



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

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Agrégation externe

Section : physique-chimie

Option : chimie

Session 2021

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

SOMMAIRE

Rapport de la session 2021

Liste des membres du jury	3
INTRODUCTION	4
STATISTIQUES DE LA SESSION 2021	5
LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ	7
LES ÉPREUVES D'ADMISSION	23
A PROPOS DE LA SESSION 2022	43
Annexe 1 : Fiche à compléter lors du montage de chimie	49
Annexe 2 : Fiche à compléter lors des leçons de chimie et de physique	51
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique.....	52
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale et exemples de capacités associées	55

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
Laurent	BRINGEL	Professeur de chaire supérieure	Académie de Strasbourg
Anne-Laure	CLÈDE	Professeure agrégée	Académie de Créteil
Bruno	DE MARTEL	Inspecteur pédagogique régional	Académie de Poitiers
Olivier	DURUPHTY	Professeur des universités	Académie de Paris
Éléna	ISHOW	Professeure des universités	Académie de Nantes
Hélène	JAMET	Maître de conférences des universités	Académie de Grenoble
David	LAFARGE	Inspecteur pédagogique régional	Académie de Lyon
Blandine	LAUDE-BOULESTEIX	Professeure agrégée	Académie d'Aix-Marseille
Marc	LECOUVEY	Professeur des universités	Académie de Créteil
Vincent	MORENAS	Professeur des universités	Académie de Clermont Ferrand
Élise	PRALY	Professeure agrégée	Académie de Lyon

INTRODUCTION

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

Comme tous les concours de recrutement, le concours externe de l'agrégation de physique-chimie option chimie se prépare et l'investissement consacré à sa préparation doit conduire à sa réussite. Ce rapport a pour objectif d'apporter une aide aux futurs candidats. En ceci, sa lecture attentive est particulièrement recommandée pour se présenter à la prochaine session avec un maximum d'atouts. Par ailleurs, le site de l'agrégation <http://agregation-chimie.fr/> fournit toutes les indications réglementaires 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 2022¹ 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 2022 » de ce rapport.

La session 2021 offrait 38 postes au concours et le jury a attribué tous les postes. Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées les 15, 16 et 17 mars 2021 et 200 candidats s'y sont présentés. 75 d'entre eux ont été déclarés admissibles. Une visioconférence a été organisée le 2 juin 2021 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 14 juin au 1^{er} juillet 2021 au lycée d'Arsonval de Saint Maur-des-Fossés selon 5 séries de 3 jours chacune. Les épreuves orales d'un concours de recrutement d'enseignants sont habituellement publiques, mais du fait du protocole sanitaire mis en place, il n'a pas été possible cette année de permettre à des auditeurs d'assister aux présentations. Il n'a pas non plus été possible que les candidats rencontrent individuellement les membres du jury à l'issue de la publication des résultats d'admission. En revanche, tous les candidats qui le souhaitaient ont 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 2 juillet 2021.

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 2021 ait lieu dans les meilleures conditions possibles.

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

¹https://media.devenirensignant.gouv.fr/file/agregation_externe/93/7/p2022_agreg_ext_physchim_chimie_1399937.pdf

STATISTIQUES DE LA SESSION 2021

Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	38
Nombre de candidats inscrits :	481
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	208
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	203
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	200
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	75
Nombre de candidats admis sur liste principale :	38
Nombre de candidats admis sur liste complémentaire :	0

Moyennes aux épreuves d'admissibilité

Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Epreuve A : composition de chimie	9,5
Epreuve B : composition de physique	9,9
Epreuve C : problème de chimie	9,2
Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	18,9
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	6,6

Moyennes aux épreuves d'admission

	Admissibles	Admis
Première épreuve : leçon de chimie	8,5	11,9
Deuxième épreuve : leçon de physique	8,6	10,3
Troisième épreuve : montage de chimie	8,1	11,1
Moyenne sur 20 du premier candidat admis :		17,1
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :		7,8
Moyenne sur 20 des candidats admis :		11,2

Origine des candidats admissibles et admis (informations fournies lors de l'inscription)

ADMISSIBLE

Spécialité	Lbl Profession	NB	%
PHY-CHEMIE CHIM	AG NON TITULAIRE FONCT PUBLIQ	2	2,7%
	CERTIFIE	24	32,0%
	ELEVE D'UNE ENS	16	21,4%
	ENS.STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	4	5,3%
	ETUD.HORS ESPE (PREPA MO.UNIV)	12	16,0%
	ETUD.HORS ESPE (SANS PREPA)	3	4,0%
	ETUDIANT EN ESPE EN 1ERE ANNEE	1	1,3%
	PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	1	1,3%
	PERS ENSEIG TIT FONCT PUBLIQUE	2	2,7%
	PROFESSEUR ASSOCIE 2ND DEGRE	1	1,3%
	SANS EMPLOI	9	12,0%
Total général		75	100%

ADMIS

Spécialité	Lbl Profession	NB	%
PHY-CHEMIE CHIM	CERTIFIE	3	7,9%
	ELEVE D'UNE ENS	15	39,5%
	ENS.STAGIAIRE 2E DEG. COL/LYC	1	2,6%
	ETUD.HORS ESPE (PREPA MO.UNIV)	9	23,7%
	ETUD.HORS ESPE (SANS PREPA)	3	7,9%
	PERS ENSEIG NON TIT FONCT PUB	1	2,6%
	SANS EMPLOI	6	15,8%
Total général		38	100%

ADMISSIBLE

Spécialité	Origine académique	NB	%
PHY-CHIMIE CHIM	AIX-MARSEILLE	1	1,3%
	AMIENS	3	4,0%
	BORDEAUX	1	1,3%
	CAEN	1	1,3%
	CRETEIL-PARIS-VERSAIL.	29	38,7%
	DIJON	1	1,3%
	GRENOBLE	1	1,3%
	GUADELOUPE	2	2,7%
	LILLE	2	2,7%
	LIMOGES	2	2,7%
	LYON	9	12,0%
	MONTPELLIER	2	2,7%
	NICE	1	1,3%
	ORLEANS-TOURS	2	2,7%
	REIMS	1	1,3%
	RENNES	1	1,3%
	ROUEN	2	2,7%
	STRASBOURG	9	12,0%
	TOULOUSE	5	6,7%
	Total général		75

ADMIS

Spécialité	Origine académique	NB	%
PHY-CHIMIE CHIM	AMIENS	2	5,3%
	CRETEIL-PARIS-VERSAIL.	20	52,7%
	LYON	5	13,1%
	MONTPELLIER	1	2,6%
	ORLEANS-TOURS	1	2,6%
	STRASBOURG	7	18,4%
	TOULOUSE	2	5,3%
	Total général		38

Répartition par genre

	Admissibles		Admis	
	nombre	%	nombre	%
Femmes	28	37 %	13	34 %
Hommes	47	63 %	25	66 %

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 2021 a pour thème l'étude de la synthèse organique totale d'une molécule complexe, l'aspergillide A, pour laquelle l'intégralité de la chaîne carbonée est obtenue à partir de trois « molécules plateformes » issues de la biomasse : l'acide lévulinique, le 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) et l'éthanol. Dans un premier temps, l'obtention de ces trois « molécules plateformes » est abordée puis nous étudions la synthèse de l'aspergillide A.

Ce sujet permet d'aborder des domaines variés de la chimie : chimie organique, thermodynamique, cinétique chimique, équilibres chimiques en solution aqueuse, étude des corps purs, changements d'états des mélanges binaires, chimie de coordination, interactions intermoléculaires, etc.

La première partie du sujet est consacrée à l'étude de l'obtention de « molécules plateformes » à partir de la biomasse. Dans un premier temps, c'est l'obtention du bioéthanol par fermentation alcoolique qui est étudiée. Cette sous-partie a pour objectif d'évaluer les candidats sur des aspects fondamentaux de l'étude des transformations chimiques : écriture des équations de réactions, aspects thermodynamiques, notions de rendement et séparation des produits. L'obtention du HMF et de l'acide lévulinique est abordée dans un deuxième temps. Les équilibres acido-basiques, la cinétique chimique macroscopique ainsi que les caractéristiques des solvants constituent les thèmes principaux traités dans cette sous-partie.

La seconde partie est consacrée à la synthèse organique totale de l'aspergillide A. La partie 2.1. a pour but d'obtenir un premier fragment A à partir de l'acide lévulinique et met en jeu des réactions classiques de chimie organique : réduction des composés carbonylés et des acides carboxyliques, protection d'alcool en éther silylé, saponification, ... Le dédoublement cinétique d'un mélange racémique est également abordé.

