 <p>LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</p> <p>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE</p>	<p>Secrétariat Général</p> <p>Direction générale des ressources humaines</p> <p>Sous-direction du recrutement</p>	<p><b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE</b></p>
--	---	--

**Concours du second degré – Rapport de jury  
Session 2019**

**AGRÉGATION**

**PHYSIQUE-CHIMIE OPTION CHIMIE**

**Concours externe**

**Rapport de jury présenté par Marie-Blanche MAUHOURAT**  
Inspectrice générale de l'éducation nationale

**Présidente du jury**

**Les rapports des jurys des concours sont établis sous la responsabilité des  
présidents de jury**



# SOMMAIRE

## Rapport de la session 2019

Liste des membres du jury.....	Page 4
Introduction .....	Page 5
Textes de référence pour la préparation du concours .....	Page 8
Statistiques de la session 2019 .....	Page 9

### Épreuves d'admissibilité

1. Les épreuves d'admissibilité.....	Page 10
2. Les rapports des épreuves d'admissibilité	
2.1. Rapport sur l'épreuve A : « Composition de chimie » .....	Page 11
2.2. Rapport sur l'épreuve B : « Composition de physique » .....	Page 15
2.3. Rapport sur l'épreuve C : « Problème de chimie » .....	Page 19

### Épreuves d'admission

1. Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie ».....	Page 22
2. Rapport sur l'épreuve « Montage de chimie » .....	Page 27
3. Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique » .....	Page 32
4. Rapport sur la question portant sur les valeurs de la République et les enjeux de l'école.....	Page 36

## À propos de la session 2020

1. Programme de la session 2020 .....	Page 38
2. Épreuves d'admissibilité .....	Page 39
3. Épreuves d'admission .....	Page 39
3.1. Leçon de chimie.....	Page 40
3.2. Montage de chimie .....	Page 41
3.3. Leçon de physique .....	Page 42

### Annexes

Annexe 1 : Fiche à compléter lors du montage de chimie .....	Page 44
Annexe 2 : Fiche à compléter lors des leçons de chimie et de physique .....	Page 46
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique .....	Page 47
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale .....	Page 48

# Rapport de la session 2019

## COMPOSITION DU JURY

### Présidente

Marie Blanche	MAUHOURAT	Inspectrice générale de l'Éducation nationale	Académie de Paris
---------------	-----------	---	-------------------

### Vice-Président

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

Michel	MAZAUDIER	Inspecteur d'académie Inspecteur pédagogique régional	Académie de Besançon
--------	-----------	---	----------------------

### Membres du jury

Cyril	BARSU	Professeur de chaire supérieure	Académie de Dijon
Laurent	BRINGEL	Professeur de chaire supérieure	Académie de Strasbourg
Nicolas	CHEYMOL	Inspectrice pédagogique régional	Académie de Montpellier
Antoine	ELOI	Professeur agrégé	Académie de Paris
Véronique	GADET	Professeur de chaire supérieure	Académie de Paris
Eléna	ISHOW	Professeure des universités	Académie de Nantes
Hélène	JAMET	Maître de conférences des universités	Académie de Grenoble
Blandine	LAUDE-BOULESTEIX	Professeure agrégée	Académie d'Aix-Marseille
Alain	LE RILLE	Professeur de chaire supérieure	Académie de Paris
François	LUX	Maître de conférences des universités	Académie de Lyon
Vincent	MORENAS	Maître de conférences des universités	Académie de Clermont Ferrand
Pascale	VERRANT	Professeur de chaire supérieure	Académie de Lyon
Gisèle	VOLET	Maître de conférences des universités	Académie de Créteil

## INTRODUCTION

Le concours de l'agrégation a pour objectif de recruter des professeur-e-s de grande qualité qui se destinent à enseigner, pour la plupart, dans le secondaire, en classes préparatoires aux grandes écoles ou en sections de techniciens supérieurs, métiers de la chimie notamment. 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 didactiques et pédagogiques et de bonnes aptitudes à communiquer.

Ce rapport de la session 2019 reprend des points saillants du rapport de la session précédente ; il les complète à l'aune des observations du jury lors des épreuves d'admissibilité et d'admission.

Les épreuves écrites permettent de s'assurer que les candidats possèdent le bagage scientifique indispensable à un futur enseignant, qu'ils sont en capacité de mobiliser leurs connaissances et de mettre en œuvre des modèles dans différents domaines de la chimie et de la physique. Il est aussi attendu que les candidats soient autonomes dans la pratique de raisonnements et de démarches scientifiques pour aborder des problématiques inspirées de travaux de recherche ou pour résoudre des problèmes ouverts, avec ou sans l'utilisation de documents.

La part des épreuves orales dans l'évaluation finale témoigne de l'importance accordée aux compétences scientifiques, mais aussi à d'autres compétences dont la maîtrise est essentielle pour exercer le métier d'enseignant. La capacité à donner du sens aux concepts, aux lois et aux relations formelles, la structure et la cohérence d'un exposé ou d'expériences avec le titre d'une leçon ou d'un montage, les choix effectués pour aborder ou illustrer un concept, la contextualisation avec l'étude de situations réelles et leur modélisation, l'analyse critique des modèles et la confrontation de leurs résultats avec la réalité, les capacités d'analyse des différents points abordés pour identifier les concepts les plus délicats et les capacités de synthèse pour dégager les notions essentielles dans un exposé sont autant d'éléments didactiques appréciés par le jury.

En ce qui concerne la pédagogie, et même si les élèves ne sont pas présents lors des épreuves, les candidats doivent par leur dynamisme, voire leur enthousiasme, témoigner de leur plaisir à communiquer avec clarté, rigueur et utiliser à bon escient des outils de communication.

Enfin, et surtout, la chimie et la physique sont des sciences expérimentales ; l'épreuve de montage, ainsi que la leçon de physique et dans une moindre mesure la leçon de chimie, doivent permettre aux candidats de montrer leurs habilités expérimentales, leur maîtrise de la mesure et de l'exploitation des valeurs expérimentales, mais aussi leur esprit critique devant les résultats.

Le site <http://agregation-chimie.fr/> fournit toutes les indications réglementaires relatives au concours. On ne peut qu'inciter les futurs candidats à s'y connecter et à lire, en complément de ce rapport, celui de la session précédente.

La session 2019 offrait 38 postes au concours et le jury a attribué tous les postes. 217 candidats se sont présentés aux trois épreuves d'admissibilité et 83 d'entre eux ont été déclarés admissibles.

Les épreuves d'admission ont été organisées en 5 séries, chacune sur 3 jours de passation précédés, la veille du premier jour, d'un temps d'explicitation du déroulement des épreuves d'admission et d'un tirage au sort. Les épreuves orales d'un concours de recrutement d'enseignants étant publiques, des auditeurs ont pu venir assister aux présentations. À l'issue de la publication des résultats d'admission, les candidats ont pu rencontrer, individuellement, les membres du jury. Par ailleurs, tous les candidats qui le souhaitaient ont été reçus au cours de la session, ou le jour de la proclamation des résultats, 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'ESPE et / ou la poursuite de leurs études dans le cadre d'un doctorat.

Lors de cette session, une modification importante des épreuves orales est intervenue puisque lors de la préparation des trois épreuves, les candidats ont eu accès, en plus des ouvrages de la bibliothèque, à toutes les ressources en accès libre sur Internet – c'est-à-dire à des sites web ne nécessitant ni identifiant et ni mot de passe – à l'exclusion des forums de discussion et messageries (voir rapport de la session 2018). Le jury souhaitait ainsi placer les candidats dans la situation la plus proche possible de celle d'un professeur préparant un cours. De très nombreux candidats ont saisi cette opportunité pour créer leur propre site web sur lequel ils ont déposé des plans et des déroulés de leçons et de montages très complets – jusque dans le détail des phrases « à dire » - qu'ils se sont contentés de reproduire à l'identique lors de leur présentation, sans aucune originalité supplémentaire par rapport aux sessions précédentes pour lesquelles l'accès libre au web n'était pas autorisé.

Le jury regrette que la seule conséquence de l'ouverture à internet ait été la mise en ligne de préparations effectuées en amont sans approfondissement particulier et parfois sans une maîtrise plus assurée des sujets. En effet, certains candidats, capables d'exposer un déroulé parfois conçu par d'autres, ont témoigné d'une absence complète de maîtrise du sujet abordé dès les premières questions de l'entretien. Le jury comprend qu'un site personnel puisse libérer la mémoire de détails qui, appris par cœur, n'ont pas grand intérêt mais il regrette que le temps de préparation au concours n'ait pas accentué la maîtrise en profondeur des concepts, des lois et des modèles pour les leçons d'une part et des compétences et techniques expérimentales pour le montage d'autre part. Ainsi, la plus-value attendue n'étant pas présente lors de cette session, une évolution est mise en place pour la session 2020.

Le programme de la session 2020 se trouve sur le site SIAC2 du ministère. Des modifications vont à nouveau intervenir dès la prochaine session au niveau des épreuves d'admission. Afin que l'ouverture à internet joue pleinement son rôle, les thèmes des leçons et des montages susceptibles d'être choisis par le jury, publiés en fin de ce rapport, serviront de cadre pour les sujets qui ne seront plus connus à l'avance. Il ne s'agit pas de rendre plus difficile le concours mais d'inciter, dans sa préparation, à parfaire la maîtrise des concepts fondamentaux de la chimie et de la physique sans se limiter à la construction d'une leçon, d'un plan type ou de fiches d'expériences qu'il suffira d'aller chercher sur son propre site le jour de l'épreuve.

- **Leçons de chimie.** Il n'y aura plus de liste de sujets de leçons de chimie connue au préalable. Ces sujets seront découverts par les candidats au moment de l'épreuve ; ils seront inscrits dans une liste de grandes thématiques de la chimie publiée à la fin de ce rapport.
- **Leçons de physique.** Les thèmes susceptibles d'être choisis par le jury sont publiés à la fin de ce rapport. En plus du thème, le candidat découvrira un « élément imposé » qui pourra prendre des formes diverses : expérience, utilisation du numérique, contexte, réinvestissement de lois ou de modèles, ... Cet élément imposé devra obligatoirement être traité par le candidat qui devra alors construire en conséquence le plan et le déroulé de la leçon.
- **Montages de chimie.** Il n'y aura plus de liste de sujets de montages connue au préalable. Ces sujets seront découverts par les candidats au moment de l'épreuve et il n'y aura plus de choix parmi deux sujets ; ils seront inscrits dans les champs d'activités expérimentales du chimiste tels qu'ils sont couramment enseignés et pratiqués au niveau de la licence de Chimie et fournis à la fin de ce rapport. Chaque sujet comportera deux éléments : l'un deux centré sur une activité expérimentale de la chimie donnant lieu à la réalisation d'illustrations au libre choix du candidat et faisant l'objet d'une préparation assistée par l'équipe technique et l'autre s'appuyant sur un protocole expérimental (indifféremment en français ou en anglais) extrait d'un livre ou d'un article donnant lieu à une mise en œuvre intégralement réalisée par le candidat au cours de la préparation.

Les candidats auront donc à construire pendant les quatre heures de préparation, pour les trois épreuves, des exposés originaux et des illustrations et activités expérimentales sur des sujets non connus à l'avance.

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 dès la première tentative ou lors d'une session ultérieure. 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.

Le directoire tient à remercier vivement l'équipe de direction du lycée d'Arsonval de Saint Maur, la gestionnaire de l'établissement et l'ensemble des membres du jury et des personnels techniques qui ont participé à cette session, pour l'attention portée au bon déroulement du concours qui ont permis que cette session 2019 ait lieu dans les meilleures conditions possibles.

## TEXTES DE RÉFÉRENCE POUR LA PRÉPARATION DU CONCOURS

Les textes officiels régissant les concours du second degré sont consultables sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.

<http://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98731/les-epreuves-de-l-agregation-externe-section-physique-chimie.html>

Les programmes et les modalités de la session 2018 de l'agrégation externe de physique-chimie option chimie sont consultables sur ce même site.

[http://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agregation\\_externe/07/3/p2018\\_agreg\\_ext\\_physchim\\_chimie\\_741073.pdf](http://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agregation_externe/07/3/p2018_agreg_ext_physchim_chimie_741073.pdf)

Les épreuves et modalités des concours de l'agrégation ont été déterminées selon l'arrêté du 28 décembre 2009 modifié par l'arrêté du 25 juillet 2014.

Le jury interroge sur d'autres compétences que celle relevant de la seule discipline physique-chimie et en particulier sur la première des compétences du référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation fixé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2013 paru au J.O. du 18 juillet 2013 et au B.O. n°30 du 25 juillet 2013

L'arrêté du 25 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 28 décembre 2009 fixant les sections et les modalités d'organisation des concours de l'agrégation précise que : « *Lors des épreuves d'admission du concours externe, outre les interrogations relatives aux sujets et à la discipline, le jury pose les questions qu'il juge utiles lui permettant d'apprécier la capacité du candidat, en qualité de futur agent du service public d'éducation, à prendre en compte dans le cadre de son enseignement la construction des apprentissages des élèves et leurs besoins, à se représenter la diversité des conditions d'exercice du métier, à en connaître de façon réfléchie le contexte, les différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs qui le portent, dont celles de la République. Le jury peut, à cet effet, prendre appui sur le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation* ». Enfin, eu égard aux enjeux de l'école comme ciment de la Nation doit en porter les valeurs pour former les futurs citoyens ; depuis 2015, à la demande du Ministre, « *les thématiques de la laïcité et de la citoyenneté y trouvent toute leur place* ». Ainsi, à la suite de l'entretien portant sur la leçon de physique une question relative aux valeurs qui portent le métier d'enseignant, dont celles de la République, est posée aux candidats.



