




MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

 <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>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE</p>
---	---	--

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2020

AGRÉGATION

PHYSIQUE-CHIMIE OPTION CHIMIE

Concours externe

Rapport de jury présenté par Marie-Blanche MAUHOURAT
Inspectrice générale de l'Éducation, du sport et de la recherche

Présidente du jury

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

.

SOMMAIRE

Rapport de la session 2020

Liste des membres du jury.....	Page 4
Introduction	Page 5
.....	Page 8

.....	
Statistiques de la session 2020	Page 10
.....	

Épreuves d'admissibilité

1. Les épreuves d'admissibilité.....	Page 11
	Page 15
2. Les rapports des épreuves d'admissibilité	Page 18
2.1. Rapport sur l'épreuve A : « Composition de chimie »	Page 24
.....	Page 28
2.2. Rapport sur l'épreuve B : « Composition de physique »	
.....	
2.3. Rapport sur l'épreuve C : « Problème de chimie »	
.....	

Épreuves d'admission

1. Rapport sur l'épreuve « Leçon de chimie ».....	
2. Rapport sur l'épreuve « Leçon de physique ».....	

À propos de la session 2021

Page 35

-
1. Programme de la session 2021
 2. Épreuves d'admissibilité
 3. Épreuves d'admission
 - 3.1. Leçon de chimie
 - 3.2. Montage de chimie
 - 3.3. Leçon de physique

Annexes

Page 42

.....

Annexe 1 : Fiche à compléter lors du montage de chimie

Annexe 2 : Fiche à compléter lors des leçons de chimie et de physique
Annexe 3 : Compétences de la démarche scientifique
Annexe 4 : Compétences de la démarche expérimentale

Rapport de la session 2020

COMPOSITION DU JURY

Présidente

Marie Blanche	MAUHOURLAT	Inspectrice générale de l'Éducation, du sport et de la recherche
---------------	------------	--

Vice-Président

Ludovic	JULLIEN	Professeur des Universités
Michel	MAZAUDIÉ	Inspecteur d'académie IPR pédagogique régional

Membres du jury

Cyril	BARSU	Professeur de chaire su
Laurent	BRINGEL	Professeur de chaire su
Anne-Laure	CLEDE	Professeure agrégée
Sophie	COLOGNAC	Inspecteur pédagogique
Eléna	ISHOW	Professeure des univers
Hélène	JAMET	Maître de conférences d
David	LAFARGE	Inspecteur pédagogique
Blandine	LAUDE-BOULESTEIX	Professeure agrégée
Marc François	LECOUVEY LUX	Professeur des universi
Vincent	MORENAS	Professeur des universi
Elise	PRALY	Professeure agrégée
Pierre	VAN DE WEGHE	Inspectrice générale de l'Éducation, du sport et de la recherche

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 à l'écrit comme à l'oral.

Ce rapport de la session 2020 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 n'a pas été aussi importante lors de cette session que lors des précédentes sessions du fait de la suppression de l'épreuve de montage, eu égard aux aménagements des épreuves d'admission rendus nécessaires par le protocole sanitaire imposé aux concours de recrutement de l'Éducation Nationale. Pour autant, les deux leçons, chimie et physique, permettent d'évaluer des compétences scientifiques, mais aussi à d'autres compétences dont la maîtrise est essentielle pour exercer le métier d'enseignant. Ainsi, 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 des 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 – lors d'une session normale - 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. Si à cette session les expériences ne pouvaient pas être réalisées, il était attendu qu'elles soient présentées dans les leçons et, si possible, que des résultats expérimentaux puissent être exploités pour construire ou discuter des modèles développés.

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 2020 offrait 38 postes au concours et le jury a attribué tous les postes. 198 candidats se sont présentés aux trois épreuves d'admissibilité et 70 d'entre eux ont été déclarés admissibles.

Les épreuves d'admissibilité se sont déroulées les 11, 12 et 14 mars 2020 et les épreuves d'admission du 5 au 16 juillet 2020 au lycée d'Arsonval de Saint Maur selon 6 séries de 2 jours chacune. Une seule candidate ultramarine a passé ces épreuves en visio conférence, comme le décret¹ publié en avril 2020 le lui permettait. Une visioconférence a été organisée début juin à destination de tous les candidats admissibles, pour expliciter le déroulement et les attendus des épreuves d'admission et les modalités d'accès aux ressources numériques et pour répondre aux questions. Les épreuves orales d'un concours de recrutement d'enseignants sont habituellement publiques, mais du fait du protocole sanitaire mis en place, il n'a pas été possible cette année de permettre à des auditeurs d'assister aux présentations. Il n'a pas non plus été possible que les candidats rencontrent individuellement les membres du jury à l'issue de la publication des résultats d'admission. Par contre, tous les candidats qui le souhaitaient ont été reçus au cours de la session par un ou plusieurs membres du directoire pour échanger sur leur parcours antérieur et leur projet professionnel au sein de l'Éducation Nationale, pour évoquer leur professionnalisation dans le cadre de l'INSPE et / ou la poursuite de leurs études dans le cadre d'un doctorat.