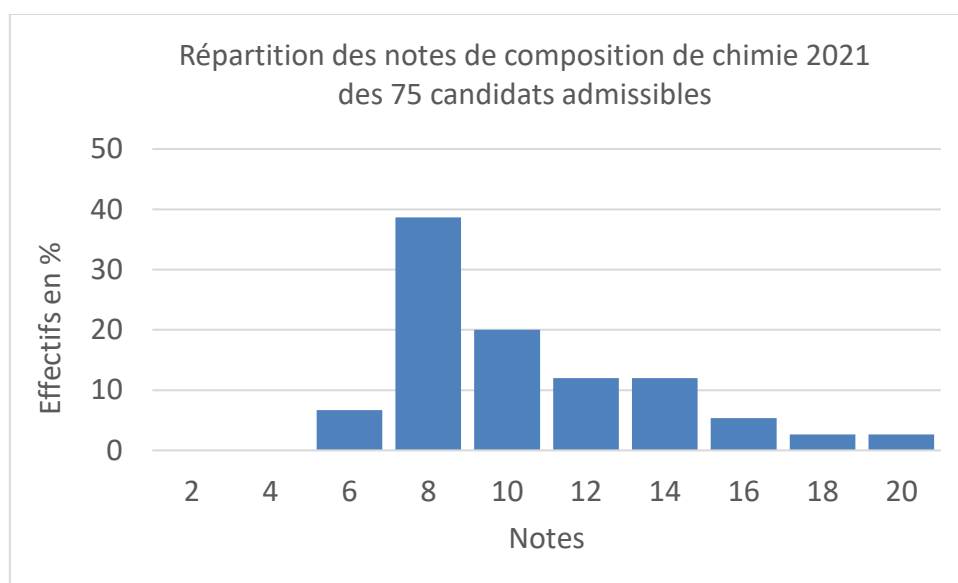
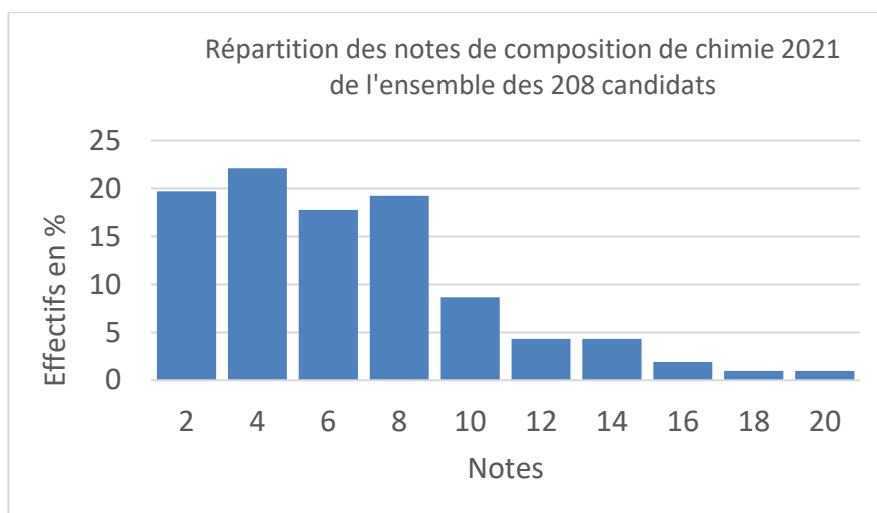
Dans la partie 2.2., un second fragment B est obtenu à partir du HMF. Quelques réactions classiques de chimie organique sont abordées dans cette partie. Divers outils de spectroscopie permettent de confirmer les structures d'un intermédiaire clé de la synthèse. Les notions de stéréochimie de conformation et de configuration sont largement sollicitées. La chimie de coordination est également un outil fondamental.

Dans la partie 2.3., l'assemblage des deux fragments obtenus précédemment est effectué par couplage de Negishi en phase micellaire. La formation de micelles en fonction de divers facteurs est étudiée.

Enfin, la dernière partie 2.4. est consacrée à la fin de la synthèse de l'aspergillide A et permet d'aborder la chimie des groupements protecteurs puis les caractéristiques spécifiques d'une réaction de macrolactonisation.

À propos des résultats

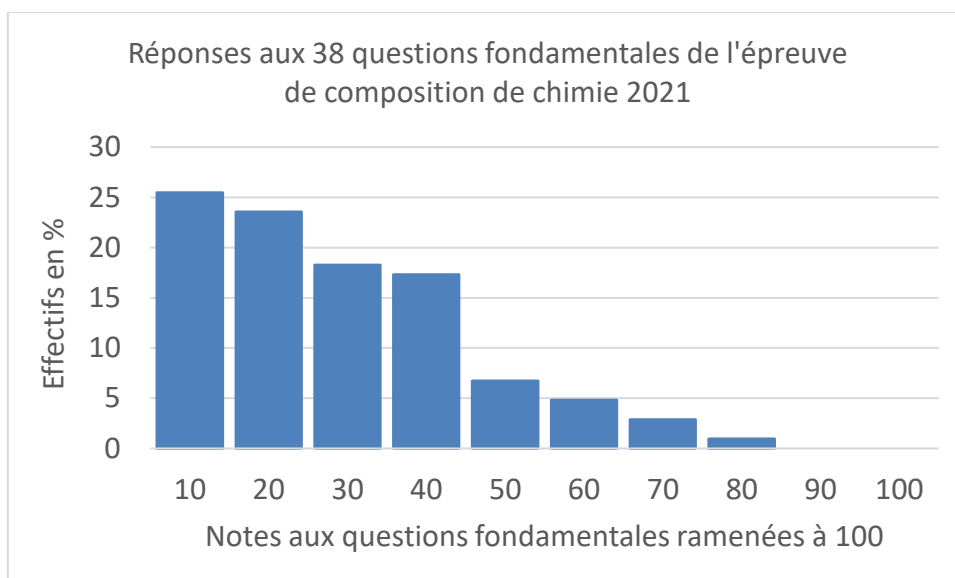
- Répartition des notes de l'ensemble des candidats ayant composés (208) et des candidats admissibles (75)



- Questions fondamentales

Comme à chaque session, une attention et une valorisation particulières sont accordées désormais à des questions abordant des fondamentaux de la chimie au niveau L3. Dans cette épreuve, de nombreuses notions fondamentales étaient abordées, telles qu'écrire une équation de réaction, déterminer la valeur de grandeurs thermodynamiques, étudier une cinétique chimique ou encore donner la structure du produit obtenu (ainsi que le mécanisme réactionnel associé à son obtention) à l'issue de réactions classiques de synthèse organique.

Les questions fondamentales du sujet sont clairement indiquées par la présence d'un astérisque en début de question. On dénombre ainsi 38 questions fondamentales sur les 75 questions du sujet (50%). Leur poids dans le barème correspondait à 53% du total des points. Une bonne maîtrise de ces fondamentaux est donc requise pour cette épreuve.



Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-dessus), on constate que 49% des candidats ont une note inférieure à 20 /100 et que moins de 10% ont un nombre de points supérieur à 50/100.

Par ailleurs, 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, 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 enseignants. En outre, un certain nombre de candidats semblent oublier que 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

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 : en aucun cas, la rapidité ne doit s'exercer au détriment de la rigueur. 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.

La diversité du sujet a permis à chacun de s'exprimer, des parties ont été bien traitées dans la grande majorité des copies. Néanmoins, dans quasiment toutes les copies, des erreurs importantes sur des questions fondamentales ont été commises.

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.

Les domaines qui ont été les plus sujets à erreur (ou à impasse) sont la chimie des solutions et la thermodynamique chimique.

Des erreurs sur des calculs élémentaires ont, par ailleurs, été trop souvent repérées, notamment dans l'utilisation de l'opérateur logarithme népérien ou exponentiel.

Nous conseillons enfin vivement aux candidats de lire plus attentivement et complètement les questions posées.

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

Partie 1 : Obtention de « molécules plateformes » à partir de la biomasse

Dans la partie 1, le jury a constaté une maîtrise insuffisante, chez bon nombre de candidats, des aspects fondamentaux liés à la réaction chimique. Parmi les difficultés et les erreurs les plus fréquentes, on peut citer:

- l'écriture et l'ajustement des équations de réaction chimique (questions 3 et 9) ;
- l'interprétation du rendement d'une réaction (question 5). Cette notion a donné lieu à beaucoup d'erreurs dans sa définition : calcul avec le rapport de masses d'espèces chimiques différentes ou non prise en compte de la stœchiométrie.
- les calculs thermodynamiques simples s'appuyant sur le premier principe de la thermodynamique et ses conséquences (questions 4 et 9). En particulier, le jury attendait à la question 9 une justification plus rigoureuse qu'une simple analyse dimensionnelle.

Si la détermination de la valeur du pH de l'eau pure a été bien traitée (question 12), cela n'a pas été le cas de la détermination de la valeur du pH d'une solution aqueuse d'un mélange de deux acides (question 13). Il s'agissait de faire des hypothèses cohérentes, compte tenu des données, afin de simplifier les calculs et de vérifier la validité de ces hypothèses en fin de calcul.

Les questions de cinétique chimique macroscopique (questions 14, 16 et 17) ont été souvent abordées. La mise en équation a été relativement bien traitée. En revanche la confrontation des résultats expérimentaux avec le modèle issu des calculs est souvent mal présentée et les conclusions manquent de clarté.

Partie 2 : Synthèse de l'aspergillide A

La partie 2 était largement centrée autour de la chimie organique et de coordination.

Dans un premier temps, le jury s'attend à ce que les connaissances de base en chimie organique soient maîtrisées par la majorité des candidats à un concours du niveau de l'agrégation. Dans le cas de cette épreuve, plusieurs questions et même parties du sujet sont d'un niveau L1/L2 mais n'ont pas toujours été traitées de manière satisfaisante. Il apparaît par exemple que le rôle des espèces chimiques utilisées pour leur caractère oxydant ou réducteur ; acide ou basique est souvent mal appréhendé.

Le jury, particulièrement sensible au formalisme de l'écriture des mécanismes réactionnels, constate toujours que certains candidats ne respectent pas les règles élémentaires de représentation des mécanismes. Écrire un mécanisme consiste à représenter l'ensemble des étapes élémentaires, y compris les réactions acido-basiques. Le formalisme de Lewis doit être utilisé pour représenter avec précision les structures de tous les intermédiaires et les déplacements électroniques doivent être schématisés par des flèches courbes ; le jury rappelle que ces dernières partent du doublet d'électrons, et non de la charge, quand un des réactifs est un anion. Il est également indispensable de connaître les ordres de grandeurs de pKa associés à différentes fonctions - afin d'éviter par exemple la présence simultanée incompatible d'un groupe alcoolate et d'un groupe alkyloxonium dans la même molécule.

Certaines questions considérées comme fondamentales ont été à l'origine de difficultés pour un grand nombre de candidats :

- la définition d'un dédoublement cinétique (question 24) qui a été souvent confondue avec un dédoublement classique avec réaction d'un agent de dédoublement chiral ;
- la détermination expérimentale de la valeur d'un excès énantiomérique (question 26) ;
- les méthodes de passage d'un alcool à un dérivé halogéné (question 32) ;
- le calcul du nombre d'oxydation du métal et du nombre d'électrons de valence dans un complexe (question 46).