## STATISTIQUES DE LA SESSION 2019

### Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	38
Nombre de candidats inscrits :	661
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	259
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	249
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	241
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	83
Nombre de candidats admis sur liste principale :	38
Nombre de candidats admis sur liste complémentaire :	Pas de liste complémentaire

### Moyennes aux épreuves d'admissibilité

Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	9,8
Epreuve A : composition de chimie	8,3
Epreuve B : composition de physique	9,7
Epreuve C : problème de chimie	8,3

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	19,7
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	8,0

### Moyennes aux épreuves d'admission

	Admissibles	Admis
Première épreuve : leçon de chimie	8,3	11,3
Deuxième épreuve : leçon de physique	10,1	12,9
Troisième épreuve : montage de chimie	8,5	11,1

Moyenne sur 20 du premier candidat admis :	19,3
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :	9,5
Moyenne sur 20 des candidats admis :	12,1

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

	admissibles	admis
Etudiant ayant préparé dans une 'ENS	31	23
Etudiant hors ESPE	15	6
Etudiant en ESPE	1	0
Enseignant du supérieur		
Professeur certifié	22	3
Professeur certifié stagiaire	7	3
Enseignant de la fonction publique	2	0
Personnel fonction publique		
Fonctionnaire stagiaire de la fonction publique		
Contractuel de l'éducation nationale	1	0
Formateur secteur privé	1	0
Sans emploi	4	3

### Répartition par genre

	Admissibles	Admis
Femmes	27	19
Hommes	46	19

# ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves d'admissibilité ont eu lieu les 11, 12 et 13 mars 2019

## 1. LES ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

### 1.1. LES ÉPREUVES DE CHIMIE

#### A. Ce que problème et composition ont en commun

Par leur durée, composition et 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 simples 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.

Il est donc évalué dans ces deux épreuves une grande variété de capacités associées à la pratique de démarches scientifiques, à travers la diversité des situations proposées aux candidats et à partir de documents très divers (textes, graphes, schémas, représentations symboliques, photographies, etc).

Il n'y a plus de scission entre chimie générale et inorganique d'une part et chimie organique d'autre part ; la composition et le problème pourront chacun proposer des problématiques s'appuyant simultanément sur plusieurs domaines de la chimie.

#### B. Les spécificités de la composition

De façon spécifique, cette épreuve s'attache en priorité à évaluer chez les candidat(e)s leur niveau de maîtrise des connaissances et des savoir-faire développés jusqu'au niveau L3. Il s'agit, dans cette épreuve, de s'assurer que les candidats maîtrisent les fondamentaux de la discipline et en particulier qu'ils ont pris suffisamment de recul par rapport aux enseignements qu'ils ont reçus pour se les approprier et les restituer clairement et avec rigueur, dans un contexte pas forcément très original.

La composition contient une proportion de questions simples 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 d'y 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.

#### C. 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.

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.

## 1.2. 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 (confer 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 de la filière S et en CPGE<sup>1</sup> ;
- une restitution de ce que le candidat a compris du dispositif, des modèles utilisés, etc, sur le mode d'une **synthèse** pouvant être proposée au baccalauréat scientifique pour tester l'appropriation scientifique.

## 2. LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE

### 2.1. RAPPORT SUR L'EPREUVE A « COMPOSITION DE CHIMIE »

#### Généralités

Ce rapport a pour objectif d'aider les futurs candidats à préparer l'épreuve écrite de composition de chimie. Les remarques faites dans ce rapport reprennent en grande partie celles des rapports précédents, mais il semble utile au jury de rappeler quelques points importants. Le jury invite à ce propos les candidats, futurs professeurs, à la lecture attentive de ces rapports rédigés à leur intention pour les aider au mieux dans l'organisation de leur travail de préparation à un concours exigeant, et attirer leur vigilance sur des fondamentaux incontournables. Comme lors des sessions précédentes et indépendamment des questions posées, le jury rappelle que le concours de l'agrégation externe classique recrute des professeurs qui seront amenés à enseigner en collège, en lycée ou dans l'enseignement supérieur. Les qualités liées à la transmission des connaissances et les capacités des candidats à s'approprier et à analyser une situation, ainsi qu'à proposer une réponse argumentée sont directement évaluées lors de l'évaluation des réponses données. Le jury attend donc des réponses aux questions qu'elles mettent en évidence une argumentation claire, pertinente, précise et concise. Les réponses doivent être correctement rédigées (un mot ou un vague schéma ne suffisent pas) et accompagnées d'une écriture, d'une orthographe, d'une syntaxe et de schémas soignés (structures, mécanismes réactionnels, montages, etc), ces derniers devant être correctement légendés et suffisamment précis pour être compréhensibles.

Il est également indispensable que les candidats fassent preuve de justesse dans le vocabulaire utilisé et de précision dans les définitions et exemples donnés. Par ailleurs, le jury recommande aux

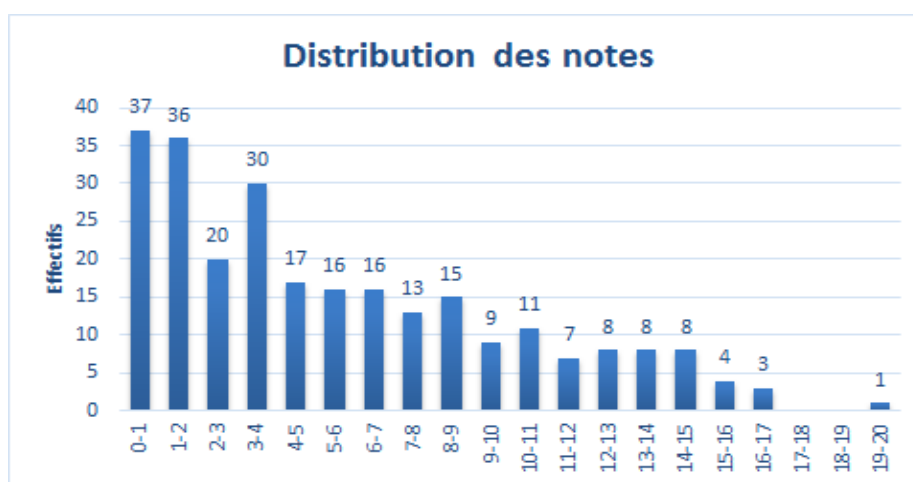
---

<sup>1</sup> [http://eduscol.education.fr/fileadmin/user\\_upload/Physique-chimie/PDF/resolution\\_problemes\\_Griesp.pdf](http://eduscol.education.fr/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/resolution_problemes_Griesp.pdf) et [http://eduscol.education.fr/fileadmin/user\\_upload/Physique-chimie/PDF/resolution\\_probleme\\_cpge\\_aout2015.pdf](http://eduscol.education.fr/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/resolution_probleme_cpge_aout2015.pdf)

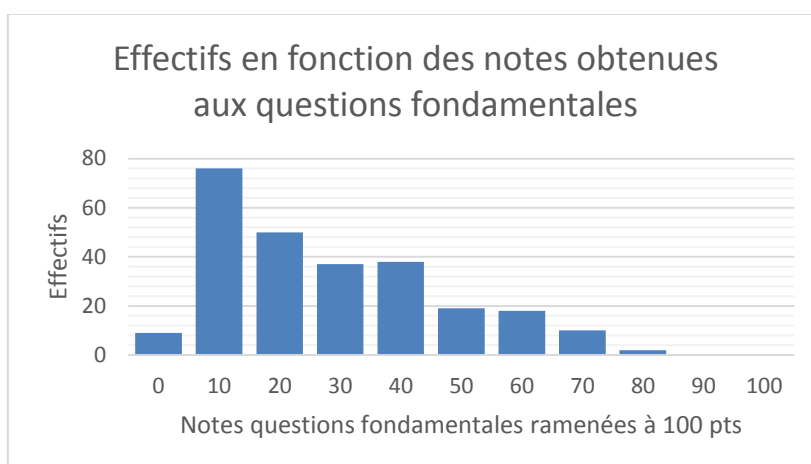
futurs candidats de lire attentivement les questions posées pour qu'ils y apportent une réponse cohérente et non opposée au sens de la question, faute d'une lecture fine de la question et d'un temps de réflexion et d'appropriation avant de proposer une réponse. Le sujet demandait à plusieurs reprises de commenter, discuter ou interpréter des faits ou des résultats expérimentaux : le jury invite les candidats à ne pas éluder ces questions qui participent aux raisonnements scientifiques, révèlent à quel point une problématique est comprise et constituent une étape pédagogique fondamentale que les futurs professeurs doivent maîtriser.

### Analyse quantitative des résultats

Le niveau moyen brut des copies est plus faible que lors de la session précédente. Peu de candidats ont abordé l'ensemble des parties du sujet et, comme en témoigne la distribution ci-dessous, seuls 50 candidats sur 259, soit 19%, obtiennent une note supérieure ou égale à 10/20 et 6% une note supérieure ou égale à 14/20.



Des questions fondamentales, de niveau licence, étaient présentes dans la composition de chimie ; il s'agissait des questions n° 3, 4, 6, 8, 10, 13, 17, 18, 19, 26, 32, 33, 37, 40, 41, 42, 46, 49, 51, 59, 62, 64, 65 et 66. Leur part dans le barème représentait 33% des points. Le graphique ci-dessous représente les effectifs des candidats en fonction des notes obtenues aux questions fondamentales (leur total de points étant ramené à 100) ; ce graphique montre que seuls 49 candidats sur 259, soit 19%, ont obtenu 50 points, donc ont répondu de manière satisfaisante à plus de 50 % des questions fondamentales.



Le jury tient tout de même à féliciter les candidats dont les copies ont témoigné de très bonnes connaissances dans les différents domaines de la chimie et d'un raisonnement rigoureux, alliant clarté de rédaction, ainsi que qualité de présentation et de réponses aux questions. Il a grandement apprécié le soin et la précision apportés à la réalisation des schémas et à l'écriture des mécanismes réactionnels, points très souvent soulignés dans les précédents rapports. Il est important que ces améliorations perdurent dans les années futures.

### **Description du sujet et analyse qualitative des résultats**

Le sujet de l'épreuve avait cette année pour thème l'étude, sous un angle chimique, de *quelques stratégies thérapeutiques dans le traitement des cancers*. La première partie abordait l'étude de la structure de certaines cibles biologiques présentes dans les cellules – ADN et protéines. La seconde partie, découpée en deux sous-parties, se proposait d'étudier quelques agents alkylants et antimétabolites. Cette seconde partie abordait plus précisément la synthèse et le mode d'action de molécules sur l'ADN. L'ensemble de ces différentes parties et sous-parties comportait de nombreuses questions indépendantes. Le sujet était construit avec une volonté de progressivité, en alternant des questions fondamentales dans les différents domaines de la chimie de niveau premier cycle (environ 35 % du barème total), des questions de niveau plus élevé et spécifiques au thème abordé, et enfin des questions ouvertes.

Des connaissances issues de divers domaines de la chimie ont été abordées, à savoir la chimie générale, la chimie inorganique et la chimie organique (synthèse et stéréochimie), l'analyse rétrosynthétique, la cinétique, la thermodynamique, la chimie organométallique, la théorie des orbitales frontalières, les mécanismes réactionnels, l'utilisation et enfin la compréhension et la maîtrise de techniques de synthèse (préparation d'un organomagnésien puis étude de sa réactivité), de purification (séparation d'espèces chimiques, extraction liquide/liquide) et d'analyse (IR, RMN, polarimétrie, spectrométrie de masse...). La connaissance d'aspects fondamentaux en biochimie, notamment l'étude des constituants de l'ADN et des protéines, a aussi été évaluée. L'ensemble de l'épreuve exigeait la mobilisation de diverses capacités et compétences essentielles évaluées au fil des différentes questions posées :

- restituer des connaissances de niveau licence, considérées comme fondamentales pour un futur professeur ;
- identifier les questions ouvertes et y répondre par un raisonnement structuré, détaillé en exposant des concepts de façon claire, concise et précise ;
- réaliser des schémas clairs, adéquats et soignés ;
- s'approprier et discuter des situations théoriques ou expérimentales, classiques ou inédites ;
- analyser des résultats expérimentaux pour répondre aux questions posées ;
- construire avec rigueur un raisonnement répondant à une problématique donnée ;
- extraire et exploiter des informations issues de documents variés : textes, tableaux de données, graphiques.

La partie 1 s'est avérée globalement incorrectement traitée alors qu'elle mobilisait essentiellement des connaissances fondamentales. Les candidats ont eu quelques difficultés sur la nomenclature, l'analyse stéréochimique et la représentation de Fischer, les critères d'aromaticité et leurs applications, la représentation de Lewis et la géométrie des molécules, la réalisation d'un tableau d'avancement et l'évolution de l'absorbance au cours de la réaction, les bases de la thermodynamique chimique, l'influence de la structure sur les pKa. Certains candidats ne paraissent pas posséder les éléments de culture de base nécessaire dans le domaine de la chimie du vivant et éprouvent ainsi des difficultés pour décrire la structure des protéines et de la membrane d'une cellule, ou encore l'interaction entre une molécule et sa cible...

