asymétriques pendant la réaction était abordé dans une partie suivante. Différents mécanismes d'action étaient étudiés et discutés afin de déterminer les meilleures conditions de réalisation pour le couplage peptidique. Les conclusions obtenues permettaient alors d'envisager une stratégie de synthèse d'un pentapeptide en solution.

La synthèse du peptide en solution était proposée à l'aide de groupements protecteurs utilisés en recherche. Le candidat était invité à s'approprier ces nouveaux groupes et les nouvelles fonctions chimiques associées. Il était finalement demandé de réinvestir l'ensemble des concepts et difficultés vus précédemment pour proposer une solution économiquement viable. Un effort de réflexion était ensuite demandé pour proposer des limitations pour chaque stratégie utilisée.

Un dernier aspect de la synthèse peptidique était abordé avec la synthèse sur support solide.

La description du polymère de Merriemfield était proposée avec la conception de ce polymère. Les problématiques de taux de fonctionnalisation d'un polymère faisaient l'objet d'un développement particulier. Une réflexion et une argumentation étaient alors demandées pour valider les choix des candidats.

Cette première partie du problème a ainsi permis d'aborder des notions de sélectivité pour des molécules naturelles et complexes telles que les peptides. Des notions de groupements protecteurs, de contrôle des centres stéréogènes ont été abordées afin d'illustrer l'importance de ces notions en chimie médicinale.

La seconde partie du problème était consacrée à la production d'une molécule complexe, la morphine. L'idée de cette partie était de comparer les modes de production de cette molécule que ce soit par extraction du principe actif de la plante ou par synthèse chimique à partir de molécule simple.

Une première sous partie était consacrée à la biosynthèse de la morphine. Quelques étapes étaient étudiées au niveau moléculaire. L'objectif était de montrer que les réactions biologiques catalysées par les enzymes ressemblent à des réactions classiques de la chimie. Dans le cas de la morphine, les premières synthèses s'inspiraient justement de ces étapes de biosynthèse. Si les enzymes étaient capables de contrôler les centres stéréogènes, des outils de la synthèse organique ont également été proposés pour contrôler la stéréochimie.

Parmi toutes les méthodes de synthèse de la morphine, la description d'une synthèse récente en peu d'étapes était ensuite proposée. Les premières étapes permettaient d'aborder des réactions classiques de la chimie organique. Pour une étape de cette synthèse, une question ouverte concernant une transformation était proposée laissant au candidat toute latitude pour proposer une stratégie acceptable.

La dernière sous partie concernait des schémas rétrosynthétiques de la morphine proposée par d'autres auteurs. Il était demandé de s'approprier le vocabulaire des documents fournis en annexe, d'identifier les ruptures de liaison dans le cas d'étapes simples. Dans un exemple de synthèse, la réaction d'électrocyclisation était étudiée à l'aide des orbitales frontières.

Enfin, en conclusion, il était demandé de conclure sur les problématiques liées à la synthèse totale de la morphine.

### *Remarques générales*

En premier lieu, le jury souhaite rappeler aux candidats qu'une épreuve du concours de l'agrégation privilégie la rigueur scientifique, la précision du vocabulaire et la qualité de l'argumentation à une simple accumulation de réponses sans la moindre justification. Les phrases doivent être complètes et s'enchaîner logiquement, les affirmations doivent être étayées par des argumentations rigoureuses et les termes doivent être correctement utilisés et orthographiés. Plus de rigueur dans les justifications et dans les notations permettrait non seulement une correction plus agréable, mais aussi pour les candidats de montrer qu'ils maîtrisent le raisonnement, et qu'ils seraient capables de l'enseigner.

Dans beaucoup de copies, une maîtrise fragile des connaissances fondamentales a rendu difficile la résolution de certaines parties du problème. Les questions mobilisant de nouvelles connaissances ont été globalement un peu mieux traitées.

Il faut répondre précisément aux questions : quand une équation de réaction est demandée, l'écriture du mécanisme de la réaction n'est pas nécessaire et inversement.

L'écriture des mécanismes doit être cohérente avec le pH auquel s'effectuent les réactions. Les actes élémentaires ne doivent pas être regroupés. Il est nécessaire de vérifier la cohérence entre les formules des intermédiaires proposés, et les pKa des fonctions mises en jeu.

L'écriture des mécanismes s'effectue avec des flèches courbes qui doivent être précises. Une flèche représente la formation ou la rupture d'une liaison. Elle part donc d'un doublet pour aller vers un site électrophile.

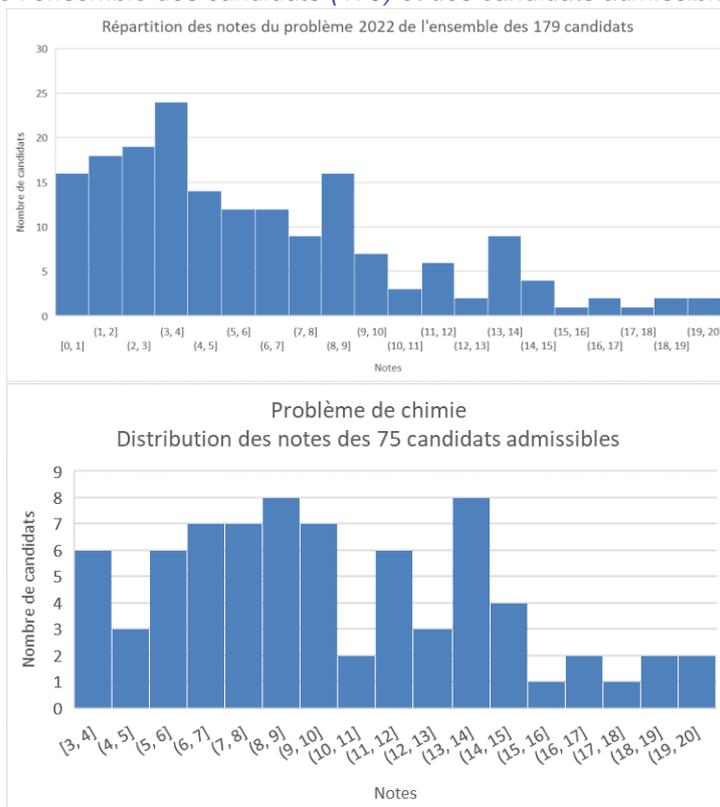
### Statistiques de l'épreuve

Moyenne de tous les candidats (179)	6,2
Ecart-type	4,6
Min	0,1
Max	20

Moyenne des candidats admissibles (75)	10,1
Ecart-type	4,1
Min	3,4
Max	20

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	12,5
Ecart-type	3,6
Min	4,6
Max	20

### Répartition des notes de l'ensemble des candidats (179) et des candidats admissibles (75)



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

### Analyse qualitative des résultats

La suite de ce rapport est consacrée aux remarques plus ponctuelles sur les différentes parties du sujet.