Si l'attribution des signaux de RMN du proton a souvent été bien traitée, la RMN du carbone 13 semble assez méconnue (question 39).

Enfin, la notion de micelles est bien connue, mais la concentration micellaire critique fait encore l'objet de mauvaises interprétations.

Conclusion

Malgré les remarques précédemment exprimées dans ce rapport et qui ont pour objectif d'aider les candidats à mieux préparer l'épreuve d'admissibilité de l'agrégation de chimie, 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 variées dans de nombreux domaines de la chimie tout en apportant un soin particulier à la qualité de leur rédaction.

Rapport sur l'épreuve B « Composition de physique »

L'épreuve de composition de physique a porté sur l'étude d'un certain nombre d'analogies rencontrées en physique. Cette problématique a permis d'aborder un large champ de thèmes enseignés dans le supérieur comme l'électricité, la mécanique du point, la thermodynamique, l'optique, la mécanique quantique, l'électromagnétisme et les ondes. La diversité des analogies étudiées avait pour objectif de faciliter et de permettre à l'ensemble des candidats, a priori plus chimistes que physiciens, de montrer leurs connaissances générales ainsi que leurs compétences en modélisation informatique et en résolution de problème.

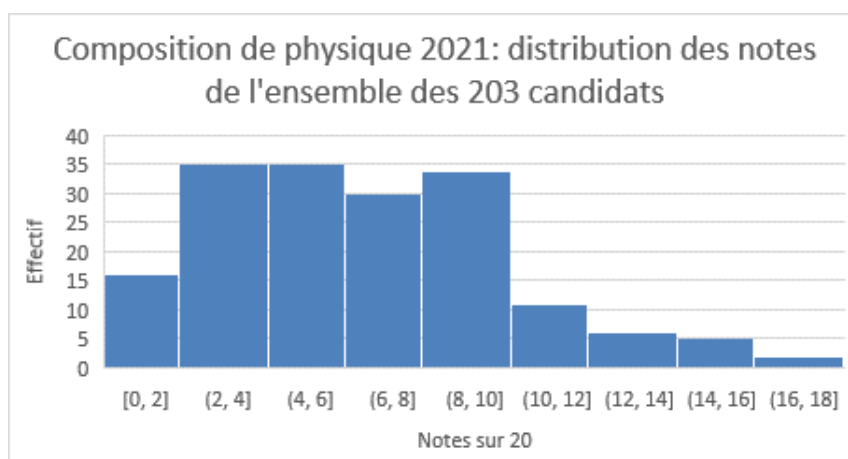
Tout comme pour la session précédente, le jury tient à féliciter les candidats pour la qualité des copies dans leur ensemble, ce qui est tout à fait appréciable dans le cadre d'un concours de recrutement de futurs enseignants. De plus, beaucoup de candidats ont pu aborder, à l'issue des cinq heures allouées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

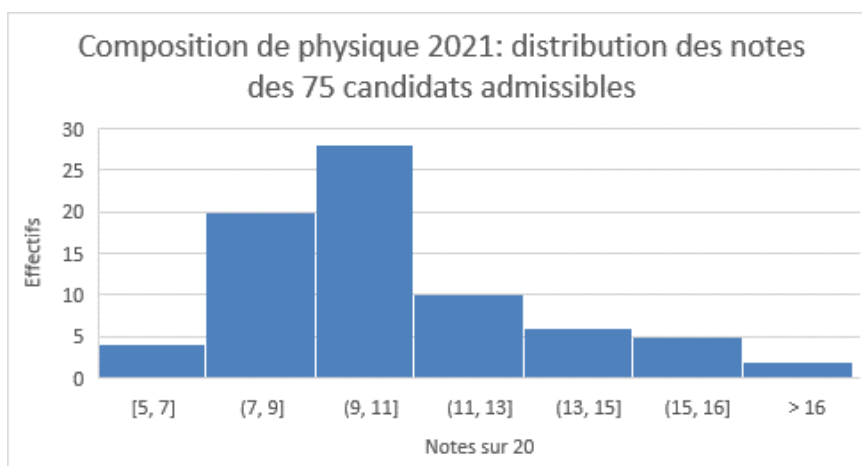
Statistiques de l'épreuve

Moyenne de tous les candidats (203)	6,67
Ecart-type	3,64
Min	0,24
Max	16,7
Médiane	6,43
1er quartile	3,60
3eme quartile	9,24

Moyenne des candidats admissibles (75)	9,90
écart-type	2,61
Min	4,5
Max	16,7
Médiane	9,45
1er quartile	8,13
3eme quartile	11

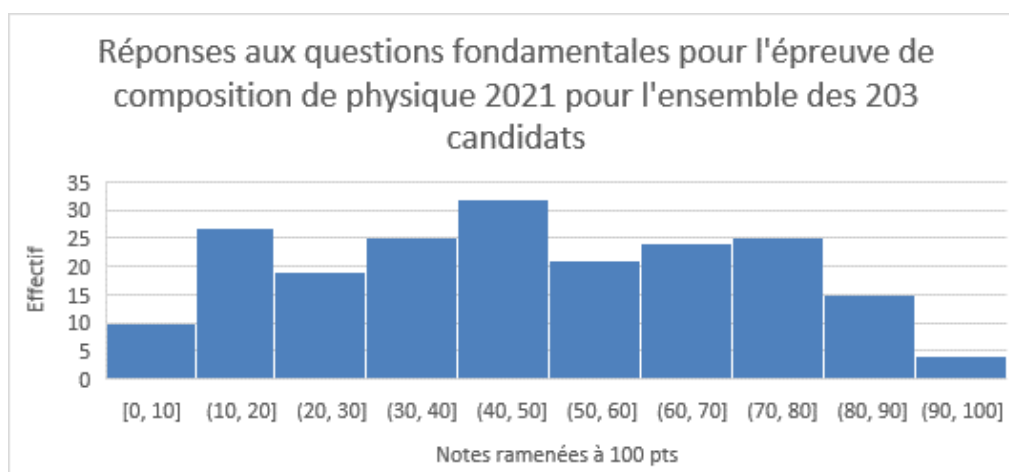
Distribution des notes

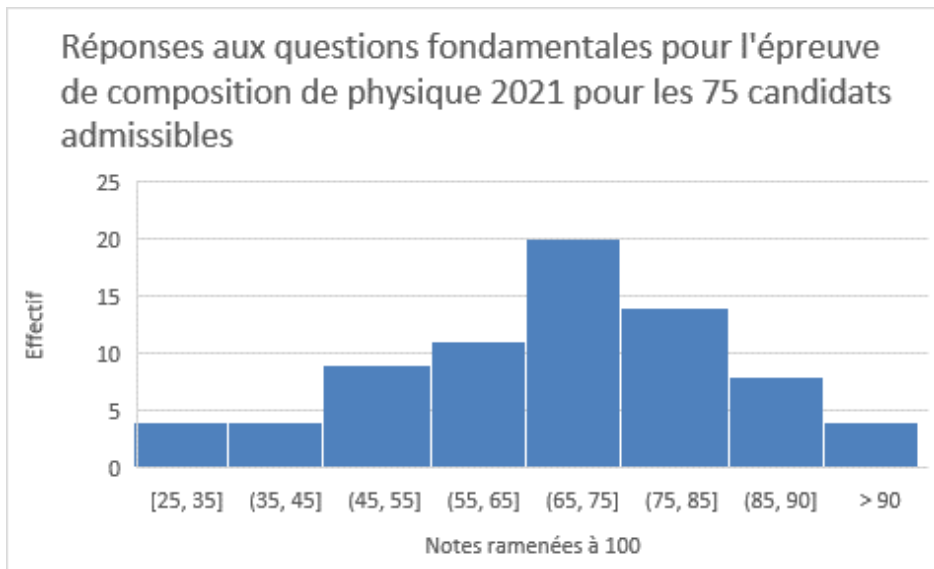




Questions fondamentales

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 62 questions du sujet (44%). Il s'agit pour cette session 2021 des questions suivantes : Q1 à Q4, Q7 à Q10, Q14 à Q19 ; Q26 à Q28, Q31 à Q37, Q52 à Q54. Cette année le poids dans le barème de ces questions atteint 48 % 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 raisonnements, dans leurs calculs (signes, simplification au maximum des résultats littéraux) et dans les notations utilisées (un vecteur n'est pas un scalaire). Il recommande également de bien lire l'énoncé et de répondre aux questions telles que posées. Il demande de connaître et d'utiliser les unités traditionnelles des grandeurs physiques (par exemple : volt/mètre plutôt que newton/coulomb pour un champ électrique). Enfin, il rappelle qu'une définition n'est pas une propriété.

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.

Question 1. Un nombre conséquent de candidats mettent des flèches sur les tensions ; nous rappelons que la tension électrique est une grandeur scalaire. Peu de candidats connaissent les conventions d'orientation entre i , q et U_C . Enfin, la convention récepteur est plus adaptée car elle évite les problèmes liés aux signes.

Question 2. Attention à écrire convenablement les équations de fonctionnement des résistance, bobine et condensateur en tenant compte de la convention (générateur ou récepteur) choisie lors de la question n°1. Trop de candidats écrivent, par exemple, $U_R = Ri$ avec un choix de convention générateur pour R .

Question 3. Vérifier les signes des différents membres de l'équation différentielle. La signification de la pulsation propre (en rad/s) et du facteur de qualité est trop souvent ignorée.

Question 4. Beaucoup trop de candidats ne maîtrisent pas la résolution d'une équation différentielle linéaire homogène du second ordre à coefficients constants ainsi que la détermination des conditions initiales nécessaires (continuité de grandeurs convenablement choisies). Le qualificatif de «régime pseudopériodique» est très souvent mal justifié (réponse souvent lue : amortissement exponentiel).