Enfin, même si le principe de l'électrophorèse est globalement connu des candidats, trop peu d'entre eux sont capables de décrire de manière précise les conditions expérimentales pour séparer un ensemble d'acides aminés.

La partie 2 se proposait d'étudier quelques cibles thérapeutiques dans la cellule avec une sous-partie sur les agents alkylants et une sous-partie sur les antimétabolites. Les questions se rapportant à la réactivité relative des agents alkylants ont connu peu de réponses adéquates. La partie concernant l'étude du *cis*-platine a été souvent traitée de façon approximative et l'effet *trans* est apparu souvent inconnu des candidats. L'étude de la synthèse du péloruside a globalement été mieux traitée même si un certain nombre de questions a donné lieu à des réponses trop approximatives. Ce fut le cas de la description de certaines techniques d'analyse comme la polarimétrie, la spectrométrie de masse, et de la préparation d'un organomagnésien et des précautions opératoires à prendre en ce qui concerne la partie synthèse. L'analyse rétrosynthétique d'une molécule se révèle également peu maîtrisée par certains candidats.

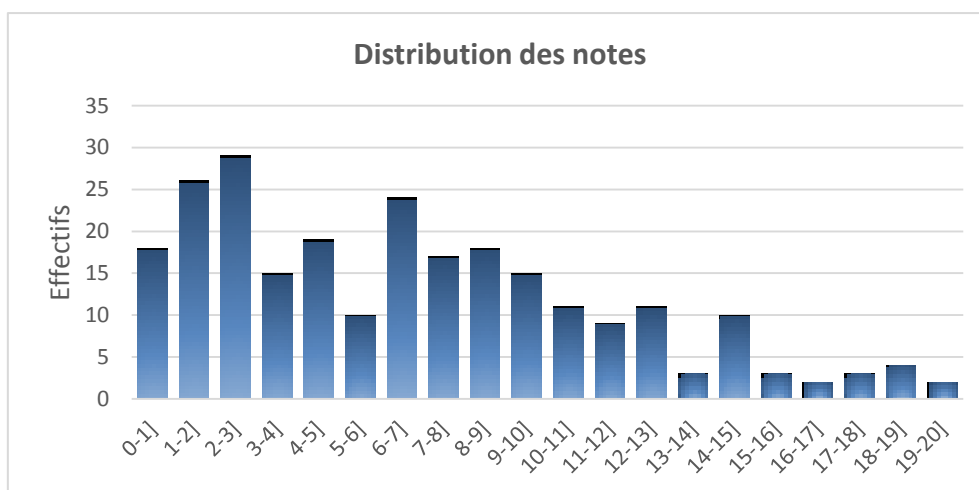
### Conclusion

Pour conclure, l'agrégation externe constitue dans son ensemble un concours exigeant pour lequel le jury attend des candidats des connaissances scientifiques solides, une honnêteté intellectuelle, et du bon sens. Chaque question doit faire l'objet d'une réponse rédigée correctement, justifiée rigoureusement, utilisant un vocabulaire adapté et une présentation appropriée. L'écriture des structures chimiques et des mécanismes doit se faire dans un respect particulier des règles de représentation (formalisme de Lewis, flèches réactionnelles pour le déplacement d'un électron ou d'un doublet d'électrons, étapes renversables ou non, stéréochimie, états de transition), sans omettre d'étapes. Le jury rappelle que, parmi les compétences évaluées, celles liées à la maîtrise des notions et des modèles au moyen de présentations claires, précises, concises et utilisant un langage scientifique rigoureux est cruciale. Le jury ne saurait davantage conseiller aux candidats de s'attacher à dominer les fondamentaux étudiés en cycle licence à l'université ou en classes préparatoires aux grandes écoles. Il insiste également sur le caractère essentiel de la lecture attentive et raisonnée des documents et des questions, permettant la construction de réponses précises et attestant de la solidité de la réflexion engagée par le candidat.

## 2.2. RAPPORT SUR L'ÉPREUVE B « COMPOSITION DE PHYSIQUE »

Le sujet de composition de physique de la session 2019 contextualise au sein d'un système chimique, *la cellule électrochimique*, des champs de la physique fondamentale. Le fait de prendre un système chimique visait, entre autres, à réduire le temps d'appropriation du système étudié par les candidats, a priori plus chimistes que physiciens.

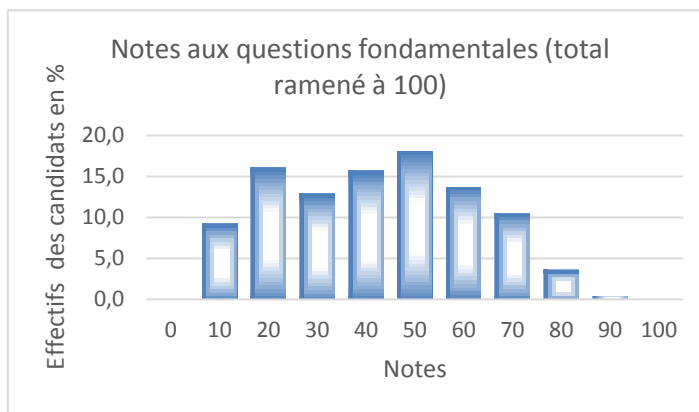
Le niveau moyen brut des copies est effectivement meilleur que lors de la session précédente. Certains candidats ont abordé l'ensemble des parties du sujet et obtenu d'excellentes notes, comme en témoigne la distribution ci-dessous, puisque 10% des candidats ont une note supérieure à 14/20 et 23% une note supérieure à 10/20.



On note nombre de copies de grande qualité rédactionnelle, révélant par contraste celles pour lesquelles les candidats n'ont pas jugé bon ou nécessaire de fournir un effort particulier sur la communication de contenus scientifiques.

Comme c'est le cas désormais dans chaque épreuve de composition de physique de ce concours, une part importante des points est attribuée à des questions relevant des fondamentaux de la discipline. Lors de cette session cette part s'élève à 29 % du total des points.

Le graphique ci-contre représente le pourcentage de candidats par note obtenue aux questions fondamentales



(leur total de points étant ramené à 100). Seuls 28% des candidats ont obtenu, à ces questions, un nombre de points supérieur à la moyenne.

**Questions fondamentales dans le sujet :** questions 2 à 9 incluses, 13, 13, 19, 20, 32, 33, 44, 46, 47.

Ces questions faisant appel aux connaissances de base en physique, les candidats peuvent donc à partir de leur base

de connaissances obtenir ainsi un nombre significatif de points. Le jury du concours, de son côté, souhaite s'assurer que les fondamentaux en physique sont globalement acquis, les professeurs recrutés étant susceptibles de les enseigner effectivement une fois affectés en établissement.

### **Analyse synthétique des différentes parties du sujet**

La composition s'appuie sur un article scientifique relatif aux cellules électrochimiques qui contextualise l'étude.

### **Résolution de problème : l'autonomie d'un téléphone portable**

Une résolution de problème, ne nécessitant aucun calcul complexe et ne faisant appel qu'à des connaissances du secondaire, ouvre la composition. Elle a été abordée par 57 % des candidats et 20 % ont obtenu une note supérieure à la moitié du total des points consacrés à cette question.

Comme il est indiqué plus haut, cette résolution de problème ne fait appel qu'à des connaissances du second degré – relation entre puissance et énergie, charge totale stockée dans une batterie, exploitation de documents. La qualité rédactionnelle de ce type d'exercice représente une composante fondamentale de son évaluation car elle explicite le déroulement de la pensée de l'auteur, la stratégie de résolution adoptée, les concepts mis en œuvre et les calculs développés.

### **Propriété de la cellule électrochimique**

Cette partie est l'occasion de préciser les définitions de quelques grandeurs physiques et d'analyser les caractéristiques d'une pile électrochimique. Si elle fut globalement bien traitée, le manque de rigueur de certains candidats leur fait confondre les conventions de circulation de l'intensité du courant (générateur et récepteur) et les caractéristiques courant-tension d'un dipôle. Par ailleurs, certaines copies révèlent peu d'aisance aussi bien dans les expressions mésoscopiques des lois et dans les allers-retours macroscopique / microscopique pour interpréter un phénomène.



### **Étude théorique des transferts de matière**

En référence au document support, on modélise dans cette partie les transports de matière par convection, migration et diffusion. Les différentes sous-parties sont indépendantes les unes des autres et leur traitement est relativement classique car faisant appel à des méthodes largement enseignées dans les 2 premières années de l'enseignement supérieur. Nous nous contenterons ici de souligner quelques points de vigilance.

- La convection est liée à un mouvement d'ensemble (ou mouvement macroscopique) de particules et n'est pas équivalente à la diffusion.
- Un régime stationnaire ne se confond pas avec un régime permanent sinusoïdal ; dans le premier la vitesse des particules ne varie pas au cours du temps.
- Les questions 15 à 18 abordent le transfert de matière par diffusion. Celui-ci, à la question 16, n'est pas stationnaire et ne le devient – voir énoncé – qu'à la question 17.
- La justification de l'usage des nombres complexes pour résoudre une équation est souvent inconnue (linéarité).

### **Étude théorique du transfert de charge**

Dans cette partie, les candidats sont invités à faire appel à leur savoir-faire et à leurs connaissances en mécanique quantique pour modéliser un transfert de charge. Comme la mécanique quantique n'était jusqu'à présent que peu abordée dans la composition de physique de ce concours, le questionnement a été choisi très progressif : il aidait le candidat, pas à pas, depuis les relations de De Broglie jusqu'à l'effet tunnel.

On notera l'excellence de copies qui ont traité avec rigueur la totalité de cette partie mais aussi les confusions qui persistent sur la signification de la fonction d'onde.

### **Étude expérimentale par spectroscopie électrochimique**

Débutant par un protocole expérimental à proposer - parfois peu explicité par les candidats alors qu'il est classiquement mis en œuvre en chimie – la modélisation fait ensuite appel à la représentation complexe avec laquelle nombre de candidats sont peu à l'aise.

Cette partie comprenait pour la première fois dans ce concours, un programme python à commenter. Les candidats qui ont abordé ces questions (un peu moins de 40 %) ont eu en moyenne des notes plutôt satisfaisantes. Alors que l'usage du langage python entre dans les programmes de physique-chimie du secondaire, on est désormais en droit d'attendre des professeurs agrégés un niveau de maîtrise satisfaisant dans ce domaine.

### **Étude expérimentale par spectroscopie vibrationnelle**

Si cette dernière partie a été abordée par près de la moitié des candidats, rares sont ceux qui en ont traité une partie conséquente. Là encore, ce rapport se contente de citer quelques points de vigilance.

- La démonstration du caractère galiléen d'un référentiel doit être précise et ne pas se contenter de faire appel à la translation rectiligne par rapport à un autre référentiel galiléen.
- Le formalisme de base des ondes est souvent mal maîtrisé.

En conclusion, le jury constate une amélioration du niveau des candidats et une attention au soin plus importante. Les points de vigilance concernent principalement la rigueur dans le lexique, les démonstrations ou l'usage des objets mathématiques ainsi que la rédaction des protocoles qui demeure parfois trop sommaire.

## 2.3. RAPPORT SUR L'ÉPREUVE C « PROBLEME DE CHIMIE »

En préambule, les membres du jury conseillent aux candidats désireux de se préparer efficacement au concours de consulter les différents rapports des années précédentes, ils sont une source d'informations précieuses pour réussir les épreuves écrites et orales.

Le sujet du problème portait sur *les apports de la chimie pour l'imagerie médicale*. Le sujet comportait 3 parties d'inégales longueurs. La première partie traitait de *la tomomodensitométrie* en commençant par une description de la production des rayons X et en finissant par la description de plusieurs agents commerciaux. La seconde partie traitait de *la tomographie par émission de positons* (TEP). Cette partie commençait par la description de plusieurs scintillateurs existant en comparant leurs performances, elle continuait par la description d'agents d'imagerie à base de  $^{18}\text{F}$  et de  $^{68}\text{Ga}$ . La dernière partie, plus courte que les précédentes, concernait *l'imagerie optique par fluorescence* avec une description succincte du principe de la technique suivie de quelques exemples de fluorophores sensibles à leur environnement.

Même si le problème s'attache moins à évaluer le niveau de maîtrise des candidats sur les fondamentaux de la discipline, il est tout de même à noter que cette année plus de 40% des questions étaient relatives à ces fondamentaux. Le traitement de ces questions fondamentales demande au candidat de mettre en œuvre une démarche scientifique rigoureuse. Il doit être en mesure de discuter de l'intérêt et de la pertinence d'un modèle, et d'en questionner ses limites. Il doit aussi maîtriser les fondements théoriques des activités expérimentales classiques de la chimie, leurs protocoles ou leurs mises en œuvre.