#### Partie 1 : Molécules endogènes pour le traitement de la douleur

##### A. Identification de molécules opioïdes endogènes

Q2) On a observé peu d'attributions mis à part les protons aromatiques. Attention, il est faux de dire que des protons sont systématiquement équivalents s'ils ne donnent qu'un signal multiplet (exemple des H du phényle de Ph).

Q3) On a observé un oubli assez systématique de catégories de protons.

Q6) La masse molaire a rarement été obtenue à partir du spectre de masse comme cela était demandé mais souvent par calcul.

Q9) Les annexes ont souvent été mal utilisées pour déterminer les fragments.

Q12) Il aurait été intéressant que les candidats aient une idée des informations qu'apportent les différentes techniques d'analyse.

## B. Synthèse chimique des peptides endogènes

### B.1. Synthèse de peptides en solution

#### B.1.1. Synthèse de dipeptides en solution aqueuse

Q14) On ne pouvait pas attribuer de points si la justification était trop vague.

Q15) Tous les intervalles de pH du diagramme de prédominance de la question 13 n'ont pas été exploités. On a souvent constaté que seule une, deux ou trois équations ont été données sur des intervalles parfois arbitraires.

Q16) La réponse à cette question ne pouvait pas être seulement une analyse des données du tableau 2. On attendait une justification sur l'évolution des valeurs de ce tableau. Un commentaire sur l'allure d'une courbe ne pouvait pas se limiter à une description des sens de variations.

Q18) Il fallait savoir exprimer la constante d'une équation de réaction qui est combinaison linéaire de plusieurs autres équations de constantes d'équilibre connues.

Q22) On rappelle ici que les constantes d'équilibre sont des grandeurs adimensionnées.

Q21) Les dimères Met-Met et Gly-Gly ont souvent été oubliés.

#### B.1.2. Contrôle de la chimiosélectivité et de la régiosélectivité dans la synthèse d'un dipeptide

Q23) La protection de l'acide carboxylique de Met a souvent été oubliée.

Q25) Dans cette question, il s'agissait de donner des arguments sur la cinétique de la réaction d'une part et sur la thermodynamique d'autre part. Les deux arguments ont rarement été avancés pour justifier la méthode utilisée.

Q26) Il était important de bien connaître la nomenclature de base pour interpréter les protocoles.

Q27) La connaissance de la composition d'une solution tampon devait guider le candidat dans sa réponse mais celle-ci était trop souvent mal connue.

Q31) La comparaison des pKa associés aux différents protons devait permettre de trouver la réaction la plus favorable.

Q37) Seules les chaînes latérales des acides aminés présents dans les enképhalines étaient étudiées. Il convenait de connaître toutes les réactions concurrentes aux réactions espérées afin d'élaborer une stratégie de synthèse efficace.

Q38) On rappelle que les actes élémentaires ne doivent pas être regroupés dans le cadre de l'écriture d'un mécanisme.

Q39) Cette question représentait un bilan synthétique des questions précédentes mais plusieurs étapes ont souvent été oubliées : protections, activations, ...

## B.2. Synthèse de polypeptides sur support solide

Q42) Il est nécessaire de connaître les motifs des polymères les plus utilisés. Il faut également différencier motif et monomère.

Q45) Encore une fois, un simple commentaire de la différence entre les deux méthodes A et B était insuffisant. On attendait un choix de méthode basé sur une explication cohérente vis-à-vis du but recherché.

Q47) Attention, le greffage sur le polymère s'effectuait du côté C terminal.

## Partie 2. : Molécules naturelles exogènes pour bloquer les récepteurs de la douleur

Q51) Le mécanisme général des substitutions électrophiles aromatiques a souvent été mal rendu.

Q56) La réaction d'oxydation nécessitait obligatoirement une perte d'électrons de la part du substrat.

Q59) Les différentes représentations de la morphine n'ont pas toujours été judicieusement utilisées pour répondre à cette question.

## B- Une voie de synthèse totale de la morphine

Q62) Peu de candidats ont su écrire correctement une réaction de transposition.

Q64) La réaction de Diels-Alder a été assez peu reconnue.

Q69) Pour cette question, on attendait que les différentes étapes de la transformation soient explicitées, ce qui a été rarement fait.

Q79) Tout commentaire sur un groupement protecteur devait être assorti d'une raison pour protéger la fonction.

Q80) Q81) Nous rappelons que la justification du caractère permis ou pas d'une cyclisation conrotatoire peut être effectuée en étudiant une orbitale moléculaire adéquate. Un diagramme d'orbitales moléculaires était fourni dans cet objectif.

## LES ÉPREUVES D'ADMISSION

Le nombre de candidats admissibles étaient de 75, mais 7 candidats ne se sont pas présentés, donc uniquement 68 candidats admissibles ont passé les épreuves d'admission, soit 90,7% des admissibles.

Cette année 2022, le nombre de candidats admis sur liste principale est de 38, soit 55,9% des candidats admissibles présents.

Le nombre de candidats inscrits sur liste complémentaire est de 3, soit 4,4% des candidats admissibles présents.

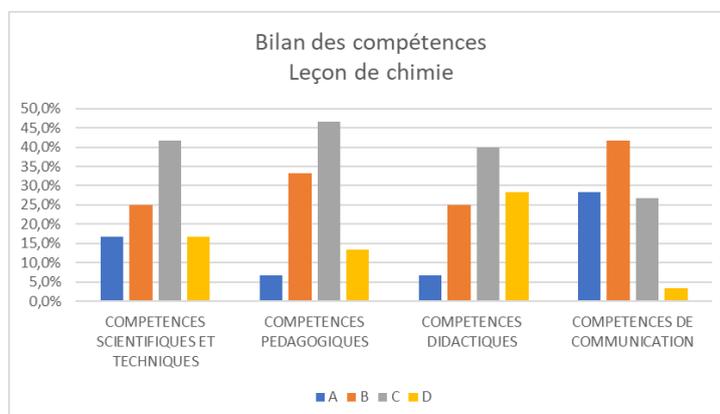
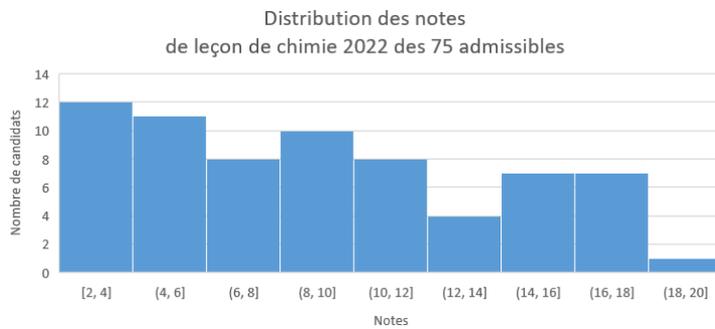
### Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie »

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

#### Quelques statistiques

Moyenne des candidats admissibles qui ont passé l'oral (68)	9,5
Ecart-type	4,8
Min	2,0
Max	19

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	12,2
Ecart-type	4,0
Min	4,0
Max	19



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

### *Introduction pédagogique*

La présentation du candidat débute par une introduction pédagogique à destination du jury d'une durée maximale de 5 minutes au cours de laquelle le candidat expose le périmètre de sa leçon et explicite les choix didactiques qu'il a été amené à faire. Les buts de cette introduction pédagogique, bien cernés par les meilleurs candidats, visent à présenter le choix de niveau auquel la leçon est traitée, le positionnement de celle-ci dans le cadre d'une séquence plus large, les objectifs fixés par le candidat en termes d'apprentissage et les difficultés éventuelles de compréhension ou de représentation auxquelles les étudiants peuvent se retrouver confrontés.

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

### *Périmètre de la leçon et traitement de l'élément imposé*

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

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

Le jury incite les candidats à faire des choix didactiques sur les notions présentées afin d'éviter l'aspect catalogue. La leçon présentée, bien qu'elle s'adresse à des étudiants fictifs, doit cependant être représentative d'un cours réaliste destiné à des étudiants. Elle s'inscrit dans une séquence, avec un avant et un après, ce qui rend inutile, voire parfois contre-productif, un traitement intégral du thème dans le temps imparti.

Le choix des concepts présentés et de leur articulation doit correspondre aux objectifs présentés dans l'introduction pédagogique. Les candidats sont invités à s'interroger sur le message fondamental qu'ils souhaitent transmettre au travers de leur leçon et à veiller à ce que le développement proposé permette sa transmission. Ce message essentiel pourra être rappelé dans la conclusion.

De plus, lorsque des difficultés pour les élèves ont été identifiées en introduction, le jury s'attend à ce que les candidats y portent une attention particulière lors de l'élaboration et de la présentation de la leçon.

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

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

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

Il est également à signaler que toute leçon doit s'accompagner d'un plan, construit sur des parties liées de manière logique et explicite et, bien entendu, en relation avec l'élément imposé. Il doit apparaître explicitement lors de la présentation. Pour construire ce plan, les candidats sont invités à s'interroger sur le message qu'ils veulent transmettre à travers chaque partie.

### *Ressources et supports utilisés*

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

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

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

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

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

### *Quelques remarques sur le contenu scientifique des leçons*

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

- De nombreux candidats manquent encore de rigueur dans le vocabulaire employé, en particulier dans la distinction des échelles microscopique et macroscopique ou entre les observations expérimentales et les résultats issus de modèles. On note ainsi des confusions très fréquentes entre molécule et espèce chimique, réaction et transformation, entre métal et élément métallique, stéréosélectivité et stéréospécificité... La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie<sup>7</sup> publié lors de la réforme du lycée de 2019 est recommandée pour développer rigueur et justesse pour décrire les systèmes chimiques et leurs transformations aux différentes échelles.
- Les leçons de thermodynamique ont montré une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : définition précise du système, rigueur dans les définitions et les notations, 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, a souvent nuit à la qualité du message visé.
- En électrochimie, les notions d'électrode et de potentiel d'électrode ne sont pas maîtrisées avec suffisamment de précision et des confusions sont observées dans la description du fonctionnement des piles : courant nul ou non nul, rôle du pont salin, résistance interne. Les aspects expérimentaux sont mal connus des candidats.
- L'utilisation de notations génériques des molécules (« R »), si elle permet d'alléger des mécanismes ou des calculs, doit rester limitée : il est souhaitable, dès que c'est possible, de s'appuyer sur des exemples authentiques. Ceci est également vrai dans le domaine de la chimie du vivant, dans lequel les exemples exploités ont singulièrement manqué.
- De la rigueur et de la réflexion sont attendues dans le formalisme d'écriture des réactions (schéma de synthèse, équation de réaction ajustée, mécanisme réactionnel...) : on ne peut passer de l'un à l'autre ni utiliser différents types de représentations sans aucune différenciation.

### *Remarques sur l'entretien*

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

- la première partie permet de revenir sur le contenu scientifique de la leçon. Le jury, en se basant sur ce contenu, peut proposer de revenir sur d'éventuelles erreurs ou imprécisions, de développer une démonstration, de donner un exemple précis pour compléter l'exposé. Il peut chercher à évaluer la maîtrise scientifique du candidat à un niveau éventuellement plus élevé que celui choisi pour la présentation.
- la deuxième partie a pour but de compléter l'évaluation des compétences pédagogiques du candidat (« comment enseigner ») : le jury peut dans cette partie amener le candidat à préciser la problématique et les objectifs de sa leçon, à résumer les messages fondamentaux, à compléter les explications fournies sur certains points plus délicats, à proposer des exemples complémentaires, à

---

<sup>7</sup> [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19\\_Lycees\\_GT\\_2-1-T\\_PHYCHI\\_Glossaire-programmes-chimie\\_1172334.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19_Lycees_GT_2-1-T_PHYCHI_Glossaire-programmes-chimie_1172334.pdf)

justifier ses choix de ressources bibliographiques et de supports, à justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie...

- 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, évaluation, connaissance des programmes du lycée (général et technologique) 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.

### Evaluation

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

Y sont évaluées les compétences suivantes :

Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (dans le cours de la leçon ou lors de l'entretien)
Compétences scientifiques et techniques	Disposer de l'ensemble des connaissances fondamentales au niveau post-bac (licence, CPGE, BTS) ; Réaliser des développements théoriques rigoureux, Effectuer une analyse critique des modèles, à partir des hypothèses sous-jacentes et de la confrontation de leurs résultats avec la réalité ; Connaître quelques ordres de grandeurs et/ou des applications...
Compétences pédagogiques (« Comment enseigner ? »)	Proposer une problématique scientifique ; Structurer son exposé ; Dégager et transmettre les messages fondamentaux et cohérents dans le cadre du titre et des choix effectués ; Contextualiser son étude à partir de situations réelles et l'illustrer avec des exemples appropriés (expériences, animations numériques, vidéos, etc.) ; Effectuer une synthèse précise et concise pour dégager les notions essentielles ; Prendre du recul par rapport aux ressources.
Compétences didactiques (« Quoi enseigner ? »)	Analyser le titre du sujet, identifier son périmètre, effectuer des choix pertinents, notamment dans le cadre d'un sujet ouvert, en évitant tout catalogue et en ne recherchant pas systématiquement l'exhaustivité ; Identifier les concepts les plus délicats ; Disposer de repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat.