Lors de cette session, outre l'annulation de l'épreuve de montage, il y a eu une diminution des durées des présentations et des entretiens des leçons. Lors de la préparation des deux leçons, les candidats ont eu accès, à des ouvrages numériques provenant de bibliothèques, d'éditeurs ou d'association et à toutes les ressources en accès libre sur Internet à l'exclusion des forums de discussion, des réseaux sociaux et des messageries (voir rapport des sessions 2018 et 2019). Le jury souhaitait ainsi placer les candidats dans la situation la plus proche possible de celle d'un professeur préparant un cours. L'absence de publication des thèmes de leçon de chimie et d'éléments imposés en leçon de physique à cette session a permis d'assister à des présentations plus personnelles, plus authentiques, tirant pleinement parti des ressources accessibles et d'une préparation effectuée en amont, se centrant sur les concepts sous-jacents aux différents domaines de la chimie et de la physique. En effet, une bonne maîtrise

¹Décret no 2020-437 du 16 avril 2020 pris pour l'application des articles 5 et 6 de l'ordonnance no 2020-351 du 27 mars 2020 relative à l'organisation des examens et concours pendant la crise sanitaire née de l'épidémie de covid-19

en profondeur des concepts est un préalable nécessaire pour effectuer des choix pédagogiques et didactiques pertinents et argumentés. Cette évolution, mise en place pour la session 2020, sera reconduite lors de la session 2021.

Le programme de la session 2021² se trouve sur le site devenir enseignant du ministère. Une description plus détaillée des épreuves est fournie dans la partie « À propos de la session 2021 » de ce rapport.

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. Par ailleurs, le site de l'agrégation <http://agregation-chimie.fr/> apporte tout au long de l'année des informations relative au concours (nombre de postes offerts, dates des épreuves, dates de publication des résultats, matériel et ouvrages à disposition, ...).

Le directoire tient à remercier vivement l'équipe de direction du lycée d'Arsonval de Saint Maur, le directeur délégué aux formations professionnelles et technologiques de l'établissement, l'ensemble des membres du jury, des personnels techniques et des professeurs préparateurs qui ont participé à cette session, pour l'attention portée au bon déroulement du concours qui ont permis que cette session 2020 ait lieu dans les meilleures conditions possibles, compte tenu du protocole sanitaire exceptionnel mis en place pour la passation des épreuves orales.

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

²https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agregation_externe_21/51/9/p2021_agreg_ext_physchim_chimie_1302519.pdf

STATISTIQUES DE LA SESSION 2020

Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	38
Nombre de candidats inscrits :	448
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	202
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	199
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	197
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	70
Nombre de candidats admis sur liste principale :	38
Nombre de candidats admis sur liste complémentaire :	0

Moyennes aux épreuves d'admissibilité

Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Épreuve A : composition de chimie	9,95
Épreuve B : composition de physique	10,90
Épreuve C : problème de chimie	9,99
Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	16,27
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	7,78

Moyennes aux épreuves d'admission

	Admissibles	Admis
Première épreuve : leçon de chimie	8,97	11,57
Deuxième épreuve : leçon de physique	9,18	11,07
Moyenne sur 20 du premier candidat admis :		15,08
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :		8,76
Moyenne sur 20 des candidats admis :		11,33

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

	Admissibles	Admis
Etudiant ayant préparé dans une 'ENS	32	29
Etudiant hors ESPE	6	3
Etudiant en ESPE	3	0
Enseignant du supérieur	0	0
Professeur certifié	21	3
Professeur certifié stagiaire	2	1
Enseignant de la fonction publique	0	0
Personnel fonction publique	1	0
Fonctionnaire stagiaire de la fonction publique	0	0
Contractuel de l'éducation nationale	0	0
Formateur secteur privé	2	0
Sans emploi	3	2

Répartition par genre

	Admissibles	Admis
Femmes	30	17
Hommes	40	21

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves d'admissibilité ont eu lieu les 11, 12 et 13 mars 2020

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.

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

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 d'une maîtrise des fondamentaux de la discipline et en particulier d'un recul suffisant par rapport aux enseignements reçus permettant une appropriation et une restitution claires et rigoureuses, dans un contexte pas forcément très original.

La composition contient une proportion de questions 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'appropriier 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 CPGE³ ;
- 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.

³http://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

2. LES RAPPORTS DES EPREUVES D'ADMISSIBILITE

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

Description du sujet

Le sujet de l'épreuve avait pour thème l'électrosynthèse et en étudiait les principes et diverses applications : électrosynthèse minérale et électrosynthèse organique, applications en chimie fine au laboratoire et dans le cadre de procédés industriels. Ce sujet permettait d'aborder des domaines variés de la chimie : électrochimie, équilibres chimiques en solution aqueuse, chimie organique, cinétique chimique, thermodynamique des réactions d'oxydoréduction, changements d'état des mélanges binaires, chimie de coordination...

La première partie du sujet était consacrée à l'électrolyse de l'eau de mer dans le but de produire une solution d'hypochlorite de sodium de faible concentration. Cette partie avait pour objectif d'évaluer la compréhension par les candidat.es des aspects fondamentaux de l'électrolyse : identification et écriture de réactions électrochimiques, discussion de la sélectivité et du rendement de l'électrolyse. Les outils de modélisation thermodynamique et cinétique mobilisés pour cette étude étaient les diagrammes potentiel-pH et les courbes courant-potentiel.