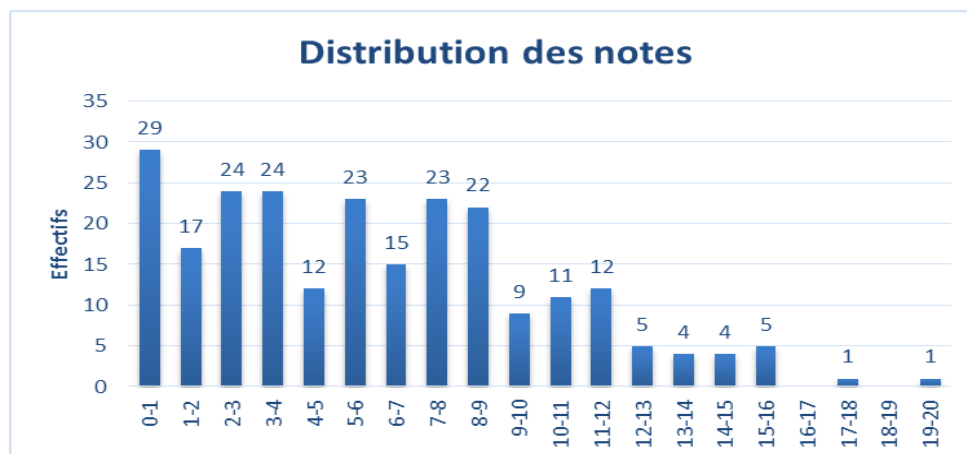
Questions sur les concepts fondamentaux de chimie

Partie 1 : 4, 5, 13, 15, 16, 18, 20, 23, 24, 25, 26

Partie 2 : 35, 36, 38, 39, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 54, 57, 58, 59, 66, 67, 70, 71, 72

Partie 3 : 73, 74, 75, 83, 84 87, 88

### Statistiques sur la répartition des notes



De manière générale, le jury souhaite rappeler que l'affirmation d'une réponse, même correcte, ne constitue pas une explication et ne permet pas d'obtenir la totalité des points. Il est attendu qu'un candidat à un concours de recrutement de professeurs utilise des arguments adaptés au problème posé pour fournir des explications précises, concises et pertinentes dans le cadre d'un raisonnement scientifique.

De même un schéma proposé sans explication associée est rarement suffisant pour justifier une réponse, même s'il peut l'illustrer de façon efficace.

Il est par ailleurs recommandé aux candidats de prendre le temps de bien lire les questions dans leur intégralité pour pouvoir fournir l'ensemble des réponses requises.

Encore une fois, il reste utile de souligner l'importance du soin apporté à la rédaction et l'orthographe, lequel est valorisé dans la notation (soin de l'écriture, qualité et clarté de la rédaction, respect de l'orthographe et de la grammaire).

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

### **Partie 1 : La tomодensitométrie (TDM)**

Question 1 : il s'agissait d'une question de culture scientifique sur la nature et l'énergie des rayonnements utilisés pour différentes techniques d'imagerie médicale. L'axe proposé a souvent été donné en longueurs d'onde au lieu de l'énergie. Il convient de répondre précisément à la question posée.

Question 3 : la connaissance précise des nombres quantiques était imparfaite et celle du couplage spin-orbite quasiment inexistante alors qu'un rappel était donné dans les annexes.

Question 4 : le diagramme en énergie devait prendre en compte le couplage spin-orbite décrit à la question 3.

Question 6 : les raies discrètes sont uniquement présentes pour la tension accélératrice de 30 kV ( $K_{\alpha}$  et  $K_{\beta}$ ). Le Brehmsstrahlung est par contre présent pour les 3 tensions accélératrices.

Question 7 : la résolution de cette question demandait un calcul clair à confronter à la valeur lue sur le spectre.

Question 8 : la réponse à cette question pouvait être donnée de manière relativement rapide suite à la lecture du tableau de données fourni en annexe.

Question 9 : la réponse à cette question demandait une discussion en plus du schéma sur la valeur de la longueur d'onde limite et sur la présence ou non de raies discrètes.

Question 10 : cette question bien que peu traitée l'a été relativement bien lorsqu'elle l'a été. Les règles de sélection étaient rappelées en annexe.

Question 12 : la résolution de cette question demandait une lecture du tableau fourni dans les annexes.

Question 13 : de nombreux candidats ont donné le pourcentage de rayonnement transmis et non pas absorbé comme il était demandé.

Question 14 : cette question demandait un traitement rigoureux s'appuyant sur les questions précédentes. De nombreuses réponses trop vagues n'ont pas pu être valorisées.

Question 16 : la définition d'une nanoparticule est souvent trop vague et souvent inexacte. Un encadrement était attendu. En revanche la majorité des candidats connaissent une application concrète des nanoparticules.

Question 18 : la connaissance de la présence de certains éléments dans les os permettait de répondre à cette question.

Question 22 : la définition de l'atropoisomérisation était peu connue des candidats.

Question 23 : la réponse à cette question demandait une justification, par exemple par la configuration électronique.

Question 24 : la justification de cette question demandait de passer par la méthode VSEPR.

Question 25 : la comparaison des longueurs de liaison demandait l'écriture des formules de Lewis des molécules ainsi que la description par la mésomérisation.

Question 26 : le calcul de solubilité a été globalement bien abordé, le calcul de la densité a parfois souffert d'un manque de cohérence concernant la population du motif  $\text{BaSO}_4$ .

## **Partie 2 : La tomographie par émission de positons (TEP)**

Question 30 : une réponse quantitative et qualitative était attendue de la part du candidat.

Question 31 : l'échelle logarithmique des ordonnées n'a pas été vue/comprise par l'immense majorité des candidats. Les calculs des deux questions suivantes ont donc souvent été erronés.

Question 35 : le traitement de cette question demandait un soin particulier au dessin de la maille, de l'origine et des axes.

Question 36 : un calcul à partir de la densité fournie était attendu.

Question 37 : le lien entre temps de demi-vie et nombre de désintégrations par seconde n'a pas toujours été bien effectué.

Question 39 : ce calcul relativement simple a posé de nombreux problèmes aux candidats.

Question 41 : l'analogie au glucose a été bien vue par de nombreux candidats.

Question 46 : procéder à plusieurs distillations azéotropiques ne peut avoir d'intérêt que si l'on mentionne qu'il faut nécessairement ajouter de l'acétonitrile au milieu avant chaque réitération.

Question 47 : il était attendu des candidats qu'ils sachent que le cryptand proposé permettait de complexer un cation qui ne pouvait être que le potassium. La réactivité des ions fluorure qui s'en trouvait accrue a rarement été bien expliquée.

Question 48 : dans l'objectif d'obtenir sélectivement le  $^{18}\text{F}$ FDG, seule une substitution nucléophile bimoléculaire pouvait expliquer la formation du composé **E** dans lequel la position du  $^{18}\text{F}$  était correcte.

Question 49 : l'intérêt du groupement triflate a été bien décrit par de nombreux candidats.

Question 55 : Le lien entre l'énergie du positon émis et son libre parcours moyen a rarement été effectué ; par conséquent, le gallium 68 a souvent été décrit, à tort, comme donnant une meilleure résolution.

Question 56 : la discussion entre liaison covalente et chélation a souvent été mal effectuée.

Question 61 : la méconnaissance de la relation entre l'activité et le nombre de nucléide a souvent conduit à un résultat faux. Il est rappelé aux candidats que l'honnêteté intellectuelle et scientifique est

attendue et qu'il ne convient pas de s'arranger, contre toute logique, avec les calculs pour arriver au résultat donné dans l'énoncé.

Question 62 : à l'issue du calcul de  $t_{\max}$ , une réponse claire quant à la possibilité de faire plusieurs éluions par jour était attendue.

Question 65 : une réflexion personnelle était attendue, et non une simple paraphrase du texte.

Question 66 : la réponse à cette question devait nécessairement se baser sur la lecture du diagramme potentiel-pH donné.

Question 67 : si la détermination des constantes d'équilibre a souvent été bien conduite, l'interprétation du calcul de la concentration maximale de  $^{68}\text{Ga}^{3+}$  que l'on peut obtenir dans les conditions précisées a rarement été correcte. Beaucoup de candidats concluent à un résultat de calcul faux alors que l'application numérique est bien correcte.

Question 68 : une réponse précise était demandée pour chacune des impuretés.

Question 69 : de nombreux candidats ont confondu complexe et précipité dans cette question.

Question 70 : la représentation des complexes a conduit à de nombreuses inexactitudes au niveau de la coordination du galium.

Question 71 : dans de trop nombreux cas, la valeur du pKa a été donnée sans justification.

### **Partie 3 : L'imagerie optique par fluorescence**

Question 73 : la définition de la fenêtre de transparence devait être justifiée au moyen de la figure.

Question 75 : la détermination du spectre d'absorption et de fluorescence devait être justifiée précisément.

Question 80 : Si la justification du pKa était effectuée à partir de la structure moléculaire de l'HPTS, on attend des candidats de connaître les gammes de pKa pour les groupes fonctionnels les plus courants afin d'interpréter la différence constatée.

Question 84 : La construction du diagramme d'orbitales moléculaires de  $\text{O}_2$  a seulement parfois été bien réalisée et même dans ce cas les 3 états électroniques n'ont que rarement été bien représentés.

Au-delà de ces remarques, le jury tient à souligner la grande qualité de certaines copies qui répondent aux exigences de rigueur, clarté et qualités scientifiques associées à la maîtrise des connaissances requises pour ce concours.



# ÉPREUVES D'ADMISSION

Elles se sont déroulées au Lycée d'ARSONVAL à St MAUR DES FOSSES (94), du 15 juin au 01 juillet 2019.

Les résultats ont été proclamés le 02 juillet 2019.

Le directoire s'est tenu à la disposition des candidats, tout au long de la session orale, pour répondre aux questions relatives à la poursuite de leur parcours et les membres du jury ont reçu les candidats qui le souhaitaient après la publication des résultats afin de commenter leurs épreuves.

## 1. RAPPORT SUR L'ÉPREUVE « LEÇON DE CHIMIE »

Le rapport qui suit concerne l'épreuve « Leçon de chimie » telle qu'elle s'est déroulée durant la session 2019. Bien que les modalités risquent d'être sensiblement modifiées en 2020, ce rapport représente une source de nombreuses informations pour qui souhaite réaliser une leçon convaincante et bien menée.

Les titres de leçon sont structurés au sein de grandes thématiques de chimie étudiées au niveau licence (L): *autour de la classification périodique, liaisons intramoléculaires, phases condensées, principes de la thermodynamique appliqués à la chimie, aspects cinétiques de la réactivité, complémentarité cinétique-thermodynamique, méthodes d'analyse en chimie, méthodes de séparation en chimie, transferts d'électrons, chimie moléculaire, chimie macromoléculaire.*

### A. Objectifs de l'épreuve de leçon de chimie

Les objectifs de la leçon de chimie sont pluriels et visent à évaluer la culture disciplinaire du candidat à travers des capacités scientifiques, pédagogiques et didactiques ainsi que des capacités à communiquer et à argumenter ses choix. Notamment,

Au niveau scientifique, capacités à :

- disposer de l'ensemble des connaissances fondamentales au niveau L ;
- contextualiser son étude à partir de situations réelles et l'illustrer avec des exemples appropriés (expériences, animations numériques, vidéos...);
- 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.

Au niveau didactique et pédagogique, capacités à :

- analyser le titre d'un sujet, identifier son périmètre et effectuer des choix pertinents.
- prendre du recul par rapport aux ressources.
- structurer son exposé.
- réaliser un exposé dont les messages sont cohérents dans le cadre du titre et des choix effectués.
- dégager et transmettre les messages fondamentaux 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.
- effectuer une synthèse pour dégager les notions essentielles.
- disposer de repères sur la formation dispensée en lycée et dans les premières années post-baccalauréat.
- envisager une progressivité au cours d'une séquence d'enseignement.

Au niveau de la communication, capacités à :

- effectuer une présentation claire ;
- utiliser à bon escient des outils de communication ;
- faire preuve de dynamisme, voire d'enthousiasme, témoignant ainsi de l'envie de faire partager une passion pour le monde des sciences et de ses applications ;
- écouter, dialoguer et argumenter.

### B. Modalités de l'épreuve de leçon

Lors de la session 2019, l'épreuve de leçon de chimie s'est déroulée de la façon suivante :

- La préparation, d'une durée totale de quatre heures, débute dès l'ouverture de l'enveloppe contenant le sujet tiré au sort. Le candidat dispose alors d'un vaste ensemble d'ouvrages de tous niveaux, sur lesquels il peut s'appuyer pour préparer sa leçon. L'accès à internet est également possible à l'exception de sites nécessitant une identification (mot de passe et identification).



- Au terme des quatre heures imparties, le jury entre dans la salle et l'épreuve, à proprement parler, peut débuter. Le candidat dispose alors de quarante minutes pour présenter son exposé. S'ensuit un entretien avec les membres du jury qui lui posent des questions durant quarante minutes au maximum.
- Le jury se laisse la possibilité d'intervenir de manière exceptionnelle au cours de l'exposé lorsqu'une erreur, préjudiciable pour la suite de l'exposé, a été commise.

### C. Critères d'évaluation de l'épreuve

Dans cette épreuve, il est attendu une maîtrise scientifique du sujet, une réflexion critique sur les modalités relatives aux connaissances et compétences dispensées, et la capacité à combiner ces deux aspects lors de la présentation orale.