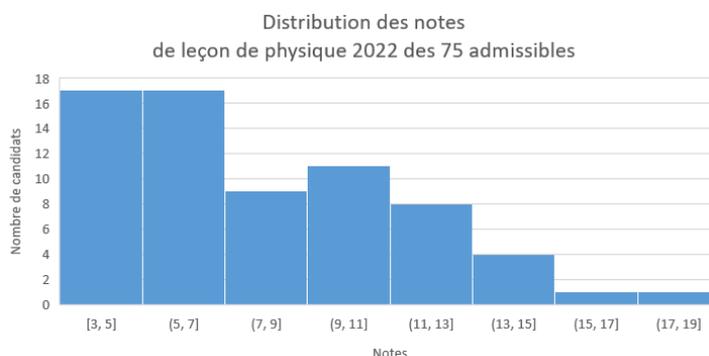
Compétences de communication	À l'écrit : utilisation du tableau, lisibilité, orthographe, syntaxe... À l'oral : langue française, langages scientifiques et mathématiques ... En interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue, ...).
------------------------------	--

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

## Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »

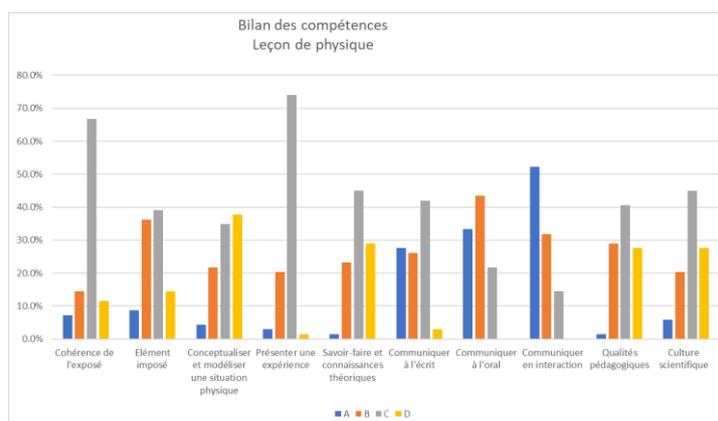
L'épreuve « leçon de Physique » se compose d'un exposé de 40 minutes maximum suivi d'un entretien d'une durée maximale de 40 minutes au cours duquel environ 5 minutes sont consacrées à une question relevant du domaine des Valeurs de la République.

### Quelques statistiques



Moyenne des candidats admissibles qui ont passé l'oral (68)	8,2
Ecart-type	3,7
Min	3,0
Max	18

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	9,9
Ecart-type	3,4
Min	3,0
Max	18



Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport. Ils intègrent également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents par rapport à cet élément imposé. 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.

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 et sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet. Les titres des leçons sont ouverts afin de ne pas limiter l'exposé à une seule année d'enseignement mais pour permettre de le centrer sur un niveau (ou cycle) : secondaire (1ères et terminales des lycées généraux et technologiques) ou supérieur (les deux premières années de l'enseignement supérieur). Cette ouverture vise à éviter l'enfermement sur un point de programme précis issu du bulletin officiel, de telle sorte que le candidat puisse déborder, si nécessaire, de part et d'autre du niveau auquel il se place. Le niveau (secondaire ou supérieur) est, quant à lui, imposé mais le candidat peut faire un rappel des connaissances antérieures (de lycée dans le cas d'un exposé de niveau enseignement supérieur) ou insérer un court prolongement relevant du supérieur dans le cas d'un exposé de niveau secondaire.

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. 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.

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

Globalement, les candidats ont respecté le niveau imposé par le sujet (secondaire ou supérieur) 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 questionnement – appuyée sur un exemple concret (la contextualisation). Par exemple, une leçon sur les « Régimes transitoires » peut être introduite et guidée par l'étude du fonctionnement d'un stimulateur cardiaque. Si la science vise à répondre à des questions scientifiques que l'on se pose, on attend d'un exposé scientifique qu'une réponse ou des éléments de réponse soient apportés à la question posée en introduction. Toute forme constituant une accroche peut se révéler pertinente et il serait dommage que les candidats s'obligent à ne faire porter leur choix que sur des objets du quotidien ou technologique ; une leçon peut ainsi partir d'un article de recherche ou de revue de vulgarisation, faire appel à l'histoire des sciences ou aux sciences de la nature ou de la vie.

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 : quels concepts ou lois abordés et quelle maîtrise en est attendue pour le public ciblé.

Il est toujours nécessaire d'illustrer la leçon par des expériences authentiques. Le jury attend un traitement quantitatif d'au moins une expérience, parmi celles présentées, avec 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 du Bulletin Officiel (écart normalisé, incertitudes-types composées...). 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.

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, ... 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 ainsi 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 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 présentes dans le Bulletin Officiel.

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 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 la modélisation expérimentale d'une réalité complexe, une expérience, mérite une analyse, une explicitation des hypothèses, la généralisation des résultats obtenus et une discussion.

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

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

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.

### *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 « photocopiés 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.

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

Il importe en effet que la structure et le déroulé de la leçon soient en accord avec les démarches propres à la discipline, par exemple en évitant tout dogmatisme, en laissant une place au questionnement ou encore en introduisant les notions par leur intérêt ou par leur nécessité.

La contextualisation, l'illustration sont toujours préférables à une introduction par des « définitions ». De même les analogies constituent un outil précieux pour naviguer d'un domaine de la physique à un autre et ainsi transposer des savoir-faire acquis par ailleurs. Leur exploitation montre une unité de forme dans certaines lois et associe des représentations mentales à certaines grandeurs.

La plupart des candidats n'ont encore jamais enseigné. Il n'est donc pas attendu d'eux une bonne connaissance des difficultés didactiques que rencontrent les élèves ou les étudiants. Néanmoins, le jury souhaite que le candidat porte une attention particulière aux obstacles didactiques qu'il pourrait anticiper. En effet, très souvent, une analyse même sommaire du contenu des savoirs exposés permet d'identifier des difficultés susceptibles de freiner leur compréhension et d'aider ainsi à la construction de l'exposé. Ces obstacles peuvent être liés aux mathématiques utilisées, aux modèles proposés, à leur présentation, aux représentations mentales initiales, aux langages utilisés, au sens des mots dans le contexte ...

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 etc.).

A *contrario*, le jury a pénalisé les présentations constituées d'une liste d'activités pédagogiques, présentées très rapidement et non exploitées par la suite. Ce type de contenu n'est pas attendu dans une leçon d'agrégation.

Le candidat doit s'interroger sur la pertinence des sources utilisées. Il est conseillé de consulter aussi des ouvrages du supérieur lors de la préparation, ce qui permet d'avoir du recul sur les notions abordées.