La deuxième partie était consacrée aux applications de l'électrosynthèse en chimie organique. La partie II.A avait pour but de montrer l'intérêt d'une électrolyse pour moduler la réactivité d'espèces organiques dans le cadre d'une synthèse, tandis que la partie II.B étudiait la synthèse totale de l'Alliacol A racémique puis énantiomériquement pur. Cette synthèse mettait en jeu des réactions classiques de synthèse organique, mais aussi une étape de cyclisation par électrolyse.

Dans la troisième partie était abordée la synthèse industrielle de l'adiponitrile, tout d'abord par hydrodimérisation électrochimique, puis par hydrocyanation catalysée par le nickel.

La partie III.A.1 traitait de la purification du réactif par distillation : plusieurs diagrammes binaires étaient à exploiter.

Dans la partie III.A.2, l'exploitation de courbes courant-potentiel permettait de comprendre les choix expérimentaux effectués dans les procédés actuels d'hydrodimérisation.

La partie III.A.3 était consacrée à l'étude de l'hydrodimérisation en continu, avec comparaison des réacteurs pistons et réacteurs parfaitement agités continus.

La partie B abordait une autre voie de synthèse de l'adiponitrile catalysée par un complexe nickel. L'étude de données concernant différents ligands permettait de comprendre le choix effectué actuellement dans l'industrie.

À propos des résultats

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

--	--

- **Questions fondamentales**

Comme à chaque session, une attention et une valorisation particulières sont accordées désormais à des questions abordant des fondamentaux de la chimie au niveau L3. Dans cette épreuve, de nombreuses notions fondamentales, telles que la lecture et l'interprétation de diagrammes binaires ou de courbes courant-potential, l'analyse des résultats d'une électrolyse, ou encore quelques réactions classiques en synthèse organique, etc.

Les questions fondamentales du sujet étaient les questions 1 à 8, 10, 12, 17, 18, 19, 26, 30, 32, 34, 36, 37, 39, 40, 44, 45, 46, 51, 55, 58, 59, 61, 64, 69, 72. Leur poids dans le barème correspondait à 43% du total des points. Une bonne maîtrise de ces fondamentaux était requise pour cette épreuve.

Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-contre), on constate que 45% des candidats ont une note inférieure à 20 /100 et que moins de 10% ont un nombre de points supérieur à 50/100.

Par ailleurs, 5% du total des points de la copie ont été attribués à la présentation, à la qualité de rédaction, au soin apporté à l'écriture et aux schémas. En effet, la capacité des candidat.es à expliquer clairement un raisonnement, en s'appuyant éventuellement sur un schéma légendé, et en utilisant du vocabulaire précis et des notations claires sont essentielles pour de futur.es enseignant.es.

- **Analyse qualitative des résultats**

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

Partie I : Principe de l'électrolyse : synthèse de l'hypochlorite de sodium

Dans la partie I, le jury a constaté une maîtrise insuffisante, chez une majorité de candidat.es, des aspects fondamentaux de l'électrochimie. Ces notions sont pourtant rencontrées à la fois dans les programmes de physique-chimie de lycée, des classes préparatoires aux grandes écoles, des sections de technicien supérieur et dans les niveaux L1 et L2 à l'Université. Parmi les difficultés et erreurs fréquemment rencontrées, on peut citer :

- la définition du taux de conversion comme un rapport entre masse de produit et masse de réactif (question 3).
- des confusions entre tension et potentiel et des difficultés à interpréter l'écart entre tension minimale d'électrolyse et tension effectivement appliquée (question 4).
- la réduction des ions sodium proposée comme réaction parasite dans l'eau (question 6).

Seuls quelques candidat.es ont réussi à prendre en compte l'ensemble des informations (données issues du diagramme potentiel/pH, données sur la

sélectivité de l'électrolyse et conséquence sur les surtensions seuils) pour modéliser de manière précise la cellule en fonctionnement par un tracé de courbes courant/potentiel (question 7).

Partie II : Utilisation de procédés électrochimiques en synthèse organique

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

- La notion d'inversion de polarité (Umpolung) est connue de certains candidats mais les explications associées manquaient souvent de précision. Le jury attendait par exemple la mention des électronégativités pour justifier l'électrophilie ou la nucléophilie des espèces chimiques mises en jeu (questions 10 et 11).
- La détermination du descripteur stéréochimique a conduit à des erreurs fréquentes dues à une mauvaise visualisation spatiale d'un centre stéréogène ne portant pas d'atome d'hydrogène (question 12).
- La séquence d'oxydation d'un alcool primaire suivie d'une cétolisation n'a souvent pas été comprise (questions 16 et 17) et les conditions expérimentales permettant une cétolisation croisée dirigée ne sont souvent pas connues.
- La discussion de l'aromaticité à partir de la règle de Hückel est très rarement conduite de manière satisfaisante. Le jury attendait ici un décompte correct des électrons délocalisés et la mention de la délocalisation sur l'ensemble du cycle plan.
- La réaction d'hydratation est rarement étudiée de manière complète, le jury attendait une justification de la régiosélectivité attendue (question 30).
- La définition du pouvoir rotatoire est souvent connue mais le lien avec l'excès énantiomérique du mélange est rarement établi avec suffisamment de précision dans la justification.

Le jury rappelle que l'écriture des mécanismes doit être faite avec le maximum de rigueur et de précision : représentation de l'ensemble doublets non liants des atomes concernés par la réaction, précision dans la représentation des flèches courbes qui doivent par d'un doublet liant ou non liant. La cohérence entre les conditions expérimentales (acides ou basiques par exemple) et le mécanisme proposé est par ailleurs un élément important dans l'évaluation.