Les critères d'évaluation retenus par le jury sont les suivants :

- **La qualité de la présentation et l'aptitude à communiquer** : aisance orale sans recours trop important à des notes écrites, expression claire, audible et dynamique, capacité à gérer le temps et utilisation conjointe d'outils de communication de diverse nature (tableau, projection de diapositives préparées avec un logiciel de bureautique, vidéos, caméra)
- **La maîtrise disciplinaire** : maîtrise scientifique des sujets, exemples et modèles abordés, rigueur du formalisme, des langages scientifiques ainsi que du vocabulaire, pratique de la démarche scientifique, culture scientifique.
- **La transposition didactique et pédagogique** : adéquation de l'exposé avec le titre du sujet, cohérence de la présentation dans le cadre d'une formation annuelle et pluriannuelle, structuration et cohérence de l'exposé, contextualisation choisie, pertinence des exemples choisis par rapport au contour de la leçon, confrontation entre modèles et réalité, mise en relief des points importants, capacité de synthèse.
- **La qualité du dialogue avec le jury** : écoute, réactivité, capacité à mettre en œuvre un raisonnement logique, capacité à corriger ses erreurs, capacité à réinvestir les concepts abordés dans d'autres champs disciplinaires ou à d'autres niveaux de l'enseignement.

### D. Titres des épreuves de leçon de chimie de la session 2019

Certains titres de leçons, placés au sein d'une thématique donnée, relèvent parfois d'autres thématiques qui peuvent être évoquées lors de l'exposé. Aucune thématique ne fait explicitement référence à des enseignements aux interfaces de la chimie et d'autres disciplines comme la biologie, la physique, l'histoire, la philosophie, etc ; pour autant, ces liens sont importants dans l'enseignement et méritent d'être soulignés lors de l'exposé à travers des concepts, des illustrations, des démarches, des relations science-société (liste non exhaustive) qui soient porteurs de sens.

#### *Autour de la classification périodique*

- Évolution de quelques propriétés atomiques à partir du modèle quantique de l'atome
- Réactivité chimique d'une famille d'éléments
- Utilisation d'hétéroatomes en synthèse organique (oxygène, azote, halogène exclus)

#### *Liaisons intramoléculaires*

- Diagramme d'OM de molécules type AB
- Applications de la méthode de Hückel
- Méthode des fragments et applications
- Interprétation et prévision des résultats expérimentaux à l'aide des orbitales frontalières
- Modèle du champ cristallin et applications

#### *Phases condensées*

- Le modèle du cristal ionique parfait et ses limites
- Solides métalliques

- Modèle des bandes
- La liaison chimique à l'état solide : évolution dans la classification périodique (on se limitera aux corps simples et aux corps composés de deux éléments)
- Forces intermoléculaires et applications
- L'eau solvant
- Transferts de phase

#### *Principes de la thermodynamique appliqués à la chimie*

- Utilisation du premier principe pour la détermination de grandeurs physico-chimiques
- Affinité chimique. Potentiel chimique en phase condensée
- L'osmose ; principe et applications

#### *Aspects cinétiques de la réactivité en chimie*

- Des résultats expérimentaux au mécanisme réactionnel
- Catalyse en synthèse organique
- Catalyse enzymatique
- Catalyse hétérogène

#### *Complémentarité thermodynamique-cinétique*

- Contrôle thermodynamique / contrôle cinétique
- Optimisation d'une synthèse industrielle

#### *Méthodes d'analyse en chimie*

- Détermination de la structure des composés organiques par des méthodes spectroscopiques
- Techniques de caractérisation de matériaux inorganiques
- Titrages

#### *Méthodes de séparation en chimie*

- Distillations
- Chromatographies
- Dédoublage d'un racémique

#### *Transfert d'électrons*

- Conversion d'énergie électrique en énergie chimique
- Conversion d'énergie chimique en énergie électrique
- Corrosion
- Oxydation et réduction en chimie organique
- Oxydo-réduction dans la matière vivante

#### *Chimie moléculaire*

- Construction du squelette carboné en chimie organique
- Aménagement fonctionnel en chimie organique
- Propriétés des complexes de métaux de transition
- L'élément fer dans la matière vivante
- Synthèse totale et analyse rétrosynthétique
- Utilisation de groupes protecteurs en stratégie de synthèse
- Régiosélectivité
- Stéréosélectivité

#### *Chimie macromoléculaire*

- Synthèses de macromolécules
- Caractérisations de macromolécules
- Relations structure-propriétés des macromolécules

### **E. Conseils pour l'épreuve de leçon**

La leçon de chimie, tirée au sort dans la liste fournie, prend la forme d'un exposé pédagogique que le candidat doit présenter oralement devant un jury. À partir du titre du sujet inscrit dans une thématique donnée, le candidat conçoit une présentation, l'amenant à faire des choix et à utiliser de ressources pédagogiques, qui sont ensuite discutés lors de l'entretien avec le jury. Il est essentiel que le candidat

prenne un peu de temps pour lire avec attention le titre de la leçon et mener une réflexion préalable personnelle. Le but est de définir les objectifs, les contenus, les articulations et l'équilibre entre les différentes parties, en fonction du positionnement thématique, du titre et du temps imparti. Ce temps de construction personnelle de l'exposé amène irrémédiablement à restreindre et à cerner l'étude si le sujet est vaste, évite les parties hors sujet et est gage d'une présentation de qualité, fondée sur des choix cohérents et argumentés.

L'exposé débute par une introduction pédagogique comprenant une description argumentée du périmètre de la leçon, et explicitant les choix effectués, le niveau concerné, les prérequis et enfin les objectifs visés en termes d'apprentissage. Il peut être également intéressant de préciser les notions délicates en lien avec les choix didactiques et pédagogiques effectués. Cette introduction, d'une durée de 5 minutes maximum, est destinée à des professionnels de l'enseignement.

L'introduction pédagogique a en général rempli les objectifs fixés même si parfois les prérequis et les difficultés annoncés ne sont pas toujours suffisamment pris en compte au cours de la leçon.

S'ensuit la leçon à proprement parler, d'une durée d'environ 35 minutes. Tout en s'adressant à un public virtuel d'étudiants, le déroulé de la leçon n'est pas celui qu'effectuerait un professeur en situation. En effet, l'absence de dialogue entre professeur et étudiants autorise un rythme plus rapide que celui adopté avec une classe. Le niveau du public auquel s'adresse l'exposé est choisi par le candidat et explicité lors de l'introduction pédagogique, la liste des leçons n'affichant aucune référence à un programme officiel. Il est alors attendu du candidat qu'il présente par lui-même des développements théoriques rigoureux autour de modèles et de concepts attestant de ses compétences scientifiques, de la maîtrise de la discipline et de liens avec des disciplines connexes. Compte tenu de la durée de l'épreuve et du caractère thématique étendu des sujets, des choix doivent être effectués et l'exhaustivité proscrite. Le candidat peut notamment être amené à justifier ces choix lors de l'entretien.

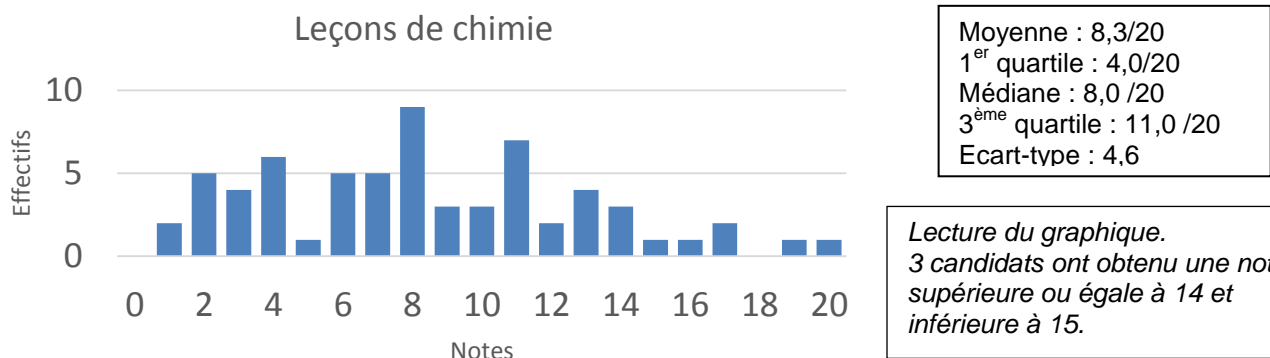
De manière générale, la plupart des candidats proposent un plan et un contenu en adéquation avec le titre de la leçon. Dans ce cadre, il est indispensable que les candidats s'approprient les différents modèles abordés, ainsi que les hypothèses et limites associés. Les notions doivent être correctement définies et le vocabulaire adapté. Le jury a apprécié le soin apporté par de nombreux candidats à proposer des exemples variés, issus de sources plus spécialisées et complètes que l'utilisation seule des ouvrages de CPGE. De même, la citation de chiffres (récents) peut être un moyen pour ancrer dans le réel les phénomènes ou les systèmes de manière plus prégnante et illustrative. Cependant, l'ensemble des exemples et données choisis doit rester cohérent avec le contenu et le niveau annoncés de la leçon, et être également parfaitement connus ainsi que maîtrisés.

Compte tenu de l'ouverture à internet, les membres du jury ont été surpris de constater que certains candidats aient parfois utilisé cet accès uniquement comme un moyen de stockage sur un disque dur ; le jury a apprécié quand les candidats l'ont utilisé comme une autre source d'information ou d'illustration comme le ferait un enseignant. Le jury a pu assister à des prestations combinant l'utilisation conjointe du tableau, de diapositives ainsi que de vidéos opportunes, apportant de ce fait une réelle valeur ajoutée à l'exposé. Il en est de même des leçons pour lesquelles la juste adéquation entre l'introduction pédagogique et la leçon à proprement parler ont permis de transmettre un message pertinent et adapté. A ce titre, leurs auteurs méritent les plus chaleureuses félicitations de la part des membres du jury.

La partie entretien débute après l'exposé de la leçon et consiste en un échange entre le candidat et le jury. Elle est l'occasion de revenir sur certains points de l'exposé évoqués par le candidat, de préciser les raisons des choix effectués, de justifier les modèles présentés au niveau proposé, d'aborder plus précisément les exemples ou les applications avancées et d'élargir le questionnement vers des champs connexes au domaine traité. Peuvent également être abordées l'organisation de l'exposé, ainsi qu'une discussion sur les choix des ressources auxquelles le candidat a fait appel, les illustrations proposées et les difficultés conceptuelles identifiées. Cet entretien a notamment pour objectifs d'évaluer les capacités disciplinaires, pédagogiques et didactiques du candidat en s'appuyant sur l'exposé de la leçon. Les connaissances scientifiques du candidat sont évaluées naturellement au cours de l'exposé mais également au cours de l'entretien.

Lors de cet entretien, le jury a particulièrement apprécié les échanges avec les candidats faisant preuve de recul par rapport aux notions présentées, et à même d'imaginer d'autres scénarios pédagogiques, montrant ainsi la bonne appropriation du thème abordé. A ce titre, leurs auteurs méritent les plus chaleureuses félicitations de la part des membres du jury.

### Quelques statistiques



L'évaluation par compétence de l'épreuve montre que les candidats disposent de bonnes compétences de communication (61% obtiennent des niveaux de maîtrise satisfaisant et très satisfaisant) par contre, les compétences scientifiques et techniques ont été évaluées insuffisantes pour 39% des candidats.

## 2. RAPPORT SUR L'ÉPREUVE « MONTAGE DE CHIMIE »

Le rapport qui suit concerne l'épreuve « montage de chimie » telle qu'elle s'est déroulée durant la session 2019. Bien que les modalités risquent d'être sensiblement modifiées en 2020, ce rapport représente une source de nombreuses informations pour qui souhaite réaliser un montage convaincant et bien mené.

Cette épreuve veille à illustrer, par des expériences appropriées, les grands concepts de la chimie. Elle se construit à partir d'expériences réalisées en laboratoire comme pourrait le faire tout enseignant afin d'illustrer ses propos avant ou après un cours ou de faire travailler des compétences expérimentales chez les élèves. Elle peut mêler aussi bien des expériences de synthèse moléculaire ou de matériaux (chimie organique, chimie inorganique) que des expériences de physico-chimie (chimie générale) dès lors que le thème retenu s'y prête.

### A. 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, lui-même choisi entre deux propositions. Elle se déroule sous la forme d'une restitution orale et en direct des expériences préalablement menées durant le temps de préparation, au travers d'un échange avec le jury.

Cette épreuve a pour objectifs d'évaluer chez les candidats un certain nombre de 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 de composés, de solvants et/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 ;
- l'aptitude à interpréter les observations à l'aide de modèles théoriques ;
- la capacité à rebondir sur des résultats inattendus.

## **B. Modalités du montage de chimie**

Lors de la session 2019, l'épreuve de montage s'est déroulée de la façon suivante : 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.

Une présentation de montage n'est pas une simple juxtaposition de manipulations, elle doit s'appuyer sur une construction didactique structurée et hiérarchisée. Une analyse en profondeur et dans le contexte précisé par l'intitulé du thème retenu est attendue par le jury et ne doit pas se borner à une description superficielle des faits expérimentaux.