### Évaluation

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

Y sont évalués les éléments suivants :

Thématiques	Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (dans le cours de la leçon ou lors de l'entretien)
Cohérence de l'exposé		Inscrire l'exposé dans une problématique (situation de départ) pertinente. Adapter le niveau de l'exposé au public visé. Assurer une cohérence interne dans le déroulé de l'exposé et arriver jusqu'à une réponse à la problématique de départ.
Élément imposé		Présence significative de l'élément imposé dans la leçon et insertion de manière pertinente.
Démarche scientifique	Conceptualiser et modéliser une situation physique	Modéliser une situation de physique. Conceptualiser : aller du contexte au concept (décontextualiser), éventuellement recontextualiser dans une autre situation, énoncer formellement des lois, définir des grandeurs. Présenter une expérience même éventuellement numérique, choix du matériel, pertinence au regard des objectifs. Savoir-faire théorique : calcul littéral, analyse dimensionnelle ...
	Présenter une expérience	
	Savoir-faire et connaissances théoriques	
Pédagogie	Communiquer à l'écrit	À l'écrit : utilisation du tableau, lisibilité, orthographe, syntaxe, justesse et homogénéité des formules écrites.
	Communiquer à l'oral	À l'oral : langue française, langages scientifiques et mathématiques, passage d'une forme de langage à une autre (graphique ou expression formelle vers la langue française et réciproquement, ...)
	Communiquer en interaction	En interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue, ...)
	Autres éléments de pédagogie (obstacles didactiques, ...)	Identifier des obstacles didactiques (sans pour autant avoir une réflexion approfondie sur la façon dont ils pourraient être levés). Identifier des difficultés conceptuelles. Capacité à synthétiser un exposé : citer les résultats scientifiques fondamentaux de l'exposé.

Culture scientifique	Posséder une culture scientifique en termes de savoirs (prolongements et domaines connexes au champ présenté, applications, implications, ...) sans pour autant attendre une érudition. Adopter une posture qui laisse la place au doute : capacité à remettre en cause ses propres affirmations, celles des sources et ressources, regard critique ... Mettre en perspective des résultats, des modèles, des choix. Maîtrise des ordres de grandeur.
----------------------	---

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

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

## Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie »

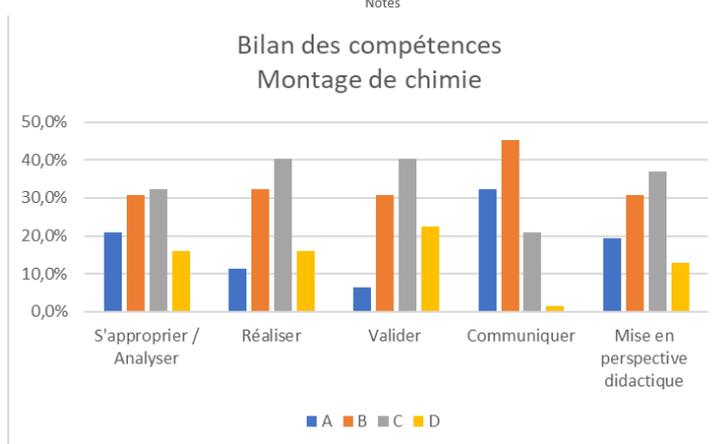
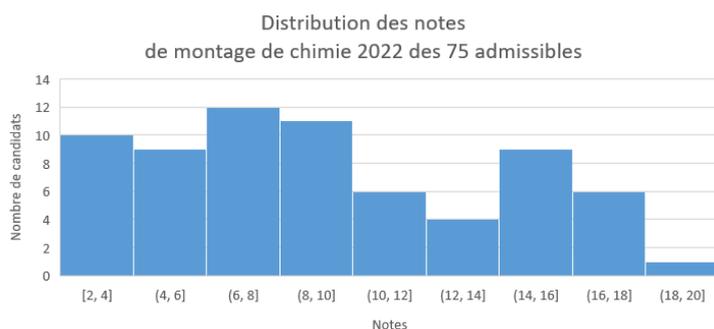
Pour cette session 2022, l'épreuve « montage de chimie » a poursuivi la formulation mise en place l'année précédente. Le contour de l'épreuve s'appuie sur deux éléments constitutifs du sujet que les candidates et candidats se doivent de traiter dans leur ensemble :

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

### Quelques statistiques

Moyenne des candidats admissibles qui ont passé l'oral (68)	9,7
Ecart-type	4,7
Min	2,0
Max	19

Moyenne des candidats admis (38) + les 3 LC	12,2
Ecart-type	3,9
Min	5,0
Max	19



Cette épreuve aborde la dimension expérimentale du métier d'enseignant, où l'expérience vise à illustrer de manière tangible certaines notions du cours, à développer l'habileté expérimentale des élèves, et à instaurer

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

### *Objectifs du montage de chimie*

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

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

### *Modalités du montage de chimie*

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

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

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

### *Préparation*

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

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

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

Les candidates et candidats disposent pour cela d'un accès à la bibliothèque et d'un accès aux sites internet non protégés par mot de passe.

Ils bénéficient de l'appui d'une équipe technique performante à laquelle ils fournissent les protocoles opératoires détaillés (obligatoirement traduits en français pour des sources en langue étrangère), ainsi que la liste du matériel et des produits requis. Ils peuvent également faire appel à l'aide de l'équipe technique, dans le plus grand des respects, pour conduire les manipulations, hors élément imposé, à condition de fournir des consignes claires et précises. L'échec d'une manipulation doit interroger les candidates et candidats sur leur compréhension du mode opératoire, la précision des consignes transmises à l'équipe technique, la pollution accidentelle de réactifs ou la défectuosité exceptionnelle du matériel.

Les consignes relatives à la sécurité doivent également être clairement détaillées pour éviter de mettre en danger le personnel, tandis que l'utilisation de produits chimiques connus pour leur carcinogénicité ou plus globalement leur dangerosité avérée doit être prohibée.

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

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

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

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

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

Les candidates et candidats reçoivent au sein de l'enveloppe du sujet de l'épreuve « montage chimie » un élément libre lié à un thème qui permet de focaliser les notions relatives à un domaine scientifique plus large.

Cet élément libre s'accompagne d'un élément imposé, sous la forme d'un protocole rédigé en français ou en anglais, et référencé. Sa longueur peut être variable, et le texte contient ou non des éléments d'exploitation des résultats.