Partie III : Procédé industriel d'électrosynthèse organique : synthèse de l'adiponitrile

Si l'allure du diagramme binaire liquide/vapeur d'un mélange idéal est bien connue (question 37), le jury a constaté des difficultés dans l'interprétation d'un diagramme d'un mélange de deux liquides avec miscibilité partielle (notamment les phases en présence dans chacun des domaines, question 39).

Le lien entre les courbes de solubilité (figure 4) et le diagramme binaire (figure 3) a posé quelques difficultés (question 38).

La détermination de la tension minimale d'électrolyse à partir de données thermodynamiques (question 43) a souvent été effectuée, mais davantage de rigueur serait appréciée, notamment dans la différenciation entre grandeurs standard ou non standard.

La lecture d'une surtension seuil sur un courbe courant-potentiel (question 46) n'a quasiment jamais été correctement effectuée : il s'agissait tout d'abord de

calculer le potentiel d'équilibre du couple, et tenant compte du pH qui était fourni, puis de comparer cette valeur à celle correspondant à l'apparition d'une réduction sur la courbe fournie, dont l'abscisse était en V/ECS.

L'aspect linéaire de la courbe présentée à la figure 7 a été souvent bien interprété (courant de diffusion proportionnel à la concentration, question 49), mais l'ordonnée à l'origine quasiment jamais exploitée : le calcul du rendement faradique (question 50) n'était alors pas possible.

Les questions concernant le réacteur continu ont été très peu traitées (questions 53 à 57).

Il s'agissait d'exploiter la loi de Fick, puis de faire un bilan sur le réacteur ouvert : lorsque plusieurs dimensions sont à considérer (ici O_x et O_z), il faudra faire preuve de précision dans les notations et de vigilance quant aux dérivées.

La question 59 concernait la détermination du temps de passage en réacteur parfaitement continu. Très peu de candidat.es ont proposé une réponse à cette question, bien que ceci relève souvent de programmes de première ou de deuxième année post-baccalauréat. Le jury félicite donc les candidat.es qui ont mené à bien la démarche de calcul.

La partie B a été souvent abordée, et bien traitée dans de nombreuses copies. Le jury a toutefois repéré dans certains cas une confusion entre l'aspect thermodynamique des réactions, qui était abordé ici, puisqu'il s'agissait de comparer des valeurs de constantes thermodynamiques d'équilibre, avec l'aspect cinétique (dont il n'était pas question jusqu'à la question 68).

Conclusion

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.

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.

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.

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

L'épreuve de composition de physique portait sur l'étude de la tomographie sismique et par cohérence optique. Elle était l'occasion d'aborder de manière concrète et actuelle des thèmes variés enseignés dans l'enseignement supérieur (ondes, optique ondulatoire, électricité, mécanique) et de tester les candidats sur leurs connaissances et compétences en modélisation informatique. Un ensemble de documents donnés en annexe permettait de contextualiser les notions abordées.

Le jury tient à féliciter les candidats pour la bonne qualité des copies dans leur ensemble. Elles étaient dans la majorité des cas bien écrites et présentées, avec un souci de clarté, ce qui est tout à fait appréciable dans le cadre d'un concours de recrutement de futurs enseignants.

La longueur du sujet est adaptée car beaucoup de candidats ont pu, durant les 5 heures imparties, traiter une très grande partie du sujet proposé. Les contenus des copies étaient souvent denses.

Composition de physique /20
1er quartile
Médiane
3ème quartile

Par la suite, seront explicités pour quelques questions des erreurs fréquentes commises, et les attendus du jury pour aider les futurs candidats dans leur préparation de cette épreuve.

Distribution des notes

Comme à chaque session depuis quelques années, une attention et une valorisation particulières sont accordées à des questions faisant partie des fondamentaux de la physique.

Il s'agissait cette session des questions 1 à 4 ; 6, 8 ; 14 à 22 ; 36 à 42 ; 46.

Cette année le poids de ces questions atteignait 53 % du poids total des questions du sujet.

Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-dessus), on constate que 25% des candidats ont une note inférieure à 19 /100 (1^{er} quartile) et que 75% ont un nombre de points inférieur à 63/100 (3^{ème} quartile). Cependant, manifestement, un nombre de plus en plus important de candidats ont une certaine aisance dans les fondamentaux qui leur permettra de conduire un enseignement de la physique dans le second degré ou dans certaines classes du post bac. En effet 38 % des candidats ont, sur ces questions, un nombre de points supérieur à 50/100.

En comparant les distributions des notes de tous les candidats et des seuls candidats admissibles, on constate que les très basses notes obtenues en physique ne sont pas rattrapées par la composition et le problème de chimie (aucun candidat ayant une note à la composition de physique inférieure à 5 n'est admissible). La mise en regard de ce constat et du poids des questions sur les fondamentaux, témoignent de la nécessité d'une bonne maîtrise de ces champs mais également du fait que cette maîtrise peut se révéler « payante » pour le concours.

Analyse du sujet et des copies sur certaines questions.