### **Préparation**

Le candidat choisit entre deux titres qui lui sont proposés ; une fois ce choix effectué, il ne peut plus revenir sur sa décision. Pendant les quatre heures dont il dispose, le candidat sélectionne des manipulations pertinentes et non redondantes d'un point de vue technique et instrumental, pour illustrer le thème indiqué sur le sujet. Afin de pouvoir présenter les résultats expérimentaux de façon complète, un objectif de trois ou quatre manipulations significatives semble raisonnable.

Le candidat dispose pour cela d'un accès à la bibliothèque ainsi qu'aux sites internet non protégés par mot de passe.

Le candidat bénéficie de l'appui d'une équipe technique performante à laquelle il fournit les protocoles opératoires détaillés et des consignes précises sur la conduite des manipulations. Les consignes relatives à la sécurité doivent également être clairement détaillées pour éviter de mettre en danger le personnel.

Il est attendu du candidat qu'il prenne lui-même intégralement en charge la réalisation d'une expérience (indiquée au jury lors de la présentation orale). Cette expérience ne saurait se limiter à de simples tests en tubes à essai, le panel des techniques utilisées, la complexité de l'expérience et sa maîtrise entrant dans la grille des critères d'évaluation par le jury.

Pendant la préparation, il est fortement recommandé au candidat d'interagir continûment avec l'équipe technique sur l'ensemble des manipulations afin d'en maîtriser le contour et les difficultés éventuelles qui auraient émergé. Durant ce temps de préparation, le candidat doit s'efforcer autant que possible de déjà interpréter et quantifier les résultats expérimentaux de l'ensemble de ses manipulations afin d'aller au-delà d'une description linéaire de gestes ou de faits lors de la restitution orale.

De plus, la conduite d'une expérience se doit d'être bien réfléchi au regard de la présentation qui en sera faite devant le jury. Le candidat doit lui-même anticiper l'ordre des expériences présentées et la manière de les exposer (par exemple, expérience entière ou seulement une ou plusieurs de ses étapes). Le candidat a ainsi à identifier les étapes importantes de l'expérience ainsi qu'une variété de gestes et d'opérations techniques qui serviront de socle à sa 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).

Le plan du montage doit être écrit au tableau (titre des expériences, réaction cible ou équation(s) bilan(s) clé(s), références bibliographique sommaires) et l'expérience conduite personnellement clairement identifiée afin que le jury puisse se repérer au mieux tout au long de la présentation. 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.

## Présentation

Pendant les premières minutes de la présentation visant à préciser le contexte ainsi que le contour des expériences présentées, le jury n'intervient pas et laisse le candidat dérouler son exposé. Par la suite, il s'instaure un dialogue au cours duquel le candidat décrit, réalise, explique et interprète ses expériences. Le jury questionne alors le candidat afin d'évaluer la pertinence des explications ou des conclusions énoncées, ainsi que sa compréhension des protocoles expérimentaux. Cet échange permet également d'éclairer certains résultats et leur écart par rapport à l'issue attendue ou d'envisager des ouvertures et des prolongements aux expériences présentées.

L'épreuve de montage est par essence de nature expérimentale ; il est donc indispensable que le candidat manipule de façon pratiquement continue au cours de son exposé. De même, lorsqu'il répond à des questions posées par le jury, le candidat doit s'efforcer de poursuivre ses manipulations surtout quand il s'agit de tâches simples (extraction, filtration, mélange de produits déjà pesés ou prélevés) ou répétitives (ajout de réactif titrant lors d'un titrage) afin d'assurer une progression régulière dans la restitution orale. Le fait d'avoir soigneusement préparé son poste de travail et anticipé le matériel requis pour la réalisation des gestes choisis constitue alors une grande aide.

La plupart des candidats proposent un plan et des manipulations en adéquation avec le titre du montage. Dans ce cadre, il est absolument indispensable que le candidat se soit approprié les manipulations choisies, c'est à dire qu'il en maîtrise le principe, les conditions réactionnelles ainsi que l'instrumentation utilisée, et soit capable d'en effectuer une interprétation rigoureuse sans dépendre de ses notes. La qualité d'un montage se juge donc 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. Il encourage très vivement les candidats à adapter le choix, la variété et le nombre d'expériences à un niveau qu'ils jugent défendable et suffisamment illustratif du thème traité, tout en étant maîtrisé, générateur de données quantitatives et riche en termes d'exploitation.

## C. Critères d'évaluation

Dans cette épreuve, il est attendu une **illustration expérimentale** du thème choisi. En conséquence, les concepts n'ont pas à être démontrés ; en revanche, leur contenu sur lequel reposent les expériences proposées doit néanmoins être dominé par les candidats.

Les critères d'évaluation du jury sont les suivants :

- **Choix du plan et des manipulations**

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

Le jury apprécie les efforts des candidats cherchant à diversifier les domaines et les techniques abordés. Comme mentionné ci-dessus, le choix par les candidats d'un « montage type » ambitieux doit être assumé et suppose son entière maîtrise.

Autant que possible, il est attendu du candidat qu'il limite la quantité de réactifs utilisés ou l'utilisation répétée de réactifs coûteux, sans pour autant impacter le bon déroulement de l'expérience et son exposé devant le jury (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).

L'utilisation de produits notoirement nocifs n'est pas proscrite au cas où elle est pleinement justifiée par des considérations scientifiques. Elle doit néanmoins être limitée en termes de fréquence et de quantité de matière, et effectuée dans le respect strict des règles d'hygiène et de sécurité.

- **Qualité des gestes expérimentaux**

Avant l'entrée du jury dans le laboratoire, le matériel nécessaire doit avoir été rassemblé, les réactifs préparés, les quantités utiles mesurées au préalable. Le candidat doit avoir défini un organigramme précis dans la présentation des expériences et l'exécution des gestes techniques qui sont attendus nombreux, variés et réalisés dans les règles de l'art devant le jury. Le candidat est autorisé à interrompre momentanément la présentation d'une manipulation si une autre manipulation doit être juste arrêtée ou démarrée afin de respecter le temps imparti. La capacité du candidat à manipuler de façon continue et soigneuse tout en dialoguant avec le jury est un critère d'évaluation important.

Le jury est attentif au respect raisonné des règles de sécurité, dans les conditions d'un laboratoire de lycée. Le candidat doit notamment s'être suffisamment renseigné sur la toxicité des produits présents et veiller à prendre toutes les dispositions adaptées aux éventuels risques mentionnés.

- **Qualité de la présentation et de l'exploitation des expériences**

Avant chaque expérience, le candidat doit brièvement en présenter les objectifs et le montage afférent ainsi qu'en justifier brièvement la pertinence vis-à-vis du thème du montage. 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 composés 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 le candidat et est ainsi gage d'échanges plus fluides. Le candidat doit conserver à l'esprit l'objectif-clé d'une illustration expérimentale de concepts, ce qui doit s'accompagner d'une exploitation des manipulations présentées de manière la plus aboutie et quantitative possible (par exemple, pour une synthèse, le calcul d'un rendement et l'analyse structurale des composés cibles sont souhaitables).

La préparation d'un montage est également l'occasion pour le candidat 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 se doit de vérifier la pertinence des résultats (comparaison à des références, informations de la littérature...) et de réfléchir à l'évaluation des incertitudes de mesure.

Le candidat peut être amené à justifier les modifications expérimentales requises pour adapter un protocole aux limitations et aux progrès techniques actuels. Le principe de fonctionnement des instruments et du matériel utilisés doit être connu, compris et expliqué spontanément par le candidat 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 le candidat 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).

- **Qualité du dialogue avec le jury**

Les questions posées par le jury pendant l'épreuve visent avant tout à instaurer un dialogue avec le candidat pour évaluer l'étendue de sa maîtrise technique et scientifique, sa propre implication et son regard critique. Elles servent également à lever une éventuelle incompréhension et ne visent aucunement à piéger le candidat. La réactivité du candidat face à ces questions et ses efforts de construction d'un raisonnement logique et personnel pour apporter des réponses constituent des

critères d'évaluation de sa prestation. Le jury apprécie alors que le candidat adopte un point de vue personnel, critique, réfléchi, et détaché d'un discours formaté.

#### **D. Titres des montages de chimie de la session 2019**

- Le magnésium et ses composés
- L'aluminium et ses composés
- Le fer et ses composés
- Le cobalt et ses composés
- Le cuivre et ses composés
- Acido-basicité de Brønsted et de Lewis
- Complexes des métaux de transition
- Spectrophotométrie IR, UV-visible
- Couleur et luminescence
- Le solvant en chimie
- Interactions soluté-solvant et soluté-soluté
- Solubilité
- Systèmes colloïdaux
- Facteurs influençant la composition d'un système en équilibre chimique (équilibres ioniques exclus)
- Déterminations de grandeurs standard de réaction
- Extractions et dosages d'ions métalliques
- Cinétique chimique
- Catalyse
- Contrôle cinétique - contrôle thermodynamique
- Optimisation des conditions opératoires en synthèse
- Dosages
- Techniques électrochimiques d'analyse
- Extraction et synthèse de composés d'origine naturelle
- Techniques chromatographiques
- Méthodes de séparation des constituants d'un mélange homogène ou d'une solution
- Conversions d'énergie
- Électrolyse ; courbes intensité-potentiel
- Corrosion, protection contre la corrosion
- Diagrammes potentiel-pH et potentiel-pL
- Conductivité et applications
- Aménagement fonctionnel en chimie organique
- Construction de squelettes hydrogénocarbonés en chimie organique
- Synthèses mettant en jeu des réactions d'oxydoréduction
- Utilisation d'éléments métalliques en chimie organique
- Utilisation d'hétéroéléments du bloc p en chimie organique (azote, oxygène et halogènes exclus)
- Réactions péricycliques
- Activation de fonctions en chimie organique
- Réactions sélectives
- Utilisation du fonds chiral en stratégie de synthèse

#### **E. Conseils aux candidats**

Au cas où une expérience ne se déroulerait pas comme prévu, le candidat n'est aucunement pénalisé dès l'instant où il recherche et identifie les causes les plus probables d'un éventuel écart au(x) résultat(s) attendu(s). Le jury apprécie que, de lui-même, le candidat propose des solutions qui permettraient d'isoler un produit qui ne précipite pas ou de mener à bien une extraction manifestement mal engagée, identifie des réactions parasites éventuelles ou des biais de mesure.

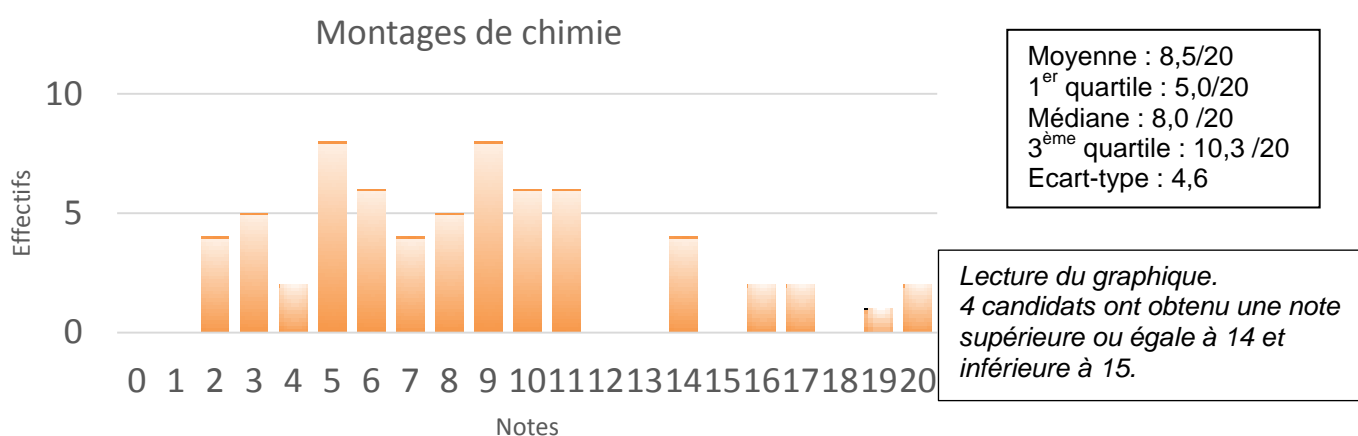


Les techniques de caractérisation mises en œuvre doivent être adaptées à la situation et aux produits étudiés (et le choix de telle ou telle méthode doit être justifié). Il n'est pas forcément utile de présenter au jury l'interprétation complète d'un spectre : le candidat pourra se concentrer sur les signaux pertinents pour l'analyse de son expérience.

Les spectres de RMN  $^1\text{H}$  enregistrés sur place disposent d'une résolution satisfaisante et mériteraient donc une analyse plus fine que les seuls déplacements chimiques (par exemple l'analyse de l'intégration, de la multiplicité, la détermination de constantes de couplage...).

Le jury encourage les candidats à procéder à une évaluation rapide des incertitudes de mesure. Le candidat peut tout à fait – en justifiant son choix - limiter ce calcul à un ou quelques termes qui lui semblent prédominants.

## F. Quelques statistiques



L'évaluation par compétence de l'épreuve montre que le choix du plan est jugé satisfaisant et très satisfaisant pour 41% des candidats. En revanche, la qualité des gestes expérimentaux a été évaluée insuffisante pour 33% des candidats.