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

#### *Choix des manipulations de l'élément libre*

Les candidates et candidats sont libres de choisir les expériences en relation avec le domaine et le thème précisés. Le jury n'a aucune idée préconçue quant à la nature des expériences à accomplir. Il estime que deux expériences quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées, abouties et exploitées complètement, constituent un objectif raisonnable. Ces manipulations doivent s'inscrire dans un exposé structuré, suivant un fil directeur judicieux et intégrer une dimension économique, environnementale, sociétale et/ou industrielle quand elle s'y prête.

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

#### *Réalisation de l'élément imposé*

Les candidates et candidats ont en charge de réaliser sous leur seule responsabilité l'élément imposé pouvant revêtir différents types d'expériences (synthèse d'une espèce chimique, détermination de constantes physico-chimiques, détermination de concentrations...), réalisables en 2 h, exploitations incluses. Pour ces expériences généralement simples, ils sont invités à jeter un œil critique sur le protocole, à effectuer des modifications, voire même à choisir de ne mettre en œuvre qu'une partie du protocole si cela revêt un sens d'un point de vue didactique. Au-delà de l'exécution de l'expérience qui doit être menée de manière rigoureuse, de la maîtrise du matériel et de l'objet expérimental lui-même, il s'agit d'adopter un regard réflexif, embrassant une dimension scientifique, et didactique, sur l'élément imposé, à l'instar de la posture professionnelle que toute enseignante et tout enseignant doivent adopter lors de la mise en place d'expériences, souvent fondées sur des protocoles issus d'ouvrages, de revues ou d'autres protocoles de travaux pratiques. Ainsi, les candidates et les candidats sont invités à s'interroger sur le niveau des élèves auxquels cette expérience pourrait être proposée, sur l'objectif de la séance, et sur les concepts qu'elle pourrait illustrer.

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

## Restitution orale

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

### Dialogue avec le jury :

Les premières minutes de la présentation visent à préciser :

- les expériences réalisées pour l'élément libre et leur articulation avec le thème,
- les gestes expérimentaux qui seront présentés sur l'ensemble de l'épreuve.

Le jury n'intervient pas pendant cette introduction.

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

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

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

### Présentation et exploitation des expériences :

Avant chaque expérience, les candidates et candidats doivent brièvement en présenter les objectifs et justifier brièvement leur pertinence vis-à-vis du thème retenu ou du contexte didactique. Il est conseillé d'indiquer clairement en préambule l'équation de la réaction mise en œuvre, de préférence sur le tableau de présentation, ainsi que de reporter de manière lisible toute donnée issue de la littérature nécessaire à l'exploitation des expériences ou enrichissant les échanges (par exemple, diagrammes potentiel-pH ou courbes intensité-potentiel).

L'expérience est ensuite expliquée de façon détaillée en précisant tous les produits chimiques utilisés (solvants compris), leurs proportions relatives, leur concentration, leur rôle ainsi que les conditions expérimentales suivies. Cette présentation claire permet au jury de se concentrer plus aisément sur le discours tenu par les candidates et les candidats, gagnant ainsi en fluidité. Ces dernières et ces derniers doivent conserver à l'esprit l'objectif-clé d'une illustration expérimentale de concepts, ce qui doit s'accompagner d'une exploitation des manipulations présentées de manière la plus aboutie et quantitative possible (par exemple, pour une synthèse, le calcul d'un rendement et l'analyse structurale des produits chimiques cibles sont souhaitables). Le traitement quantitatif des expériences nécessite souvent l'utilisation d'un logiciel de traitement de données et il est attendu que les candidats maîtrisent l'utilisation d'au moins un logiciel afin de conduire à son terme l'analyse des résultats.

La mise en œuvre d'une expérience est également l'occasion pour les candidates et les candidats d'adopter une démarche critique et réflexive sur le contenu, les conditions opératoires et la nature des opérations d'un protocole trouvé en général dans des ouvrages. Il est ainsi nécessaire de vérifier la pertinence des résultats obtenus (comparaison à des références, informations de la littérature...) et de réfléchir aux sources d'incertitudes. Durant cette session, davantage de candidates et candidats ont utilisé des arguments liés à la variabilité de la mesure, ou encore des évaluations de type A et de type B des incertitudes, pour interpréter et valider leurs résultats expérimentaux. Toutefois, le jury regrette que peu de candidates et de candidats mènent jusqu'au bout l'évaluation d'une incertitude-type. Des erreurs ont souvent été commises sur la détermination d'une incertitude-type composée, en raison de l'application d'une « formule mathématique » sans recul. Ces notions conformes aux standards internationaux, sont entrées dans les programmes de lycée lors de la réforme du baccalauréat 2013 ainsi qu'en CPGE et STS. La réforme du baccalauréat 2021 confirme l'utilisation de ce cadre d'évaluation des incertitudes, et tâche d'éviter toute dérive calculatoire au profit d'une prise de recul vis-à-vis des mesures effectuées. Ainsi est enrichie la compétence « Valider » de la démarche scientifique décrite dans les programmes de lycée, CPGE et STS. Notons qu'ont été introduits dans les nouveaux programmes de terminale et de CPGE, l'écart normalisé (ou z-score) à la place de l'écart relatif, les simulations Monte-Carlo ou l'utilisation d'une procédure de validation fondée sur la régression linéaire. Les candidates et les candidats pourront consulter avec intérêt la ressource<sup>8</sup> et son annexe<sup>9</sup>, publiées sur Eduscol, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

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

Le jury est attentif au respect raisonné des règles de sécurité, dans les conditions d'un laboratoire de lycée. Les candidats et candidates doivent notamment connaître la toxicité des produits présents et veiller à prendre toutes les dispositions adaptées aux éventuels risques mentionnés. La règle de substitution des CMR par d'autres produits chimiques ou d'autres expériences, doit bien entendu être appliquée au lycée. Les gants de protection doivent également être utilisés de manière raisonnée et non systématiquement.

---

<sup>8</sup> <https://eduscol.education.fr/document/7067/download> (le 5 juillet 2021)

<sup>9</sup> <https://eduscol.education.fr/document/6803/download> (le 5 juillet 2021)

## Manipulations

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

La capacité des candidates et candidats à manipuler de façon continue et soignée tout en dialoguant avec le jury est un critère d'évaluation important.