Question 8. Il faut lire attentivement l'énoncé pour schématiser correctement la situation proposée : ressort horizontal, origine prise à la position d'équilibre de la masse.

Question 14. La loi de Fourier et les unités des grandeurs qui sont impliquées sont à connaître.

Question 15. Le flux fait intervenir un calcul d'intégrale. La signification physique du flux est très souvent mal comprise, ou peu rigoureuse.

Question 16. Des confusions ont été faites entre la formulation locale de la loi d'Ohm et sa formulation globale (ou intégrale).

Question 19. La résistance thermique d'un matériau n'est pas l'inverse de sa conductivité thermique.

Question 22. Il convient de bien énoncer le principe qui est utilisé, et d'expliciter les différents termes, d'autant plus que l'équation à trouver est fournie dans l'énoncé.

Question 23. Le cycle est trop souvent mal identifié. De plus, les candidats prennent souvent de mauvaises conditions initiales.

Question 25. Cette question, de résolution numérique grâce à un programme Python, a été rarement abordée. Les candidats semblent peu à l'aise avec l'identification de la fonction. Il est important de noter que l'introduction des capacités numériques en secondaire et en CPGE est un marqueur fort de la réforme des programmes.

Question 26. Si le candidat souhaite utiliser ses propres notations pour énoncer la loi de Coulomb, il est nécessaire qu'il les définisse précisément (sur un schéma par exemple : vecteur unitaire utilisé, notation pour la distance entre les charges etc.). Le jury rappelle que des charges électriques de même signe se repoussent.

Question 28. Attention à la rigueur des signes des expressions vectorielles. Beaucoup d'erreurs de signe lors de l'analogie gravitation/ électrostatique.

Question 29. Peu de candidats procèdent à une étude des symétries et des invariances de la répartition de masse pour simplifier la forme du champ gravitationnel avant le calcul du flux. Ces étapes sont pourtant cruciales. Une mauvaise lecture de la question a parfois entraîné une confusion entre R et r , ainsi que l'utilisation d'une distribution volumique et non pas surfacique de matière.

Question 31. Un repère et un référentiel sont deux choses différentes. La notion de référentiel n'est pas évidente pour les candidats.

Question 32. Il est important qu'un futur professeur de physique-chimie puisse énoncer correctement les lois de Newton. Dans la deuxième loi, ce sont les forces extérieures appliquées qui interviennent. Dans la troisième loi, il faut tenir compte du point d'application des forces et préciser que les deux actions réciproques sont colinéaires à la direction de la droite qui passe par les deux points d'application.

Question 34. Peu de candidats font le lien entre force conservative et énergie potentielle associée. L'énergie potentielle est rarement définie correctement, mais la plupart des candidats connaissent des exemples.

Question 35. Un système conservatif est un système qui n'est soumis qu'à des actions conservatives ou qui ne travaillent pas (exemple du pendule simple). La conservation de l'énergie mécanique est une conséquence de cette définition.

Question 37. L'appartenance des rayons réfléchi et réfracté au plan d'incidence est très peu citée. Si le candidat se passe de schéma, ce qui n'est pas très judicieux, il faut au moins qu'il définisse les termes qu'il introduit dans les lois de Descartes.

Question 39. Attention à la condition de réflexion totale : il faut se servir de la deuxième loi de Descartes.

Question 39 et 40. Une proportion notable de candidats a recours aux fonctions trigonométriques réciproques mais peine à les manipuler correctement. On peut pourtant aisément s'en passer.

Question 42. Il faut prêter attention au vocabulaire (diffraction, réfraction, dispersion).

Question 46. Il ne faut pas parler de parabole pour la trajectoire décrite à l'aide d'un cosinus hyperbolique.

Question 52. Il faut raisonner sur le module de la fonction d'onde au carré, et non pas sur l'écriture de la fonction d'onde, pour expliquer le qualificatif d'état stationnaire en mécanique quantique.

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.

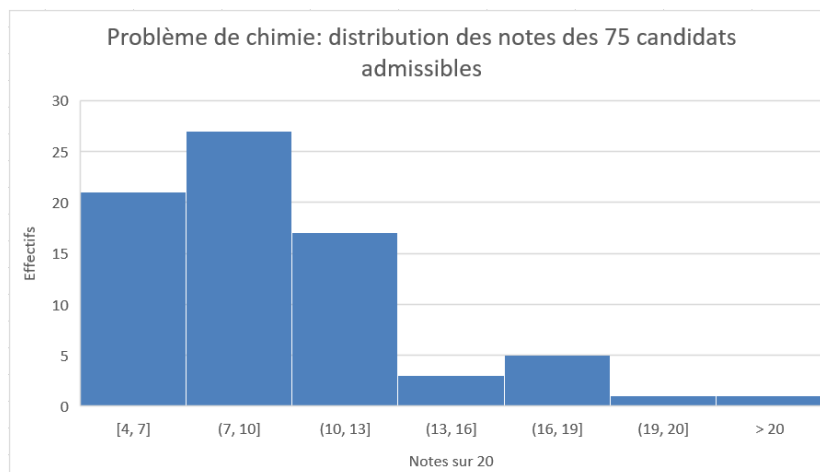
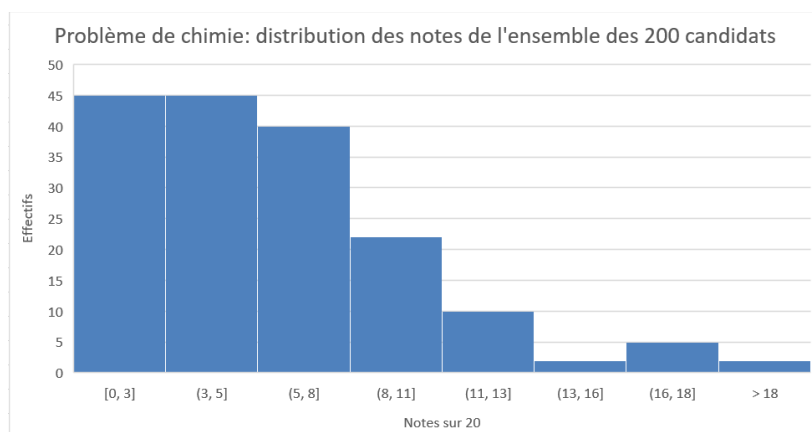
Rapport sur l'épreuve C « Problème de chimie »

Le problème de chimie de la session 2021 visait à présenter sous un angle physico-chimie sous-tendant la conception, la caractérisation structurale et l'étude de la réactivité de complexes biomimétiques pour l'activation des alcanes. Ce sujet permettait d'aborder des domaines variés en chimie (thermochimie, équilibre chimique en solution aqueuse, électrochimie, cinétique, magnétisme moléculaire), traités au niveau L3 et M1 à travers des données et des graphes à utiliser. Il impliquait aussi l'appropriation de connaissances ou de concepts dans des domaines potentiellement nouveaux comme les spectroscopies RPE et Mössbauer, grâce à la fourniture en annexe de documents détaillés.

Au travers de ce rapport, le jury souhaite avant tout attirer l'attention des candidates et des candidats sur la maîtrise nécessaire de fondamentaux incontournables et donner quelques éléments pour la prise en main de nouveaux concepts.

Quelques résultats statistiques

- Répartition des notes de l'ensemble des candidats et des candidats admissibles

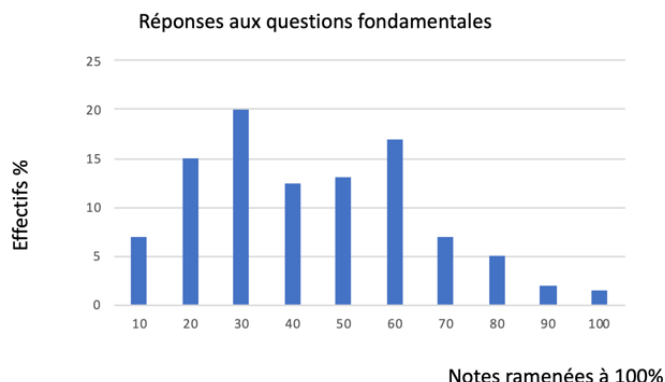


- Résultats aux questions fondamentales

Les questions fondamentales du sujet se retrouvent principalement en début du sujet: Q1, Q2, Q3 (structures de Lewis, oxydo-réduction), Q4 (grandeurs de formations, états standards de référence), Q5 (effets mésomères), Q7 (chimie de coordination), Q8, Q9, Q11, Q12, Q13 (électrochimie), Q14 (dosage acido-basique), Q16 (théorie du champ de ligands), Q19 (énergie libre de réaction), Q21 (vitesse de réaction), Q24 (influence de T sur les grandeurs de réactions), Q28 (niveaux vibrationnels et loi de Hooke), Q32 (définition

de l'effet tunnel), Q35 (détermination d'une configuration électronique d'éléments), Q36 (couplage de deux spin $\frac{1}{2}$), Q52 et Q53 (principe de base spectroscopie RPE en lien avec l'annexe), Q77 (désintégration d'un noyau radioactif).

Le poids des questions fondamentales dans le barème correspond à 32% des points. Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-contre), on constate que 23% des candidats ont obtenu un nombre de points inférieurs à 20 /100 et que 34% ont obtenu un nombre de points supérieurs à 50/100.



Par ailleurs, 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 à des remarques plus ponctuelles sur les quatre parties constituant le sujet.