## Conclusion

Le jury tient enfin à féliciter les candidats qui, par leurs manipulations soignées et maîtrisées, leurs exploitations de ces manipulations et leur réactivité face aux questions, ont pu montrer de grandes qualités scientifiques, techniques et didactiques. Ces candidats ont fait preuve de dynamisme, d'un bon sens critique, d'une grande dextérité expérimentale, de connaissances assurées et ont ainsi démontré leur aptitude à présenter et expliciter pleinement les expériences choisies.

## 3. 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 elle-aussi.

Les titres des leçons sont ouverts afin de ne pas limiter l'exposé à une seule année d'enseignement mais plutôt afin de permettre de le centrer sur un niveau (ou cycle) : secondaire (1<sup>ères</sup> et terminales des lycées) 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 terme 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 de la « leçon ». Cette introduction, d'une durée de 5 minutes maximum, s'adresse à des professionnels de l'enseignement. Les 35 minutes suivantes sont dévolues à la présentation de la « leçon » en tant que telle.

À l'issue de l'exposé, un entretien d'une durée maximale de 40 minutes est l'occasion d'un échange, entre le candidat et le jury, qui permet de revenir sur certains points comme par exemple les choix pédagogiques, les connaissances scientifiques ainsi que le choix des ressources. Depuis cette session, en effet, 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 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 – appuyé sur un exemple concret (la contextualisation). Par exemple, une leçon sur les « Régimes transitoires » a été 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 ; cette liaison avec la question initiale fut trop rare et les retours sur la contextualisation ou la problématique par les candidats ont été valorisés. D'une manière générale, le jury attend que le candidat soit en capacité d'effectuer les allers retours entre la situation physique et les modélisations qu'il présente.

D'autre part, le jury a apprécié la volonté des candidats d'illustrer leur leçon par des expériences, néanmoins, celles-ci pourraient être plus ambitieuses et plus variées (par exemple, l'étude de la conduction thermique dans un barreau de cuivre calorifugé est revenue extrêmement souvent). Dans la mesure du possible, une expérience quantitative avec un traitement des données est attendue et, effectivement, la quasi-totalité des candidats admissibles ont présenté au moins une expérience avec des mesures effectuées en préparation et une mesure complémentaire prise en direct devant le jury. Le traitement des incertitudes est désormais connu d'une large majorité des agrégatifs de chimie ; on peut se féliciter qu'une telle compétence soit intégrée au bagage scientifique de ces futurs professeurs même si les savoir-faire sur les incertitudes composées sont encore à développer. Le jury rappelle ici que le résultat d'une mesure n'a de sens que s'il est accompagné de commentaires sur la précision et les sources d'erreurs. Certains candidats ont également utilisé des simulations numériques en Python comme vecteur d'illustration, ce que le jury a apprécié lorsqu'elles étaient appropriées.

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, ...
- On attend d'un professeur qu'il « chasse l'implicite », source d'incompréhension ou de fausses représentations chez les élèves et donc qu'il précise et justifie avec rigueur la méthode et les modèles utilisés pour étudier un phénomène ou une situation problème. Pourquoi, par exemple, effectue-t-on dans telle situation de mécanique une étude énergétique plutôt que dynamique ? Pourquoi se situe-t-on au niveau mésoscopique pour l'étude des phénomènes de diffusion et non à un niveau macroscopique ou microscopique ? Les savoir-faire scientifiques – un calcul développé au tableau, une mesure prise sur un montage – doivent ainsi être explicités, détaillés pour les uns, bien montrés pour les autres.
- S'il n'est pas dans l'objectif de ce rapport de donner une liste des domaines ou des concepts de physique apparaissant insuffisamment maîtrisés, le jury se permet néanmoins d'en citer deux, récurrents, qui ont quasi systématiquement été abordés de telle façon qu'un élève ou un étudiant aurait pu en avoir une représentation fautive ou trop partielle :
  - o la gravitation et le poids ne sont pas distingués et la chute libre apparaît pour nombre de candidats comme la seule étude, le seul paradigme représentatif, du poids ;
  - o le filtrage d'un signal sinusoïdal n'a que peu d'intérêt, l'effet se limitant à une modification de la valeur de l'amplitude et à un déphasage ; il est donc indispensable de traiter et de montrer l'effet d'un filtre sur un signal non sinusoïdal, sans pour autant transformer la leçon de physique en une leçon où seul l'aspect calculatoire est mis en valeur.

Pour cette session, le niveau des connaissances scientifique et la compétence à conceptualiser et à modéliser ne sont satisfaisants ou très satisfaisants que pour 30 % des candidats.

#### *Quelques conseils aux futurs candidats.*

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 peut, par exemple, être le fil conducteur de l'exposé dont le rôle serait 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.

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

Les candidats sont sensibilisés à la sécurité des biens et des personnes. Cependant, les mesures de sécurité seront d'autant mieux respectées qu'elles sont utiles et non abusives.

**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...

Près de 80 % 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. 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, ...). Il importe donc de les définir avec toute la précision requise.
- On ne peut que conseiller aux futurs candidats, de faire des schémas clairs permettant de représenter la situation physique étudiée. 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.
- 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.
- 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.

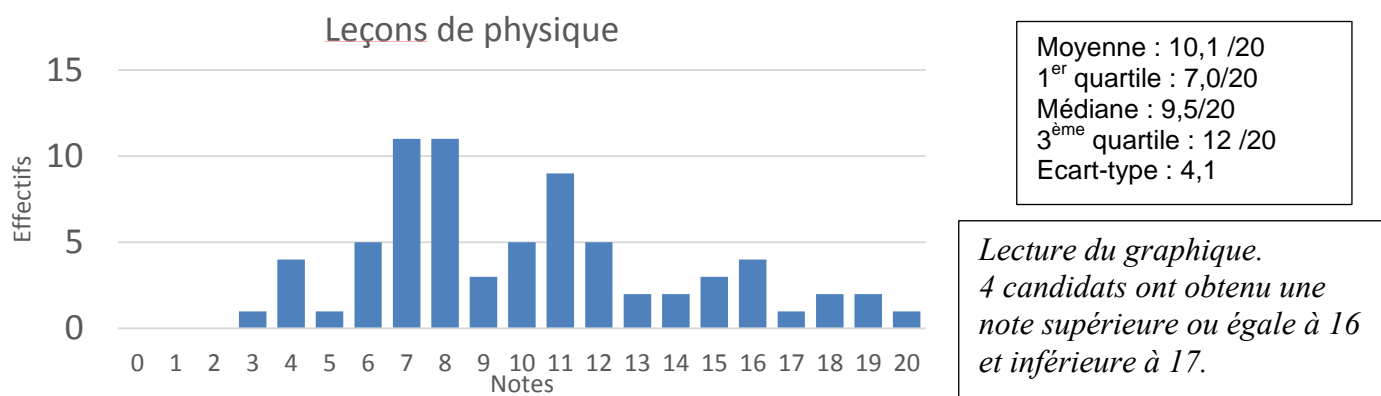
La contextualisation, l'illustration sont toujours préférables à une introduction par des « définitions ». De même les analogies constituent un outil précieux pour naviguer d'un domaine de la physique à un autre et ainsi transposer des savoir-faire acquis par ailleurs. Leur exploitation montre une unité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

### Quelques statistiques



**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'ouverture à Internet a permis l'accès à un grand nombre de documents et de ressources mais le jury a noté l'apparition d'une certaine standardisation des exposés. Il espère que le présent rapport sera utile pour les futurs candidats.

## 4. RAPPORT SUR LA QUESTION PORTANT SUR LES VALEURS DE LA RÉPUBLIQUE ET LES ENJEUX DE L'ECOLE

Prise en compte des compétences communes à tous les professeurs et personnels d'éducation. L'arrêté du 25 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 28 décembre 2009 fixant les sections et les modalités d'organisation des concours de l'agrégation précise que :

« Lors des épreuves d'admission du concours externe, outre les interrogations relatives aux sujets et à la discipline, le jury pose les questions qu'il juge utiles lui permettant d'apprécier la capacité du candidat, en qualité de futur agent du service public d'éducation, à prendre en compte dans le cadre de son enseignement la construction des apprentissages des élèves et leurs besoins, à se représenter la diversité des conditions d'exercice du métier, à en connaître de façon réfléchie le contexte, les différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société) et les valeurs qui le portent, dont celles de la République. Le jury peut, à cet effet, prendre appui sur le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation».

D'autre part, le courrier de madame la Ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche en date du 28 janvier 2015, adressée aux présidents des concours de recrutement des métiers du professorat et de l'éducation, demandait que dans le cadre précisé ci-dessus, « les thématiques de la laïcité et de la citoyenneté y trouvent toute leur place ».

Ainsi, à la suite de l'entretien portant sur la leçon de physique à l'agrégation externe de physique-chimie option chimie ou sur la leçon de chimie à l'agrégation externe de physique-chimie option physique, une question relative aux valeurs qui portent le métier d'enseignant, dont celles de la

République, a été posée aux candidats. Ces derniers ont été informés de l'existence de cette question lors de la réunion de tirage au sort et, lors de la préparation de la leçon, ils ont eu à leur disposition le « référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation » et la « charte de la laïcité ».

La question posée a porté sur une situation concrète qu'un professeur de Physique-chimie pourrait rencontrer dans l'exercice de son métier.

Les candidats n'ont pas de temps spécifique pour préparer leur réponse mais disposent de cinq minutes pour la formuler.

Lors de ces cinq minutes, le jury a pu être amené à reformuler la question ou à engager la discussion par d'autres questions pour faire préciser les propos du candidat.

Le jury recommande aux candidats de prendre le temps de la réflexion avant de répondre à la question. Il est attentif à la manière dont le candidat s'empare de la question qui lui est posée, la reformule éventuellement, et en extrait quelques thématiques en lien avec les valeurs qui guident ses choix en qualité de futur professeur. Il apprécie que la réponse s'appuie sur des exemples ou sur des principes afin d'illustrer les propos et de construire une argumentation.

Il est attendu que le candidat fasse preuve d'authenticité dans sa réponse et qu'il montre que sa réflexion s'inscrit dans les valeurs qui portent le métier d'enseignant, et, en particulier, celles de la République, la laïcité et le refus de toutes les discriminations. Le jury attend notamment que le candidat fasse bien la distinction entre les savoirs et les croyances (individuelles ou collectives) ou les opinions.

Le jury a eu la satisfaction de voir de nombreux candidats faire preuve d'une grande réflexion et montrer la manière dont ils envisagent de faire partager les valeurs de la République à leurs futurs élèves, à travers leurs postures et leurs pratiques pédagogiques.

# A PROPOS DE LA SESSION 2020

## AGREGATION DE PHYSIQUE-CHIMIE OPTION CHIMIE

### 1. Programme de la session 2020

Le programme de la session 2020 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

[http://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agreg\\_externe/69/0/p2020\\_agreg\\_ext\\_physchim\\_chimie\\_1107690.pdf](http://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agreg_externe/69/0/p2020_agreg_ext_physchim_chimie_1107690.pdf)

### 2. Epreuves d'admissibilité

Ces épreuves ne subissent pas d'évolution lors de la session 2020.

La part des questions fondamentales sera toujours importante dans la composition de physique et les deux épreuves de chimie et les analogies et différences entre composition et problème de chimie restera 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 2019, 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 et de commenter un élément de programme fourni, en lien avec le contexte d'étude.

### 3. Epreuves d'admission

#### A propos de l'ouverture à internet

Comme lors de la session 2019, les candidats auront accès en 2020 à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission.

Afin de garantir l'équité entre tous les candidats, sont exclus l'accès aux sites nécessitant une authentification (identification et mot de passe) pour accéder aux ressources, les réseaux sociaux et les messageries électroniques.

Pour le jury, l'objectif est d'offrir aux candidats un éventail de ressources plus larges et de les placer au plus près des conditions de travail d'un professeur en exercice. L'accès à internet complète et ne se substitue pas au 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.

Par ailleurs, le jury souhaite que les candidats conservent une autonomie de présentation de leur exposé, image de l'autonomie du professeur face à ses supports de cours que ce soient des notes ou des supports visuels. L'ouverture à internet ne doit donc pas transformer l'exposé en un "défilé" de diapositives téléchargées, projetées et brièvement commentées ; une telle pratique ferait perdre tout intérêt à la leçon et pénaliserait fortement le candidat. Pour l'anticiper, il est demandé à chaque candidat de montrer sa capacité à conduire, au cours des leçons de chimie et de physique, un développement théorique au tableau autour du ou des modèle(s) proposé(s) ; les candidats doivent

inclure ce développement dans leur présentation sans attendre une sollicitation du jury lors de l'entretien.

Par ailleurs, l'entretien, qui trouve dès lors un champ d'exploration plus étendu par rapport aux ressources utilisées, s'attachera entre autres à vérifier la bonne compréhension et l'assimilation des notions et des concepts présentés.

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.

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

Du fait des travers constatés lors de la session 2019, liés notamment à l'ouverture à Internet, des modifications vont intervenir à propos des sujets des leçons de chimie et de physique et du montage de chimie. Ces évolutions sont décrites pour chaque épreuve ci-après.