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

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

## Critères d'évaluation

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

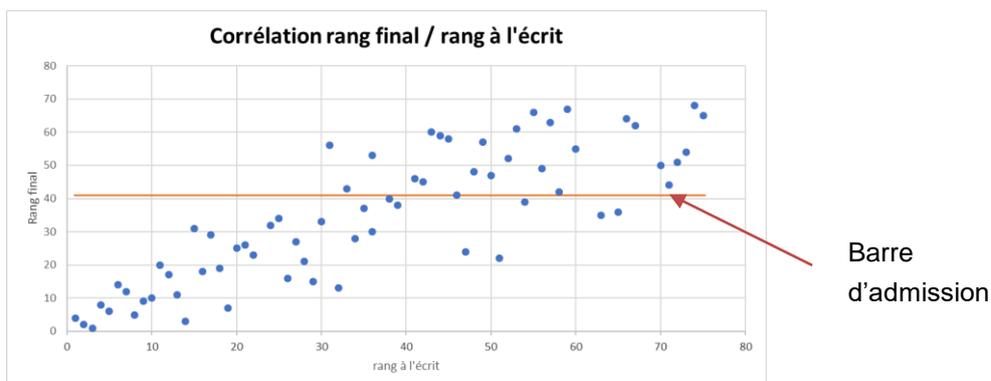
Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (au cours de la présentation du montage et des réponses aux questions du jury)
S'approprier / Analyser	Compréhension des documents fournis ; appropriation d'un protocole et des manipulations choisies ; Choix d'expériences pertinentes et variées, qualitatives et quantitatives, pour illustrer le thème donné ; Planification des tâches à accomplir ; Limitation des quantités de réactifs utilisés et de l'utilisation de réactifs nocifs ; Identification des risques chimiques et toxicologiques associés à l'utilisation de composés, de solvants ou de fluides ; Connaissances approximatives du coût du matériel et des produits. Mise en regard avec la « chimie au quotidien »...
Réaliser	Maîtrise des capacités expérimentales de niveau L ;

	<p>Conduite de maximum 3 expériences (dont l'élément imposé) quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées dans le temps imparti, abouties et exploitées complètement ;</p> <p>Bonne gestion du temps pendant la préparation et pendant la présentation ;</p> <p>Habilité expérimentale (maîtrise du geste, de la mesure, précision, soin) ;</p> <p>Réflexion menée vis à vis de résultats inattendus ;</p> <p>Interprétation des observations à l'aide de modèles théoriques ;</p> <p>Connaissance des techniques et des instruments utilisés ainsi que de leurs limites ;</p> <p>Manipulation en continu au cours de la présentation tout en répondant aux questions posées par le jury.</p>
Valider	<p>Traitement des résultats et de leurs incertitudes ;</p> <p>Recul critique sur la pertinence des protocoles issus de la littérature et des résultats obtenus ;</p> <p>Capacité à exploiter les valeurs expérimentales et à analyser les résultats obtenus et leurs écarts par rapport à l'issue attendue ;</p> <p>Proposition d'ouverture et de prolongements pour les expériences présentées.</p>
Communiquer	<p>Structuration de l'exposé, selon un fil directeur judicieux ;</p> <p>Intégration dans l'exposé des dimensions économiques, environnementales, sociétales ou industrielles ;</p> <p>Maniement correct de la langue française, des langages scientifiques et mathématiques, du passage d'une forme de langage à une autre (graphique ou expression formelle vers langue française et réciproquement, ...) ;</p> <p>Présentation du plan du montage au tableau ou vidéo-projeté (titre des expériences, réaction cible ou équation clé, références bibliographiques sommaires) ;</p> <p>Aptitude à communiquer, décrire et argumenter tout en manipulant ;</p> <p>En interaction avec le jury : écoute, réactivité, empathie, attitude, enthousiasme et posture (ouverture, capacité au dialogue, ...)</p>
Mise en perspective didactique	<p>Construction didactique structurée et hiérarchisée et non simple juxtaposition de manipulations ;</p> <p>Mise en perspective d'un protocole avec proposition d'adaptation à un niveau et un objectif donnés (en particulier pour l'élément imposé) ;</p> <p>Identification des concepts les plus délicats, des éventuels obstacles didactiques ;</p> <p>Connaissance de quelques repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat...</p>

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

*Un dernier mot*

Avant d'achever le rapport de la session 2022, il est enfin intéressant d'examiner l'évolution des classements à l'issue des étapes d'admissibilité puis d'admission.



On remarque encore cette année des modifications du classement entre l'écrit et l'oral, ce qui souligne l'importance des compétences orales pour la réussite au concours de l'agrégation. Il faut ainsi garder confiance après l'écrit car les classements peuvent s'inverser (cf les 4 candidats classés au-delà de la cinquantième place à l'issue de l'écrit et qui ont été finalement admis).

Enfin, le jury félicite les candidats qui ont tous tenu compte de notre recommandation à se présenter aux trois épreuves orales, quelle que soit leur impression sur leur(s) prestation(s). Cette année, le jury n'a vu aucun candidat abandonner à la suite d'une préparation ou d'une épreuve supposée « ratée ». Nous nous en réjouissons.

## A PROPOS DE LA SESSION 2023

### Programme de la session 2023

Le programme de la session 2023 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

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

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

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

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

### Epreuves d'admissibilité

Ces épreuves ne subissent pas d'évolution lors de la session 2023.

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

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

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

### Epreuves d'admission

*A propos de l'ouverture à internet*

En 2023, les candidats auront également accès à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission. Afin de garantir l'équité entre candidats, sont exclus l'accès aux sites nécessitant une

authentification individuelle (identification et mot de passe) pour accéder aux ressources, les réseaux sociaux et les messageries électroniques. Les adresses des sites consultés par chaque candidat seront enregistrées et tout accès à un site illicite pour le concours sera considéré comme une tentative de fraude avec les conséquences potentielles qui en découlent.

Pour le jury, l'objectif est de placer les candidats au plus près des conditions de travail d'un professeur en exercice. L'accès à internet complète le fond de la bibliothèque du concours. La consultation d'ouvrages au format papier – souvent des ouvrages de référence – demeure une activité indispensable pour un enseignant et donc pour un candidat se préparant à un concours de recrutement de professeurs comme l'agrégation. La logique éditoriale, l'organisation du contenu scientifique, les développements textuels montrant patiemment la logique de la construction de modèles, leurs applications, leurs limites et leur mise en œuvre, constituent une richesse rarement présente sur les sites internet. À une période où l'information accessible à tous foisonne, les critères de choix et la confrontation des sources deviennent désormais indispensables à tout professeur dans la préparation de ses cours et la formation des élèves ou des étudiants.

Le jury souhaite que l'internet ne soit pas envisagé seulement comme un aide-mémoire donnant accès à des sites fournissant des éléments de leçons et de montages établis (plans, présentations PowerPoint, fiches de commande déjà complétées pour le montage ou les leçons). En absence de sujets publiés au préalable en leçons et en montage, les candidats doivent exploiter la richesse des ressources accessibles (textes, images, vidéos,...) et effectuer un travail d'élaboration dans lequel ils manifestent subjectivité et autonomie, tout comme un professeur dans l'exercice de son métier. Toute adoption de contenus préalablement préparés et dont l'interaction avec le jury révélerait qu'elle est fragile sera lourdement pénalisée.