Partie I : La première partie, plus courte que les quatre suivantes, rassemblait autour des réactions d'oxydation du méthane des notions fondamentales allant jusqu'au L2 ou équivalent. Dans l'ensemble, cette partie a été bien traitée par les candidats. Parmi les erreurs fréquemment rencontrées, on peut citer :

- la maîtrise approximative de l'écriture de la structure de Lewis d'une molécule pour en proposer une géométrie selon la théorie VSPER (question 1) ;
- la connaissance incertaine des états standards de référence des éléments tels que le carbone, l'oxygène et l'hydrogène pour l'établissement de tout cycle thermodynamique faisant intervenir des enthalpies de formation et de dissociation de liaisons (question 4) ;
- trop souvent, le tableau de données expérimentales a été insuffisamment commenté et analysé pour parvenir à fournir une réponse scientifiquement sensée.

Partie II : Cette partie abordait les aspects thermodynamiques (questions 1 à 19) et cinétiques (questions 20 à 34) d'un transfert d'atome d'hydrogène entre le dihydroanthracène, substrat de choix dans l'activation des alcanes, et un complexe mononucléaire de cuivre.

Certaines questions, considérées comme fondamentales, ont été à l'origine de difficultés pour un nombre non négligeable de candidates et de candidats :

- la description d'un montage expérimental de voltampérométrie cyclique, impliquant trois électrodes, un ampèremètre et un voltmètre pour mesurer le courant et réaliser un balayage en différence de potentiel, manque de rigueur (question 8) ;
- les demi-équations redox à l'anode et la cathode (question 9) relèvent plus du hasard et des confusions apparaissent entre le système d'étude et le couple oxydant/réducteur de référence ;

- les notions de système réversible, lent/rapide (questions 11 et 12) sont insuffisamment maîtrisées ;
- l'énoncé impliquant une base forte qui ne peut exister dans l'eau, la réaction acido-basique de titrage par une solution aqueuse d'un acide fort ne peut pas faire intervenir cette base mais les ions hydroxyde OH⁻ (question 14) ;
- pour mesurer la force d'un acide ou d'une base dans des solvants de polarité différente, la stabilité de l'espèce chargée doit être considérée (question 15) ;
- le THF étant le solvant dans la question 17, son activité est égale à 1 et sa concentration ne doit pas apparaître dans l'expression de la constante d'équilibre K₂ ;
- lorsque l'énoncé propose un tableau de données pour extraire des grandeurs thermodynamiques ou autres, il faut employer une méthode (régression, moyenne) qui utilise toutes les données pour parvenir au résultat avec la plus faible incertitude (questions 17, 24) ;
- à la question 21, donner seulement la relation entre la constante thermodynamique d'équilibre de formation et la constante de vitesse de disparition du complexe activé est insuffisant, un minimum d'explications sur le raisonnement et les calculs faits pour y parvenir est exigé ;
- à la question 24, plusieurs méthodes pouvaient être mises en œuvre pour arriver au résultat mais il fallait bien garder en tête que ΔG^\ddagger est dépendant de T ;

Seuls quelques candidats et candidates ont réussi à mener à bien la détermination de l'effet isotopique pour la réaction. Pour cela, il fallait s'attacher, entre autres :

- à la question 28, à la définition de l'énergie du point zéro dans le cas de l'oscillateur harmonique $E=1/2h\nu$ qui est liée à la masse réduite via la loi de Hooke puis au nombre d'onde, demandé à la question 29;
- à la question 30, à démontrer l'égalité entre les énergies internes des complexes activés associés à la rupture des liaisons C-H et C-D, ce qui nous permettait d'exprimer ce rapport en fonction des seules énergies de point zéro des réactifs et d'évaluer l'effet isotopique pour cette réaction.

Partie III : Cette partie qui abordait plusieurs domaines nouveaux et explicités en annexe, comme la spectroscopie RPE, ou directement dans l'énoncé, comme les transferts électroniques, se divisait en quatre sous-parties.

- Une première partie (questions 35 à 44), abordait le calcul du moment magnétique d'un complexe dinucléaire, selon l'exemple fourni en annexe de deux spins s_1 et s_2 égaux à $1/2$ et couplés par une interaction ferromagnétique (questions 37 et 38). Cela supposait de connaître les relations entre S et M_S ainsi que l'expression de S pour un système impliquant deux noyaux distincts et dotés chacun d'un spin électronique propre (questions 36 et 37). Les questions suivantes portaient sur l'étude en fonction de la température de la susceptibilité magnétique (étude de fonctions 39, 40, 41 et 42). Ces études ont été abordées par un grand nombre de candidats et candidates, l'expression étant donnée en question 38, mais elles ont été très rarement traitées de manière rigoureuse via l'utilisation d'outils mathématiques adaptés. Par exemple à la question 41, il s'agissait de fournir pour une fonction dépendant de la constante de couplage J, ses valeurs limites et son sens de variation selon la valeur positive ou négative de J, ce qui permettait à la question 43 d'identifier aisément les propriétés ferro- ou antiferromagnétique du complexe en lien avec la courbe expérimentale présentée ;
- Une seconde partie abordait le traitement théorique du couplage magnétique avec la notion d'orbitale magnétique. Les candidats ont souvent omis l'existence d'une composante de spin et d'une composante spatiale pour décrire une fonction d'onde électronique, si bien que les attributions des états de spin à la

question 46 s'en sont trouvées erronées, induisant une erreur de signe pour la constante de couplage J à la question 50. Le jury tient à souligner l'importance pour les candidats et candidates à ne pas chercher à masquer leurs erreurs mais bien de rester honnêtes et critiques vis-à-vis de leurs résultats ;

- Les questions suivantes évaluaient l'appropriation de la spectroscopie RPE à travers l'étude de spectres, un exemple ayant fait l'objet d'une description en annexe. De manière générale, cette sous partie a été mieux traitée que les deux précédentes. Ce fut le cas de la question 53 avec la description du couplage hyperfin et l'utilisation de la formule à la question 57 donnant le nombre de raies associées à ce couplage selon le nombre de noyaux nucléaires impliqués. Le calcul du facteur g et sa dimension sans unité (question 56) a posé plus de difficultés ;

- Enfin, les dernières questions portaient sur la notion de transfert électronique dans le cadre de l'étude de complexes à valence mixte. Un transfert entre deux atomes supposant l'élongation de l'un des sites et une compression de l'autre site (Q-, question 64), seule cette variable était à prendre en compte par la suite. L'identification du système (question 65) devait se faire sur la base d'une argumentation précise et compréhensible, comme par exemple l'identification des extrema en prenant garde au signe du facteur géométrique n dans les expressions. Dans les questions 65 et 66, on demandait la matrice de l'hamiltonien de couplage électronique puis le déterminant séculaire dans la question 67. Il fallait donc bien distinguer les deux dénominations.

Cette partie peu abordée par les candidats, demandait une appropriation de concepts de chimie-physique et supposait de prendre le temps de comprendre toutes les données fournies, soit en annexe, soit dans l'énoncé. Le jury tient à adresser ses chaleureuses félicitations aux candidates et candidats qui ont su fournir les réponses attendues. Il souhaite rappeler en revanche que les réponses présentées de manière peu structurée, rédigées de manière approximative voire inintelligible, ou construites autour de développements mathématiques peu rigoureux, ont été pénalisées.

Partie IV : Cette dernière partie abordait l'utilisation de la spectroscopie Mössbauer pour l'identification d'intermédiaires réactionnels. Elle a été traitée par un plus grand nombre de candidats que ce ne fut le cas pour les parties II et III, et supposait là encore de prendre le temps de bien structurer et argumenter ses réponses. Pour cela, il fallait entre autres :

- Une lecture attentive de l'énoncé et une reformulation correcte des informations fournies pour exclure la structure compatible avec une réversibilité de la complexation du dioxygène O₂, en lien avec les deux premières questions (questions 75 et 76) ;

- Une justification correcte de l'attribution des spectres à la question 79 en comparant les déplacements isomériques et les éclatements quadripolaires mesurés sur les spectres fournis avec les données indiquées dans la question ;

Pour conclure, le jury espère que les remarques et conseils émis seront utiles aux candidates et candidats souhaitant préparer, dans les prochaines années, ce concours exigeant. Comme indiqué dans les précédents rapports, malgré la longueur du sujet, il n'est pas forcément nécessaire de tout traiter et le jury rappelle que le traitement séquentiel et fouillé des questions ainsi qu'une rédaction soignée et agrémentée de réponses précises, concises et justifiées sont régulièrement gratifiés et représentent des gages de réussite à cette épreuve écrite.

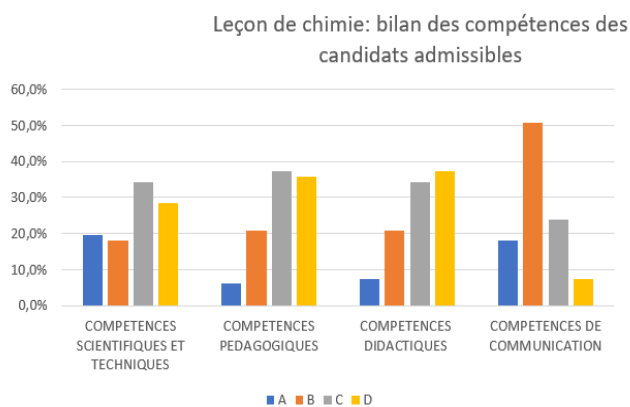
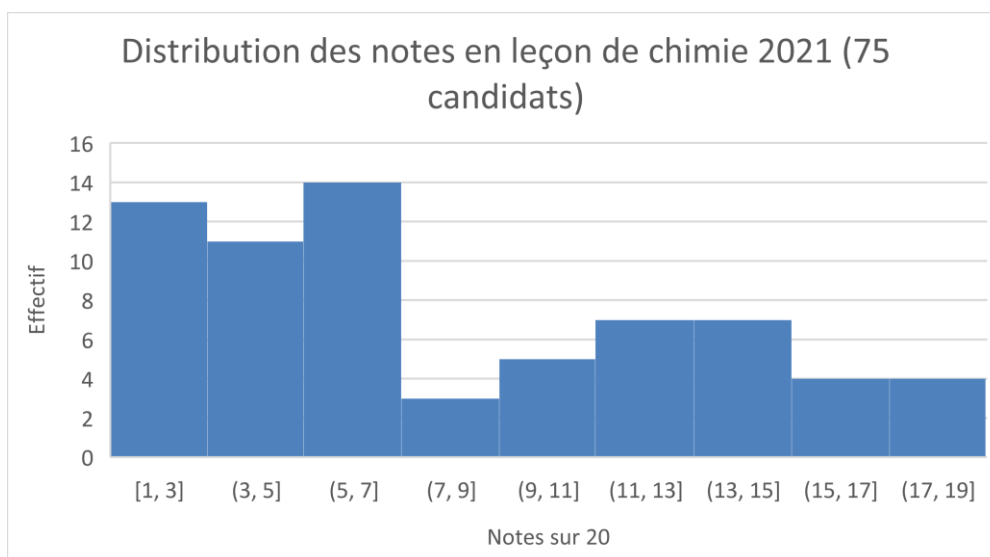
LES ÉPREUVES D'ADMISSION