Partie I. Tomographie sismique

Partie A. Description et propriétés des ondes

Question 2. Une onde unidimensionnelle a une double dépendance spatiale et temporelle. Une onde harmonique est une onde sinusoïdale, elle doit s'écrire à l'aide de la fonction mathématique \cos ou \sin .

Question 3. Des confusions entre unité et dimension sont régulièrement faites dans les copies. La dimension d'une longueur est différente de son unité (m, cm, inch...).

Question 4. Pour appliquer la seconde loi de Newton, il faut commencer par définir le système considéré ainsi que le référentiel d'étude.

Partie B. Analogies entre ondes sismiques et ondes lumineuses

Question 6. Les lois de Descartes sont généralement bien utilisées. Dans certains cas cependant, on peut regretter que les angles soient définis par rapport au dioptre (et non par rapport à la normale !) et que les candidats oublient de rappeler que les rayons réfléchis et réfractés appartiennent au plan d'incidence.

Question 8. Beaucoup de candidats identifient que les rais sont courbés. On attendait néanmoins davantage de détails sur la cause de cette courbure et, en particulier, la croissance de la vitesse avec la profondeur et donc l'éloignement du rayon réfracté par rapport à la normale.

Question 10. Le sismogramme n'a pas toujours été bien analysé : certains candidats ont raisonné comme si le séisme avait eu lieu à l'instant $t = 0$, ce qui n'est pas le cas dans cette étude.

Partie C. Tomographie sismique

Question 13. Il était attendu d'expliquer pourquoi l'erreur relative sur le temps se retrouve à l'identique sur la vitesse.

Question 14. On constate beaucoup d'erreurs dans l'expression de la force de rappel exercée par un ressort. Le ressort est vertical et non horizontal, sa longueur à l'équilibre n'est donc pas égale à sa longueur au repos.

Partie D. Étude du fonctionnement d'un sismomètre

Question 15. Le référentiel était non galiléen puisqu'il n'était pas en translation rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre supposé galiléen.

Question 16. Il était essentiel ici de bien préciser le référentiel de travail pour justifier le bilan des forces, et expliquer qu'une force d'inertie devait être ici prise en compte du fait du caractère non galiléen du référentiel.

Question 19. Il est nécessaire d'être attentif aux conventions générateur/récepteur pour l'écriture de la loi d'Ohm. L'utilisation de la relation du pont diviseur de tension permettait d'obtenir aisément le résultat demandé.

Question 22. Le recours à la notation complexe n'est possible qu'en présence d'une équation différentielle linéaire. Le passage de la notation complexe (donnée) à la notation réelle a présenté des difficultés pour un certain nombre de candidats.

Question 24. On attendait des candidats qu'ils identifient une absence de résonance ou le fait d'être proche d'un régime transitoire critique pour justifier le choix de R.

Partie E. Méthode de résolution numérique

Question 26. Il y a eu parfois confusion entre le nombre d'intervalles (n) et le nombre de valeurs prises pour le temps (n+1).

Question 34 : Peu de candidats ont identifié sur le graphe le régime transitoire suivi du régime sinusoïdal permanent qui était le seul à devoir être considéré pour le calcul de la pulsation ω .

Partie II. Tomographie par cohérence optique

Partie A. Interféromètre de Michelson

Question 36. Le jury a constaté l'oubli fréquent de l'aller-retour dans le calcul de la différence de marche.

Question 37. La difficulté à établir le lien entre déphasage et différence de marche n'a pas permis à certains candidats d'obtenir l'expression de I(M). Certains ont proposé une figure d'interférences présentant des anneaux, ce n'était bien sûr pas le cas ici, l'interféromètre étant en configuration coin d'air.

Partie B. Cohérence temporelle des sources lumineuses

Question 39. La majorité des candidats a convenablement rappelé le lien entre fréquence, célérité et longueur d'onde. Beaucoup moins ont réussi à établir l'expression de .

Partie C. Principe de la tomographie par cohérence optique

Question 41. La plupart des candidats ont cité au moins 2 éléments essentiels intervenant dans le principe du laser (émission stimulée, pompage optique, cavité optique, 1 miroir semi-réfléchissant). Beaucoup citent également le caractère monochromatique comme propriété fondamentale du laser alors que le sujet montrait ici que ce n'est pas toujours le cas.

Question 42. On rappelle que la différence de chemin optique est algébrique, et qu'il convient donc de comparer à .

Partie D. Résolution axiale

Question 51. Peu de candidats ont expliqué correctement l'observation de zones sombres (pas d'interférences) ou claires (interférences).

Conclusion

De nombreux candidats ont bien compris que l'agrégation externe de chimie recrute des professeurs de physique-chimie qui, pour la plupart, enseigneront les deux disciplines. La composition de physique vise à évaluer, entre autres un niveau de maîtrise des fondamentaux de cette discipline. Ces fondamentaux

occupent une place importante dans la grille de notation afin de permettre à un candidat qui les maîtrise de conserver toutes ses chances pour être admissible.

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

Le problème de chimie de la session 2020 visait à présenter la chimie et la physico-chimie sous-tendant la conception, la composition, la structuration et enfin le fonctionnement d'objets intégrés dans notre quotidien que sont les diodes organiques électroluminescentes (OLEDs). Au travers de ce problème, il s'agissait de mettre en exergue les relations structures-propriétés de molécules fonctionnelles (notamment photo- et électroactives) et la pluridisciplinarité indispensable pour lever les verrous technologiques de matériaux conçus par des chimistes.