#### *A propos des leçons et du montage*

**Leçons de chimie.** La leçon implique 4 heures de préparation, 40 minutes de présentation orale incluant une introduction de quelques minutes exposant le niveau de traitement choisi par le candidat et les pré-requis, et 40 minutes d'entretien avec les membres du jury. Les critères d'évaluation portent sur les compétences scientifiques et techniques, pédagogiques, didactiques, et de communication.

Comme pour la session 2022, il n'y aura pas de liste de sujets de leçon pour la session 2023 ; les sujets seront découverts par les candidats en début de préparation de l'épreuve, sans indication de niveau de traitement des notions et modèles autre que « Licence ». Ils contiendront trois éléments concentriques destinés à cerner le contenu de la leçon :

- i. **Un domaine** de la chimie qui en fournit l'arrière-plan. La liste des grands domaines de la chimie traditionnellement enseignés au niveau de la licence de chimie est fournie ci-dessous ;
- ii. **Un thème** qui en précise le cadre général et en colore les développements. Une liste des thèmes associés à chaque domaine, non exhaustive et qui va évoluer en 2023 avec l'arrivée de nouveaux thèmes, est fournie entre parenthèses ci-dessous ;
- iii. **Un élément imposé** qui doit faire l'objet d'un traitement explicite tel qu'il serait proposé dans le cadre d'un cours dispensé au niveau licence. Cet élément imposé est en lien avec le domaine et le thème de la leçon.

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

1. Autour de la classification périodique (évolution des propriétés, familles d'éléments, organisation)

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

Deux exemples de sujet de leçon de chimie :

- Sujet 1 : (i) Domaine : Chimie moléculaire ; (ii) Thème : Chimie organique ; (iii) Élément imposé : Hémiacétals, acétals et cétals

- Sujet 2 : (i) Domaine : Principes thermodynamiques appliqués à la chimie ; (ii) Thème : Potentiel chimique ; (iii) Élément imposé : Ebullioscopie

Il est attendu des candidats qu'ils construisent des exposés permettant au jury d'apprécier la maîtrise disciplinaire du domaine (i), et plus précisément du thème (ii) à traiter, la qualité du raisonnement et les compétences pédagogiques et didactiques. L'élément imposé (iii) doit être abordé au cours de la leçon. Plus ou moins « pointu », il peut être utilisé au libre choix des candidats pour bâtir l'intégralité de leur leçon ou bien être intégré dans le cadre élargi du thème (ii) tout en devant alors constituer une part significative de l'exposé.

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

L'entretien avec le jury s'inscrit dans le cadre choisi par le candidat pour le traitement de l'intitulé et aborde les aspects scientifiques et techniques, pédagogiques, et didactiques.

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

Il n'y a pas de liste de sujets de montages publiés en amont mais des champs d'activités expérimentales du chimiste tels qu'ils sont couramment pratiqués au niveau de la Licence de Chimie ; c'est dans ces champs et

dans les domaines d'activités expérimentales indiqués ci-dessous que s'inscrit chaque sujet de montage fourni aux candidat(e)s en début de préparation.

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

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

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

Domaines pour les activités et protocoles expérimentaux :<sup>10</sup>

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

---

<sup>10</sup> Les champs d'activités expérimentales recommandés par l'*American Chemical Society* sont : 1) Planifier et réaliser des expériences à l'aide d'une documentation chimique et de ressources électroniques appropriées ; 2) Synthétiser et caractériser des composés inorganiques et organiques ; 3) Effectuer des mesures quantitatives précises ; 4) Analyser statistiquement les données, évaluer la fiabilité des résultats expérimentaux et discuter des sources d'erreurs systématiques et aléatoires dans les expériences ; 5) Interpréter les résultats expérimentaux et tirer des conclusions raisonnables ; 6) Anticiper, reconnaître et réagir correctement aux dangers des procédures de laboratoire et gérer les déchets chimiques ; 7) Maintenir une culture de sécurité en laboratoire ; 8) Tenir des cahiers d'expérience exacts et complets ; 9) Communiquer efficacement au moyen de rapports oraux et écrits.

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

- Environnement numérique (traitement des données, connaissance des bases d'informations et des sources de littérature, recherche de données, ...)
- Règles de sécurité au laboratoire et impact environnemental

Exemples de sujets de montage :

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

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

Dans la pratique, pour chacun des éléments, le candidat établit une liste de matériel et de produits qui lui seront fournis par l'équipe technique (fiche à compléter présentée en annexe 1). Par ailleurs, il la complète aussi par les protocoles expérimentaux (imprimés ou photocopiés ; possiblement annotés ou accompagnés de demandes, remarques, un exemple d'attendus est fourni en annexe 1) qu'il souhaite réaliser, avec ou sans assistance de l'équipe technique dont il assure la supervision. L'ensemble de ces documents sera fourni au jury et constituera un élément de l'évaluation.

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

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

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

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

Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport 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 qui sont valorisés. 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 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.

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.

Thèmes susceptibles d'être choisis pour les leçons de physique de la session 2023 :

- Spectres
- Ondes mécaniques
- Phénomènes acoustiques
- Modèles de l'optique géométrique
- Atomes et noyaux
- Aspects ondulatoires en optique
- Effet Doppler
- Phénomènes de polarisation optique
- Circuits électriques, signaux électriques
- Conservation de l'énergie
- Transmettre, lire, stocker, afficher de l'information
- Image, couleur, vision
- Mouvements, interactions et notion de champ
- Machines thermiques

- Transferts thermiques
- Régulation
- Interactions lumière-matière
- Mécanique du point
- Mouvement d'un solide
- Description d'un fluide au repos
- Écoulements de fluides
- Mesures et incertitudes
- Acquisition et traitement des données
- Oscillations libres et forcées
- Mouillage
- Phénomènes de transport
- Filtrage linéaire
- Thermodynamique : premier et second principe
- Gaz
- Électromagnétisme

## ANNEXE 1

### Fiche à compléter lors du montage

Nom :

Prénom :

Titre de l'expérience :

Produits :
------------

Matériel :
------------

Mesures de sécurité
Protocole

Destruction des produits – Elimination des déchets <sup>11</sup>
--

---

<sup>11</sup> Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non chlorés, acides, bases

## ANNEXE 2

### Fiche à compléter lors des leçons

Nom :

Prénom :

Titres des expériences, matériel, produits et schémas de montage

Mesures de sécurité

Destruction des produits – Élimination des déchets<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non halogénés, acides, bases

### ANNEXE 3 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE

La restitution directe de connaissances est une compétence spécifique **Connaître RCO** Restituer une connaissance

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

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

#### ANNEXE 4 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE ET EXEMPLES DE CAPACITES ASSOCIEES<sup>13</sup>

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

<sup>13</sup> Grille extraite des programmes de physique et de chimie de CPGE