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

LECON DE CHIMIE 2021	
MOYENNE	8,5
MEDIANE	7,0
1ER QUARTILE	4,0
3E QUARTILE	13,0
ECART-TYPE	5,2



Le sujet de l'épreuve de leçon est constitué de trois éléments :

- le thème, choisi parmi les 12 thèmes publiés ;
- le sous-thème précisant le cadre du sujet ;
- l'élément imposé qui doit faire l'objet d'un développement scientifique.

La présentation débute par une introduction pédagogique d'une durée maximale de 5 minutes au cours de laquelle le candidat expose le cadre de sa leçon, explicite les choix qu'il a été amené à faire sur le positionnement didactique de celle-ci ainsi que sur le traitement de l'élément imposé qu'il a prévu de proposer. 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 élèves 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 des leçons 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, présentés éventuellement dans la leçon, doivent être clairement liés à l'élément imposé de manière à ce que l'ensemble présente une cohérence didactique, pédagogique et scientifique. Ainsi le jury incite les candidats à éviter de coller l'élément imposé dans un plan « tout fait », ce qui souvent nuit à la pertinence de l'ensemble de la leçon et rend plus périlleuse la discussion sur les choix didactiques.

Le choix des concepts présentés, et de leur articulation, doivent 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 dans son introduction le candidat a identifié des difficultés pour les élèves (fictifs), il est attendu des candidats d'y porter une attention particulière lors de la présentation de la leçon.

Le contenu scientifique de la leçon doit correspondre à des enseignements classiques de chimie de niveau post-bac (BTS Métiers de la chimie, licence ou CPGE) et se placer dans le contexte décrit par les thèmes et sous-thèmes donnés dans 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, et 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 quels concepts peuvent être étudiés avant ou après la leçon dans le cadre d'une séquence, ou quelles activités (travaux dirigés ou activités expérimentales) 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 laboratoire, 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, et 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.

Mentionnons ici que certains candidats ont recours à des sites contenant des éléments de leçons et montages déjà préparés (plans, présentations PowerPoint, fiches de commande déjà complétées pour le montage ou les leçons). Le jury attire l'attention des candidats sur le risque d'adopter un contenu dont la session de questions qui suit l'exposé démontre la fragilité de l'appropriation. Ces candidats ont été lourdement pénalisés.

Lors de cette session, le jury a regretté le manque de diversité des ressources utilisées. Très peu de candidats ont eu recours à des vidéos, photos, animations, programmes en langage Python, logiciels de simulation... Quand elles sont utilisées, ces ressources sont en général un atout pédagogique. 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 que l'on souhaite utiliser n'est pas exactement adapté au public visé (et qu'aucun autre plus adapté est trouvé) il peut tout de même être utilisé : les modifications envisagées pour son utilisation pourront être discutées pendant l'entretien.

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'autres natures (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 réalité et modèle. On note ainsi des confusions très fréquentes entre molécule et espèce chimique, réaction et transformation, entre métal et élément métallique, stéréosélectivité et stéréospécificité... La lecture du glossaire

d'accompagnement des programmes de chimie² publié lors de la réforme du lycée de 2019 est recommandée pour développer rigueur et justesse pour décrire les systèmes chimiques et leurs transformations aux différentes échelles ;

- Les leçons de thermodynamique ont montré une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : définition précise du système, rigueur dans les définitions et les notations, 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 nui 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 compléter les explications fournies sur certains points plus délicats, à proposer des exemples complémentaires, à justifier ses choix de ressources bibliographiques et de supports, à justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie...
- 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... 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.

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

Évaluation

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

Y sont évaluées les compétences suivantes :

Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (dans le cours de la leçon ou lors de l'entretien)
Compétences scientifiques et techniques	Disposer de l'ensemble des connaissances fondamentales au niveau post-bac (licence, CPGE, BTS). Réaliser des développements théoriques rigoureux. Effectuer une analyse critique des modèles, à partir des hypothèses sous-jacentes et de la confrontation de leurs résultats avec la réalité. Connaître quelques ordres de grandeur et/ou des applications. ...
Compétences pédagogiques (« Comment enseigner ? »)	Proposer une problématique scientifique. Structurer son exposé. Savoir mettre en place une remédiation. S'adapter à un public hétérogène. 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. Connaître les différentes formes d'évaluation.
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 scientifique et mathématique ... En interaction avec le jury : écoute, réactivité, ...

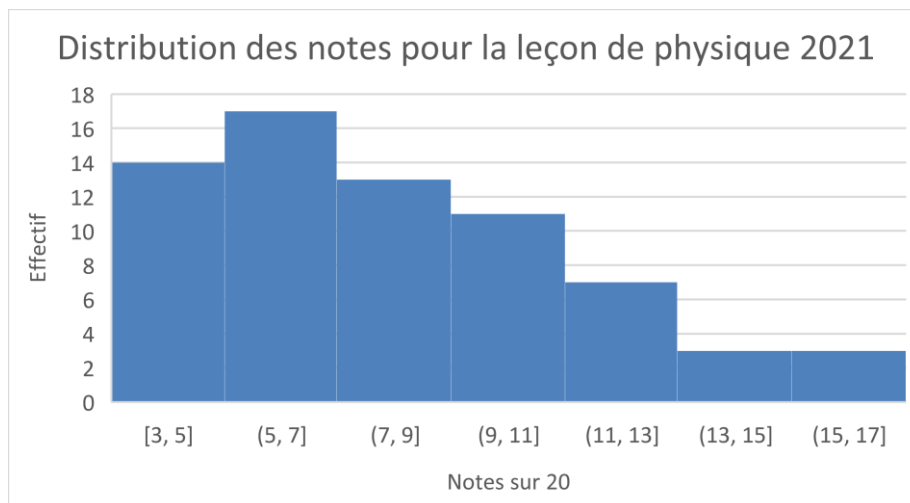
Cette grille avec ses exemples d'éléments d'appréciation est indicative et elle peut évoluer d'une année sur l'autre.

En conclusion, le jury 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.

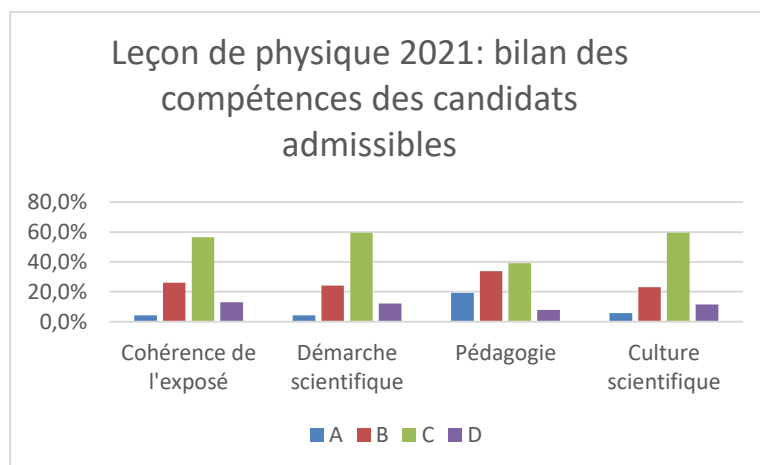
Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique »

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



LECON DE PHYSIQUE 2021	
MOYENNE	8,6
MEDIANE	8,0
1ER QUARTILE	6,0
3E QUARTILE	11,0
ECART-TYPE	3,3



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 souhaite 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.

Cette année, il a à nouveau été possible 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. Il est attendu naturellement que l'expérience choisie soit pertinente dans le cadre de la leçon.

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

D'un exposé de ce niveau, on peut attendre les points suivants :

- Une explicitation précise des modèles utilisés, des hypothèses associées à ceux-ci et des conditions d'application. Ainsi, il est utile de préciser qu'un système doit être linéaire pour faire appel aux séries de Fourier afin d'interpréter le signal de sortie d'un filtre ou encore d'indiquer pourquoi on utilise un théorème issu de la mécanique du point pour traiter un problème de mécanique du solide, dans quelle(s) condition(s) on peut considérer qu'une force de frottement fluide est proportionnelle à la vitesse, ... 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 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 est contrôlé et bien minuté. Un réel effort est donc constaté et mérite d'être salué.

Quelques conseils

- Dans la leçon, la « communication » ne se limite pas au « bon usage de la langue » mais doit être comprise au sens des langages. Ainsi, on attend une capacité des candidats à passer d'une forme de langage à une autre (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.
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. Le jury espère que le présent rapport sera utile pour les futurs candidats.