Au travers de ce rapport, le jury souhaite avant tout rappeler quelques grands principes dans la prise en main d'une épreuve émaillée de données et de documents à analyser. Il veille à attirer l'attention des candidats sur quelques points fondamentaux abordés ici et appelés à faire partie du bagage scientifique ou culturel de tout candidat. Ce rapport ne se veut pas exhaustif et invite les candidats à se référer aux rapports des sessions précédentes, toujours très riches dans leurs conseils pour appréhender cette épreuve écrite.

Quelques résultats

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

--	--

- Résultats aux questions fondamentales

Les questions fondamentales du sujet étaient les questions : 1 (définition matériaux au regard de leur conductivité), 7 (ordre de grandeur des énergies des transitions en spectroscopie moléculaire), 12 (appellation déplacement bathochrome), 13 (relation longueur de pi-conjugaison - diminution du gap optique), 15 (configuration électronique élément et ion), 21 (interaction entre OM gouvernée par des symétries identiques), 28 (origine interaction spin-orbite), 33 (distinguo fluorescence vs phosphorescence), 34 (information points isobestiques), 44 (attribution vagues or/red dans un voltampérogramme), 45 (notion réversibilité des processus d'oxydo-réduction), 47 (lien orbitales frontières et processus oxydation/réduction), 53 (relation différence de potentiel et champ électrique $E = V/d$), 56 (lecture ordonnée logarithmique / linéarisation loi exponentielle), 60 (lien entre état singulet/triplet et processus d'émission), 65 (réorganisation électronique suite à l'ionisation d'une molécule), 70 (symétrie et spectroscopie vibrationnelle), 71 (lien longueur de liaison - énergie de la vibration = nombre d'onde vibrationnel), 78 (domaine du visible et longueurs d'onde associée).

Le poids des questions fondamentales dans le barème correspondait à 25% du total

des points.

Si le total des points attribués aux questions sur les fondamentaux est ramené à 100 (graphique ci-contre), on constate que 41% des candidats ont obtenu un nombre de points inférieur à 20 /100 et que moins de 25% ont obtenu un nombre de points supérieur à 50/100.

- **Quelques remarques et conseils généraux**

Avant de détailler plus avant chaque partie, le jury souhaiterait souligner plusieurs points importants.

Les bonnes copies ont attesté de la capacité des candidats à mobiliser leurs connaissances et à extraire les informations utiles des documents fournis pour rédiger des réponses claires et synthétiques, étayées par des raisonnements structurés et scientifiquement rigoureux. Ces candidats ont aussi montré leurs capacités à porter un regard critique sur leurs résultats. Ils ont communiqué dans une langue française exempte d'erreurs de syntaxe et d'orthographe. De façon plus générale, la plupart des candidats ont fait preuve d'un réel souci sur la forme de leurs réponses et la présentation des résultats. Le jury tient à noter cet effort particulièrement appréciable et souhaite qu'il perdure. En revanche, les réponses présentées de manière peu structurée, hors-sujet, rédigées de manière approximative, voire inintelligible, ou construites autour de développements mathématiques peu rigoureux, ont été pénalisées. En outre, il est attendu d'un candidat à un recrutement professionnel, notamment un professionnel de l'enseignement, qu'il adopte une posture adaptée en termes de tenue du langage : quelques candidats auraient gagné à éviter un langage familier, à supprimer les abréviations réservées habituellement à de la prise de note personnelle, ou encore à rédiger des phrases complètes au lieu de mentionner quelques mots-clés en guise de réponse. Ainsi, comme dans les deux autres épreuves écrites, 5% du total des points ont été attribués à la présentation de la copie en termes de qualité de rédaction, d'utilisation d'un vocabulaire précis et de notations claires, de soin apporté à l'écriture et aux schémas.

Chaque candidat doit veiller d'abord à cerner précisément ce qui est attendu. Une seule et même question peut contenir plusieurs tâches, ou encore des compléments d'information permettant d'affiner le périmètre de la réponse attendue. Chaque candidat doit être attentif à la signification des verbes d'action utilisés, en général à l'infinitif, dans le contexte global fixé par le sujet : par exemple les verbes « déterminer » ou « proposer » n'impliquent pas le même développement que « donner » ou « citer ». Lors de sa préparation au concours, chaque candidat pourra trouver des éclairages utiles en consultant la ressource « *Verbes d'action figurant dans les capacités exigibles des programmes de physique-chimie* » (août 2019), disponible sur le site institutionnel Eduscol via le lien suivant : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/71/71/RA19_Lycee_GT_2-1-T_PHYCHI_verbes-action-capacites-exigibles-programmes_1163717.pdf

Quelques questions appellent une simple restitution d'une définition ou plus

généralement d'un savoir acquis. Néanmoins, la majorité des autres questions nécessite de mobiliser des connaissances dans le contexte du sujet pour arriver à la réponse attendue. Chaque candidat doit alors proscrire la simple déclaration de savoirs, de manière déconnectée du contexte, et laissant à la charge du correcteur (et du futur élève ou étudiant) de faire lui-même les liens nécessaires pour conclure. Par exemple, la question 70 nécessitait de mobiliser ses connaissances sur les spectroscopies infrarouge et Raman afin de répondre à la question posée sur les modes de vibration des liaisons carbone-carbone du polymère et en déduire la géométrie la plus probable selon son état. Un candidat ne pouvait alors se contenter de citer seulement une ou deux généralités théoriques sur ces spectroscopies comme si leur application au polymère étudié allait de soi. De manière générale, chaque candidat doit donner à voir au jury toutes les étapes de son raisonnement, et éviter des « donc » qui peuvent masquer une partie, voire la totalité du raisonnement attendu.