Par contre, il n'y aura pas de modification des objectifs et des critères d'évaluation de ces épreuves par rapport à la session 2019.

### **3.1. Leçons de chimie**

La leçon conserve le cadre actuel décrit dans ce rapport : 4 heures de préparation ; 40 minutes de présentation orale incluant une introduction exposant le niveau de traitement et les pré-requis, suivie de 40 minutes d'entretien avec les membres du jury. Les critères d'évaluation restent identiques et portent sur les compétences scientifiques et techniques, pédagogiques, didactiques, et de communication.

Il n'y a plus dorénavant de liste de sujets de leçons ; ces sujets seront découverts par les candidats au moment de l'épreuve. La liste des grands domaines de la chimie traditionnellement enseignés au niveau de la Licence de Chimie figurant ci-dessous va permettre de circonscrire le cadre dans lequel sera puisé chaque sujet de leçon tel qu'il sera fourni aux candidat(e)s en début de préparation, sans indication de niveau de traitement des notions et modèles autre que Licence. Les sujets de leçon pourront être resserrés sur des notions ou modèles précis ou bien porter sur des thématiques plus étendues ; dans le premier cas, un élargissement pourra être proposé et dans le second cas, des choix seront à effectuer afin que la leçon illustre le sujet tel qu'il serait proposé dans le cadre d'un cours dispensé au niveau Licence. Dans les deux cas, il est attendu des exposés qui rendent intelligibles les développements présentés, destinés à apprécier, entre autres, la maîtrise disciplinaire, les démarches pédagogiques et les raisonnements au niveau de granulométrie retenu. Des problématiques sociétales pourront être abordées au sein des différents sujets, à l'initiative du candidat ou suggérés dans le titre du sujet.

#### **Thèmes de chimie servant de cadre aux sujets de leçon**

1. Autour de la classification périodique
2. Liaisons intra et intermoléculaires
3. Phases condensées
4. Principes thermodynamiques appliqués à la chimie
5. Aspects cinétiques de la réactivité en chimie
6. Méthodes d'analyse en chimie
7. Méthodes de séparation en chimie
8. Transfert d'électrons en chimie
9. Chimie moléculaire
10. Chimie macromoléculaire
11. Du laboratoire aux procédés
12. Chimie dans la matière vivante

#### **Deux exemples de sujet de leçon de chimie**

Domaine : Chimie moléculaire

Sujet : Hémiacétals, acétals et cétals

Domaine : Phases condensées

Sujet : Le solvant



### 3.2. Montages de chimie

L'épreuve de montage conserve le cadre actuel : 4 heures de préparation et 1h20 au maximum de présentation et d'interaction avec les membres du jury. Les critères d'évaluation sont identiques à ceux énoncés dans ce rapport avec une importance accrue accordée aux gestes de la chimie ainsi qu'à leur compréhension, aux protocoles mis en œuvre ainsi qu'à leur appropriation.

Il n'y a plus désormais 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 ce cadre que s'inscrit chaque sujet de montage fourni aux candidat(e)s en début de préparation.

Le montage ne donne plus lieu à un choix parmi deux sujets. En revanche, chaque sujet comporte deux éléments :

- l'un d'eux centré sur une activité expérimentale de la chimie et donnant lieu à la réalisation d'illustrations au libre choix du candidat et qui font l'objet d'une préparation assistée par l'équipe technique. Cette activité expérimentale peut porter sur l'illustration d'une notion, d'une propriété ou d'un modèle (par exemple, synthèse des alcools) ou sur une technique (par exemple, distillations) ; dans les deux cas, il est attendu que le candidat mette en œuvre une diversité de techniques et de gestes expérimentaux ;
- l'autre s'appuyant sur un protocole expérimental (indifféremment rédigé en français ou en anglais) extrait d'un livre ou d'un article. Ce protocole considéré comme à tester par un enseignant en vue d'une séance de travaux pratiques 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.

#### Cadre d'activités expérimentales du chimiste

Ce cadre d'activités expérimentales a été rédigé d'après les recommandations de *l'American Chemical Society*

- Planifier et réaliser des expériences à l'aide d'une documentation chimique et de ressources électroniques appropriées.
- Synthétiser et caractériser des composés inorganiques et organiques.
- Effectuer des mesures quantitatives précises.
- Analyser statistiquement les données, évaluer la fiabilité des résultats expérimentaux et discuter des sources d'erreurs systématiques et aléatoires dans les expériences.
- Interpréter les résultats expérimentaux et tirer des conclusions raisonnables.
- Anticiper, reconnaître et réagir correctement aux dangers des procédures de laboratoire et gérer les déchets chimiques.
- Maintenir une culture de sécurité en laboratoire.
- Tenir des cahiers d'expérience exacts et complets.
- Communiquer efficacement au moyen de rapports oraux et écrits.

Ce cadre est 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.

#### Thèmes pour les activités et protocoles expérimentaux

- Synthèses en chimie moléculaire incluant les manipulations sous vide et gaz inerte (aménagement fonctionnel, construction de squelettes hydrogénéocarbonés, ...)
- Activations moléculaires en chimie (catalyse, photochimie, oxydo-réduction, ...)
- Séparations (extraction, distillations, recristallisation, chromatographies, ...)
- Analyses quantitatives (calibrations, dosages, titrages, spectres, potentiels d'oxydo-réduction, ...)
- Caractérisations structurales en chimie (conditionnement des échantillons pour l'analyse, point de fusion, RMN, UV, IR, Spectrométrie de masse, ...)
- Déterminations de grandeurs thermodynamiques et cinétiques
- Electrochimie (diagramme potentiel-pH, potentiométrie, voltamétrie, conductimétrie, électrolyse, batteries, ...)
- Environnement numérique (traitement des données, connaissance des bases d'informations et des sources de littérature, recherche de données, ...)
- Règles de sécurité au laboratoire et impact environnement

## Exemples de sujets de montage

Premier élément

Thème : Synthèses en chimie moléculaire    Sujet : Synthèses des alcools

ou

Thème : Séparations

Sujet : Distillations

Deuxième élément

Protocole à mettre en œuvre : Titrages direct et indirect de l'aspirine (protocoles extraits d'un manuel scolaire, par exemple)

### 3.3. Leçons de physique

La leçon de physique conserve le même cadre que celui de la session 2019 : 4 heures de préparation ; 40 minutes de présentation orale incluant une introduction exposant le niveau de traitement et les pré-requis, suivie de 40 minutes d'entretien avec les membres du jury.

À partir de la session 2020, si les sujets des leçons de physique s'appuieront sur les thèmes publiés dans ce rapport, ils intégreront également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui devra impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incitera le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents qui seront valorisés. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge de l'exposé.

Lors de sa leçon, le candidat fera 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 permettra 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 pourra faire appel à des simulations et, d'une manière générale, le traitement numérique des données et/ou des résultats sera 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 2020.

- Spectres (niveau : *niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Ondes mécaniques (niveau : *niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Phénomènes acoustiques (niveau : *niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Aspects ondulatoires en optique (niveau : *niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Effet Doppler (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)

- Phénomènes de polarisation optique (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Énergie électrique (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Conservation de l'énergie (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Transmission de l'information (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Images et couleurs (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*).
- Instruments optiques (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Sources de lumières (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Gravitation et poids (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Transferts thermiques (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Interactions lumière-matière (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Mouvements, interactions et notion de champ (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Description d'un fluide au repos (*niveau : enseignement de spécialité dans le cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Effet Doppler (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Conservation de l'énergie (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Acquisition et traitement de données (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Transferts thermiques (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Phénomènes de diffusion (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Oscillations (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Mesures et contrôle (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Régimes transitoires (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Mouillage (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Machines thermiques (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Phénomènes de transport (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Filtrages (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Viscosité (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Écoulements de fluides (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Irréversibilité (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
- Phénomènes de polarisation optique (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)

## Annexe 1

### Fiche à compléter lors du montage

Nom :

Prénom :

Titre de l'expérience :

Produits :

Matériel :

Nom :

Prénom :

Titre de l'expérience :

Mesures de sécurité

Protocole

Destruction des produits – Elimination des déchets<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non chlorés, acides, bases

## Annexe 2

### Fiche à compléter lors des leçons

Nom :

Prénom :

Titres des expériences, matériel, produits et schémas de montage

Mesures de sécurité

Destruction des produits – Élimination des déchets<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Bidons de récupération disponibles : métaux lourds, solvants organiques halogénés, solvants organiques non halogénés, acides, bases

### Annexe 3 : Compétences de la démarche 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 »
<b>S'approprier APP</b>	Extraire l'information utile sur des supports variés Mobiliser ses connaissances Identifier un problème, le formuler	Faire un schéma de la situation. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.	Dégager la problématique principale. Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie. Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau,...) Extraire une information de différents documents scientifiques (texte, graphe, tableau, schéma, vidéo, photo, ....) Identifier la nature de la source d'un document.
<b>Analyser ANA</b>	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Formuler une hypothèse Construire les étapes d'une résolution de problème Justifier ou proposer un protocole Identifier les paramètres influençant un phénomène Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse Proposer un modèle Évaluer des ordres de grandeurs	Élaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites. Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...). Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution. Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.	Identifier les idées essentielles et leurs articulations. Relier, trier et organiser qualitativement ou quantitativement différents éléments (données, informations...) du ou des documents. Identifier une tendance, une corrélation, une grandeur d'influence dans des documents faisant appel à des registres différents. Conduire un raisonnement scientifique qualitatif ou quantitatif. S'appuyer sur ses connaissances et savoir-faire et sur les documents proposés pour enrichir l'analyse.
<b>Réaliser REA</b>	Écrire un résultat de façon adaptée Effectuer des procédures courantes: calculs littéraux ou numériques, tracer un graphique, faire un schéma, placer une tangente sur un graphe, faire une analyse dimensionnelle... Utiliser un modèle théorique	Mener la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée. Établir les relations littérales entre les grandeurs intervenant dans le problème. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat.	Prélever la valeur d'une grandeur d'un document scientifique (graphe, schéma, photo, plan...). Utiliser une échelle Tracer un graphe à partir de données. Schématiser un dispositif, une expérience,... Décrire un phénomène à travers la lecture d'un graphe, d'un tableau,... Conduire une analyse dimensionnelle. Utiliser un modèle décrit. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat d'un calcul, d'une mesure, ...
<b>Valider VAL</b>	Faire preuve d'esprit critique Discuter de la validité d'un résultat, d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle... Interpréter les résultats, les mesures, rechercher les sources d'erreur	S'assurer que l'on a répondu à la question posée. 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, ...). Discuter de la pertinence du résultat trouvé (identification des sources d'erreur, choix des modèles, formulation des hypothèses...) Proposer d'éventuelles pistes d'amélioration de résolution.	Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire et/ou des ressources externes (bibliographie, Internet, pairs, ...). Repérer les points faibles d'une argumentation dans un document (contradiction, partialité, incomplétude,...). Estimer des ordres de grandeur et procéder à des tests de vraisemblance. Vérifier la cohérence d'un résultat Discuter de la pertinence scientifique d'un document Apprécier la validité d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle
<b>Communiquer COM</b>	Rédiger une explication, une réponse, une argumentation ou une synthèse. Décrire une observation, la démarche suivie ... Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...) Présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, incertitudes ...)	Décrire clairement la démarche suivie. Argumenter sur les choix et/ou la stratégie. Présenter les résultats en utilisant un mode de représentation approprié.	Rédiger/présenter, une analyse, une argumentation,... (clarté, justesse, pertinence, exhaustivité, logique). Rédiger la synthèse d'un document scientifique en effectuant un changement de registres (textes, schémas, carte mentale). Illustrer son propos par des schémas, des graphes, des développements mathématiques. Utiliser comme support de présentation les outils numériques

#### Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale et exemples de capacités associées<sup>4</sup>

Compétences	Exemples de capacités associées
<b>S'approprier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale</li> <li>- énoncer une problématique d'approche expérimentale</li> <li>- définir les objectifs correspondants</li> </ul>
<b>Analyser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- formuler des hypothèses</li> <li>- proposer une stratégie pour répondre à la problématique</li> <li>- proposer un modèle</li> <li>- choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental</li> <li>- évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations</li> </ul>
<b>Réaliser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mettre en œuvre un protocole</li> <li>- utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie pour celui de la liste « matériel », avec aide pour tout autre matériel</li> <li>- mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates</li> <li>- effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales</li> </ul>
<b>Valider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes</li> <li>- confronter un modèle à des résultats expérimentaux</li> <li>- confirmer ou infirmer une hypothèse, une information</li> <li>- analyser les résultats de manière critique</li> <li>- proposer des améliorations de la démarche ou du modèle</li> </ul>
<b>Communiquer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- à l'écrit comme à l'oral :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible</li> <li>o utiliser un vocabulaire scientifique adapté</li> <li>o s'appuyer sur des schémas, des graphes</li> </ul> </li> <li>- faire preuve d'écoute, confronter son point de vue</li> </ul>
<b>Être autonome, faire preuve d'initiative</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- travailler seul ou en équipe</li> <li>- solliciter une aide de manière pertinente</li> <li>- s'impliquer, prendre des décisions, anticiper</li> </ul>

<sup>4</sup> Grille extraite des programmes de physique et de chimie de CPGE