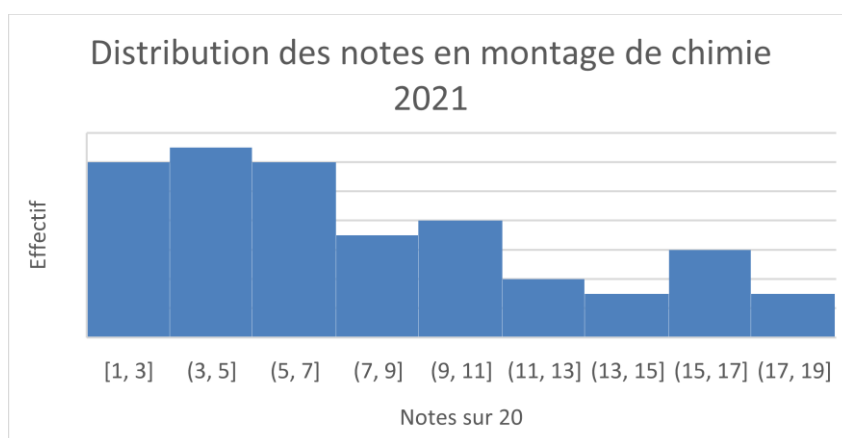
Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie »

Pour cette session 2021, l'épreuve « montage de chimie » a évolué de manière significative. L'épreuve de montage implique 4 heures de préparation et 1h20 au maximum de présentation et d'interactions avec les membres du jury. 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 :

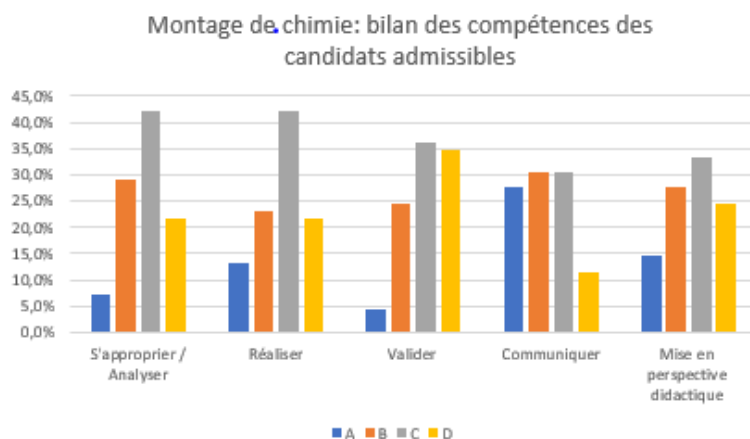
- l'élément libre, défini par le domaine, choisi parmi les grands domaines de la chimie expérimentale, et le thème, mettant l'accent sur une partie du domaine ;
- l'élément imposé, consistant en un protocole expérimental prédéfini, en lien ou non avec l'élément libre, et que les candidates et les candidats réalisent intégralement sans assistance technique directe.

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 produits chimiques, des techniques et des modèles utilisés.

Quelques statistiques



MONTAGE DE CHIMIE 2021	
MOYENNE	8,1
MEDIANE	7,0
1ER QUARTILE	4,0
3E QUARTILE	11,0
ECART-TYPE	5,0



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, choisi parmi les neuf domaines publiés dans le rapport. 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 qualités :

- la capacité à choisir des expériences pertinentes et variées, qualitatives et quantitatives, pour illustrer un thème donné ;
- l'habileté expérimentale (maîtrise du geste, précision, soin);
- la capacité à identifier les risques chimiques et toxicologiques associés à l'utilisation d'espèces chimiques, de solvants ou de fluides ;
- la connaissance des techniques et des instruments utilisés ainsi que de leurs limites ;
- la capacité à exploiter les valeurs expérimentales et à analyser les résultats obtenus ;
- l'aptitude à communiquer, décrire et argumenter tout en manipulant ;
- le recul critique vis-à-vis des protocoles issus de la littérature ;
- la maîtrise dans le domaine de la mesure et en particulier des incertitudes ;
- l'aptitude à interpréter les observations à l'aide de modèles théoriques ;
- la capacité à rebondir sur des résultats inattendus ;
- l'aptitude à resituer chacune des expériences dans une progression à un niveau choisi et à en dégager les principaux éléments didactiques motivant leur choix ou leur réalisation.

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 de préparation, il leur faut :

- **illustrer l'élément libre**, en sélectionnant et en menant 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 personnels 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 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 de telle ou telle autre manipulation ne pourra en aucun cas être imputé à l'équipe technique. Cet échec doit à l'inverse interroger les candidates et candidats sur leur compréhension du mode opératoire et la pollution accidentelle de réactifs ou la défektivité exceptionnelle du matériel.

Les consignes relatives à la sécurité doivent également être clairement détaillées pour éviter de mettre en danger le personnel. De manière générale, les risques éventuellement associés aux manipulations choisies doivent être raisonnables et compatibles avec une mise en œuvre devant des étudiants au niveau licence. Ainsi, la substitution des réactifs et solvants CMR doit être privilégiée lorsqu'elle est possible. Le cas échéant, les candidates et candidats doivent justifier l'intérêt de l'expérience et des produits chimiques retenus, et manipuler en pleine connaissance des risques sous-jacents.

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.

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). 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 un ordinateur) des supports de discussion tels que des diagrammes E-pH, courbes I-E...

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 peut être accompagné ou non d'une 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 intégrant une dimension économique, environnementale, sociétale 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 de composés, détermination de constantes physico-chimiques, détermination de concentrations...), réalisables en deux heures, exploitations incluses. Pour ces expériences généralement simples, ils sont invités à jeter un œil critique sur le protocole, à effectuer des modifications, voire 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 et 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 à la toute fin 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 afférente.

Restitution orale

Avant l'entrée du jury dans le laboratoire, le matériel nécessaire doit avoir été rassemblé, les réactifs préparés, et 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. Les candidates et candidats 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**

Pendant les premières minutes de la présentation visant à préciser le contexte ainsi que le contour de l'ensemble des expériences réalisées pour l'élément libre et l'élément imposé, le jury n'intervient pas et laisse les candidates et candidats dérouler leur exposé. 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. Le jury 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 les candidates et candidats qui font montre d'honnêteté scientifique ou proposent une explication raisonnable face à des résultats inattendus, au lieu de camper sur leurs positions ou de conclure 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 qui doit donc 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).

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. Peu de candidates et candidats utilisent 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. Le jury regrette que très peu d'entre eux réalisent correctement l'évaluation d'une incertitude-

type u. Quand cela a été fait, des erreurs sont souvent commises sur la détermination d'une incertitude-type composée u_c , en raison de l'application d'une « formule mathématique » sans en comprendre le sens ou sans s'assurer de son domaine de validité. 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 ressource³ et son annexe⁴, publiées sur Eduscol, à propos du traitement des incertitudes au lycée.

Le principe de fonctionnement des instruments et du matériel utilisés doit être connu, compris et expliqué spontanément lors de la présentation, s'il s'invite naturellement dans le cadre du thème illustré. Le 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 (par exemple, pipette jaugée *versus* bécher sommairement gradué en fonction de la précision souhaitée, choix de la méthode d'analyse spectroscopique en fonction des modifications attendues entre les réactifs et les produits, gamme de sensibilité des instruments...).

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.

- **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, tout en dialoguant avec le jury.

Ainsi, 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. Il est rappelé ici que le fait d'avoir soigneusement préparé le poste de travail et anticipé le matériel requis pour la réalisation des gestes choisis constitue 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 maîtrisées et qu'une interprétation rigoureuse de l'expérience soit faite tout en s'affranchissant de notes manuscrites. La qualité d'un montage est jaugée 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

³ <https://eduscol.education.fr/document/7067/download> (le 5 juillet 2021)

⁴ <https://eduscol.education.fr/document/6803/download> (le 5 juillet 2021)

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.