L'analyse des graphes ou des tableaux de données, nécessitait généralement de découper l'argumentation en deux temps : d'une part, une observation claire et univoque de l'évolution de la courbe et/ou des paramètres concernés, d'autre part, une explication ou une interprétation faisant appel aux connaissances acquises dans le domaine ou à leur extrapolation. La partie observation est correctement traitée ; néanmoins lorsque des valeurs doivent être extraites des graphes, leur précision doit respecter celle des échelles fournies. La partie interprétative est certes la plus délicate mais met précisément en relief la maîtrise des candidats dans leur représentation et leur compréhension des phénomènes. C'est cette deuxième partie qui a souvent pêché, les candidats se contentant d'une paraphrase de l'observation rapportée, sans avancer de réels arguments scientifiques. Le jury ne peut qu'encourager les candidats à s'exercer dans l'adoption d'une démarche rigoureuse et l'association de connaissances pour parvenir à proposer des interprétations pertinentes. Il tient à féliciter celles et ceux qui y sont parvenus avec beaucoup de finesse et de justesse.

De manière plus générale, les deux paragraphes précédents mettent en exergue les difficultés inhérentes à la chimie, et aux sciences expérimentales en général, d'articuler ce qui relève du monde matériel (objets, événements observables et quantifiables) avec ce qui relève du monde théorique (concepts, relations, lois, etc.). Lors de sa préparation, chaque candidat devrait chercher à s'approprier la ressource « *La modélisation, une activité essentielle pour travailler les compétences de la démarche scientifique* » (août 2019), disponible sur le site institutionnel Eduscol au lien suivant : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/40/2/RA19_Lyce_GT_2-1-T_PHYCHI_modelisation-competences-demarche-scientifique_1171402.pdf

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

Quelques remarques spécifiques au problème de chimie

Le problème de chimie comportait quatre parties indépendantes (notées de A à D), s'intéressant chacune à la structure et aux propriétés des objets chimiques mis en jeu dans chaque couche, en l'occurrence la couche émettrice constituée soit de polymères semi-conducteurs fluorescents, soit de complexes cyclométallés d'iridium phosphorescents, les électrodes et enfin les couches de transport de charge (électron, trou) au travers des propriétés électrochimiques de leurs constituants. Dans l'ensemble, toutes les parties ont été abordées même si certains candidats semblent s'être retrouvés démunis et ont à l'évidence abandonné rapidement la résolution du problème.

La partie A était dévolue à la présentation générique de systèmes conducteurs et aux études spectroscopiques d'oligomères et polymères π -conjugués. Elle a fait apparaître une maîtrise plutôt correcte de la notion de bandes de valence et de conduction pour expliquer la différence de conduction entre des systèmes isolants, semi-conducteurs et métalliques. En revanche, très peu de candidats ont évoqué la conductivité comme propriété macroscopique directement mesurable, ce qui dénote une certaine ignorance de la réalité physique. Cette déconnexion du monde réel se retrouve de manière récurrente dans une connaissance assez approximative des ordres de grandeur comme par exemple, ceux de l'énergie ou de l'intensité de transitions en spectroscopie moléculaire. L'étude du régime photostationnaire, le calcul des constantes de vitesse et les discussions associées ont généralement été assez bien menés. Cependant, on aurait pu s'attendre à une meilleure maîtrise de la notion d'état stationnaire car faisant partie des fondamentaux en physique-chimie. L'origine électronique des déplacements chromatiques de spectres encourus par une extension de la conjugaison ou l'introduction de groupes électro-donneurs ou électro-attracteurs a été souvent ignorée.

La partie B, plus conséquente, abordait la description structurale, électronique et électrochimique ainsi que la réactivité de complexes cyclométallés d'iridium utilisés comme molécules dans les couches minces émettrices. L'établissement de la configuration électronique de l'iridium (III) dans le complexe, a donné lieu à certaines propositions fantaisistes qui interrogent sur la maîtrise de la notion d'orbitales atomiques, dans leur description spatiale et énergétique. D'autres points fondamentaux comme la notion de point isobestique ou la signification des notations présentes dans les tables de caractères de groupes ponctuels de symétrie ont été à l'évidence trop sommairement assimilés. La partie sur la géométrie des complexes a été bien menée et même si tous les candidats n'ont pas su revenir à l'origine des notations *mer* et *fac*, l'analyse des données structurales fournies dans le tableau leur a permis de désigner correctement chacun des complexes. Quelques copies ont su analyser avec justesse et pertinence la réactivité des complexes tant au niveau de la réaction de substitution de ligands, impliquant l'effet trans, que de la transformation photochimique. La construction du diagramme orbitalaire du complexe, intégrant un seul ligand pour faciliter son élaboration, a mis en exergue une incapacité à mobiliser, voire une méconnaissance, des règles fondamentales sous-tendant leur élaboration ainsi qu'une confusion dans le placement énergétique des orbitales atomiques ou des fragments. Les questions 37 et 38 ont quant à elles été diversement réussies ; elles nécessitaient un certain nombre de prises d'initiative par le candidat dans le calcul du nombre de photons, le choix de la surface, etc. Le jury a malgré tout été agréablement surpris par certains éléments de réponse qui ont été valorisés, même si la notion d'absorption a été

souvent délaissée. Peu de candidats sont arrivés vraiment au bout de la résolution de la question 37. La dernière sous-partie concernant la voltampérométrie cyclique a été diversement traitée, allant d'une compréhension plus que fragile des processus en jeu (oxydation/réduction, lent/rapide, etc.) à certaines bonnes copies qui ont su répondre aux attendus du problème.