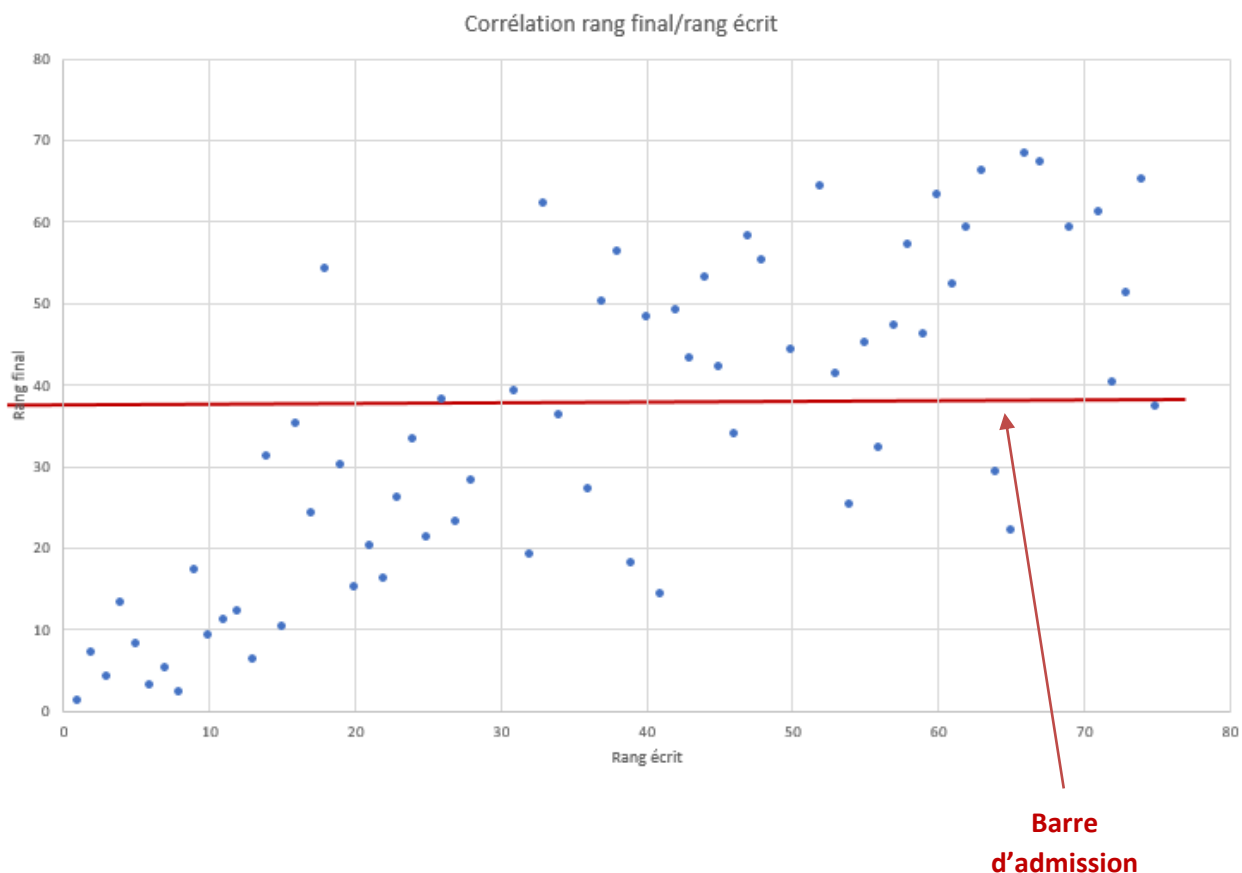
Compétences	Exemples d'éléments d'appréciation (au cours de la présentation du montage et des réponses aux questions du jury)
S'approprier / Analyser	<p>Compréhension des documents fournis ; appropriation d'un protocole et des manipulations choisies.</p> <p>Choix d'expériences pertinentes et variées, qualitatives et quantitatives, pour illustrer le thème donné.</p> <p>Limitation des quantités de réactifs utilisés et de l'utilisation de réactifs nocifs.</p> <p>Identification des risques chimiques et toxicologiques associés à l'utilisation de composés, de solvants ou de fluides.</p> <p>Connaissances approximatives du coût du matériel et des produits.</p> <p>Mise en regard avec la « chimie au quotidien »</p> <p>...</p>
Réaliser	<p>Maîtrise des capacités expérimentales de niveau L.</p> <p>Conduite d'environ 3 expériences (dont l'élément imposé) quantitatives, significatives et pertinentes, bien réalisées dans le temps imparti, abouties et exploitées complètement.</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> <p>...</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> <p>...</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 biblio sommaires).</p> <p>Aptitude à communiquer, décrire et argumenter tout en manipulant.</p> <p>...</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 à 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> <p>...</p>

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

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 2021, il est enfin intéressant d'examiner l'évolution des classements à l'issue des étapes d'admissibilité puis d'admission.



On remarque un grand nombre de 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 candidats classés au-delà de la cinquantième place à l'issue de l'écrit et qui ont été finalement admis).

Enfin, le jury encourage très vivement les candidats à se présenter aux trois épreuves orales, quelle que soit leur impression sur leur(s) prestation(s). Cette année, le jury a vu plusieurs candidats abandonner à la suite d'une préparation ou d'une épreuve supposée « ratée » alors que ces mêmes candidats étaient très bien classés à l'écrit.

A PROPOS DE LA SESSION 2022

Programme de la session 2022

Le programme de la session 2022 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agregation_externe/93/7/p2022_agreg_ext_physchim_chimie_1399937.pdf

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/>.

Epreuves d'admissibilité

Ces épreuves ne subissent pas d'évolution lors de la session 2022.

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

Les nouveaux programmes de physique-chimie de lycée, comme ceux actuellement en vigueur en CPGE, intégrant des capacités numériques à faire acquérir aux élèves autour de la pratique du langage de programmation Python, comme en 2021, un environnement de programmation et de calculs numériques pourra être proposé dans ces épreuves ; 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 2022, 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 2021, il n'y aura pas de liste de sujets de leçon pour la session 2022 ; 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 non exhaustive des thèmes associés à chaque domaine est fournie entre parenthèses ci-dessous ;
- iii. **Un élément imposé** qui doit faire l'objet d'un traitement explicite tel qu'il serait proposé dans le cadre d'un cours dispensé au niveau licence.

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

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) Elément imposé : Hémiacétals, acétals et cétals

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

- Le premier élément s'inscrit dans un domaine d'activité expérimentale faisant partie de la liste ci-dessous. Cet 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 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. 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. Il est attendu du candidat un regard critique sur le protocole et d'éventuelles propositions d'amélioration.

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

Domaines pour les activités et protocoles expérimentaux :⁵

- Synthèses en chimie moléculaire incluant les manipulations sous gaz inerte (aménagement fonctionnel, construction de squelettes hydrogénéocarbonés, ...)
- Activations moléculaires en chimie (catalyse, photochimie, oxydo-réduction, ...)

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

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

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

Exemples de sujets de montage :

- Premier élément. 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. 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 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.

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.

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.

Les sujets des leçons pourront 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.

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 2022 :

- Ondes mécaniques
- Phénomènes acoustiques
- Aspects ondulatoires en optique
- Effet Doppler
- Phénomènes de polarisation optique
- Aspects énergétiques de phénomènes physiques
- L'énergie, conversion et transferts
- Transmission de l'information
- Images et couleurs
- Instruments optiques
- Sources de lumières
- Gravitation et poids
- Transferts thermiques
- Interactions lumière-matière
- Mouvements, interactions et notion de champ
- Modélisation de l'écoulement d'un fluide
- Transmission et stockage de l'information
- Spectres
- Effet Doppler
- Conservation de l'énergie
- Acquisition et traitement de données
- Transferts thermiques
- Phénomènes de diffusion
- Oscillations
- Mesures et contrôle

- Régimes transitoires
- Mouillage
- Machines thermiques
- Phénomènes de transport
- Filtrages
- Viscosité
- Écoulements de fluides
- Irréversibilité
- Phénomènes de polarisation optique

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 déchets⁶

⁶ Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non chlorés, acides, bases

ANNEXE 2

Fiche à compléter lors des leçons

Nom :

Prénom :

Titres des expériences, matériel, produits et schémas de montage

Mesures de sécurité

Destruction des produits – Élimination des déchets⁷

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

ANNEXE 3 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE SCIENTIFIQUE

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	<p>Extraire l'information utile sur des supports variés</p> <p>Mobiliser ses connaissances</p> <p>Identifier un problème, le formuler</p>	<p>Faire un schéma de la situation.</p> <p>Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole.</p> <p>Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées.</p> <p>Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.</p>	<p>Dégager la problématique principale.</p> <p>Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie.</p> <p>Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau, ...)</p> <p>Extraire une information de différents documents scientifiques (texte, graphe, tableau, schéma, vidéo, photo, ...)</p> <p>Identifier la nature de la source d'un document.</p>
Analyser ANA	<p>Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites</p> <p>Formuler une hypothèse</p> <p>Construire les étapes d'une résolution de problème</p> <p>Justifier ou proposer un protocole</p> <p>Identifier les paramètres influençant un phénomène</p>	<p>Élaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites.</p> <p>Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...).</p> <p>Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution.</p> <p>Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.</p>	<p>Identifier les idées essentielles et leurs articulations.</p> <p>Relier, trier et organiser qualitativement ou quantitativement différents éléments (données, informations...) du (ou des) document(s).</p> <p>Identifier une tendance, une corrélation, une grandeur d'influence dans des documents faisant appel à des registres différents.</p> <p>Conduire un raisonnement scientifique qualitatif ou quantitatif.</p>

	<p>Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse</p> <p>Proposer un modèle</p> <p>Évaluer des ordres de grandeurs</p>		<p>S'appuyer sur ses connaissances et savoir-faire et sur les documents proposés pour enrichir l'analyse.</p>
<p>Réaliser</p> <p>REA</p>	<p>Écrire un résultat de façon adaptée</p> <p>Effectuer des procédures courantes : calculs littéraux ou numériques, tracer un graphique, faire un schéma, placer une tangente sur un graphe, faire une analyse dimensionnelle...</p> <p>Utiliser un modèle théorique</p>	<p>Mener la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée.</p> <p>Établir les relations littérales entre les grandeurs intervenant dans le problème.</p> <p>Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques</p> <p>Exprimer le résultat.</p>	<p>Prélever la valeur d'une grandeur d'un document scientifique (graphe, schéma, photo, plan...). Utiliser une échelle</p> <p>Tracer un graphe à partir de données.</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</p> <p>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>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>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>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</p> <p>COM</p>	<p>Rédiger une explication, une réponse, une argumentation ou une synthèse.</p> <p>Décrire une observation, la démarche suivie ...</p> <p>Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...).</p> <p>Présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, incertitudes ...)</p>	<p>Décrire clairement la démarche suivie.</p> <p>Argumenter sur les choix et/ou la stratégie.</p> <p>Présenter les résultats en utilisant un mode de représentation approprié.</p>	<p>Rédiger/présenter, une analyse, une argumentation, ... (clarté, justesse, pertinence, exhaustivité, logique).</p> <p>Rédiger la synthèse d'un document scientifique en effectuant un changement de registres (textes, schémas, carte mentale).</p> <p>Illustrer son propos par des schémas, des graphes, des développements mathématiques.</p> <p>Utiliser comme support de présentation les outils numériques</p>

ANNEXE 4 : COMPETENCES DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE ET EXEMPLES DE CAPACITES ASSOCIEES⁸

Compétences	Exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale - énoncer une problématique d'approche expérimentale - définir les objectifs correspondants
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - à l'écrit comme à l'oral : <ul style="list-style-type: none"> o présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible o utiliser un vocabulaire scientifique adapté o s'appuyer sur des schémas, des graphes - faire preuve d'écoute, confronter son point de vue
Être autonome, faire preuve d'initiative	<ul style="list-style-type: none"> - travailler seul ou en équipe - solliciter une aide de manière pertinente - s'impliquer, prendre des décisions, anticiper

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