La partie C traitait d'aspects de mobilité électronique et des niveaux d'énergie des matériaux impliqués dans le transport de charges. Elle comportait un assez grand nombre de questions, amenant les candidats à notamment s'appropriier les diagrammes et les graphes présentés, indépendamment de connaissances purement théoriques ou pratiques assimilées au préalable. Il s'agissait avant tout de faire preuve de logique et d'éviter de présenter des valeurs qui manquaient de sens, comme une énergie de première ionisation inférieure à celle de l'affinité électronique. De manière assez frappante, la lecture de graphes, leur description et leur analyse semblent subalternes au traitement numérique demandé, menant à des résultats erronés et illogiques. Ce fut particulièrement le cas pour l'évolution de la mobilité en fonction de la température dont la linéarisation, via une transformation logarithmique, a été proposée par trop peu de candidats. La spectroscopie UPS est en revanche une technique connue de candidats qui l'ont souvent expliquée de manière convaincante.

La partie D rassemblait l'ensemble des composés étudiés préalablement au travers de leurs propriétés spectroscopiques, électroniques ou électrochimiques et visait à présenter le fonctionnement global d'une OLED. De manière générale, cette partie a été correctement abordée même si une partie des questions, liées à la partie C, a été délaissée. L'évolution du nombre d'onde de vibration de polythiophènes soumis à oxydation a été justement interprétée au travers d'une modification de la constante de force de la liaison. Néanmoins, les conséquences en termes d'allongement ou de raccourcissement de liaisons ont été très souvent omises, d'où des propositions sans fondement pour le choix de la structure la plus probable avant oxydation.

Pour conclure, le jury espère que les remarques et conseils émis seront utiles aux candidats souhaitant préparer ce concours exigeant dans les prochaines années. Comme indiqué dans les précédents rapports, le traitement séquentiel et fouillé des questions ainsi qu'une rédaction soignée et agrémentée de réponses précises, concises et justifiées sont régulièrement gratifiés et représentent des gages de réussite à cette épreuve écrite. Le jury tient ainsi à adresser ses chaleureuses félicitations aux candidats qui ont su faire montre d'une réelle appropriation du sujet, d'analyses fines et d'argumentations rigoureuses, dénotant des savoirs et des compétences solidement acquis et une aptitude à décloisonner les champs thématiques, prérequis à un enseignement de qualité et évolutif auprès de leur futurs élèves et étudiants.

ÉPREUVES D'ADMISSION

Elles se sont déroulées au Lycée d'ARSONVAL à St MAUR DES FOSSES (94), du 5 juillet au 16 juillet 2020.

Les résultats ont été proclamés le 17 juillet 2020.

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.

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

Cette année, exceptionnellement, l'épreuve « leçon de chimie » comporte un exposé de 30 minutes maximum suivi d'un entretien d'une durée de 30 minutes elle-aussi.

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

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

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

Périmètre des leçons et traitement de l'élément imposé

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

Le contenu scientifique de la leçon doit correspondre à des enseignements classiques de chimie de niveau licence, et se placer dans le contexte décrit par les thèmes et sous-thèmes donnés dans le sujet. Le développement de ce contenu doit être fait en s'adressant à des étudiants fictifs et non au jury. Les choix effectués par le candidat pour ce contenu doivent montrer sa capacité à développer un raisonnement, à construire un modèle et à en connaître les limites, et à disposer de repères quantitatifs (valeurs expérimentales ou ordres de grandeurs) voire historiques, en évitant de faire une leçon type « leçon de choses ».

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

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

Ressources et supports utilisés

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

L'accès à internet a été mis à profit par les candidats pour utiliser des bases de données (données thermodynamiques, banques de spectres...), ce qui permet d'illustrer la leçon par des exemples précis et concrets. Il est essentiel pour un candidat, futur enseignant, de s'interroger sur la pertinence d'illustrations numériques ou graphiques pour représenter des évolutions de propriétés.

Lors de cette session, le jury a constaté une utilisation par les candidats de ressources plus variées : vidéos, animations, programmes en langage Python ... Ces ressources ont en général été utilisées de manière très pertinente d'un point de vue pédagogique. En ce qui concerne les vidéos, il s'agit bien sûr de privilégier une visualisation de courte durée qui n'empiète pas excessivement sur le développement de la leçon.

L'utilisation pertinente de ces ressources ainsi que des supports de présentation disponibles (diaporama, tableau, explications orales) est un élément important dans l'évaluation des compétences pédagogiques et de communication des candidats. Quelques candidats ont présenté leur leçon en utilisant exclusivement un diaporama commenté oralement, ou en décrivant un tableau préalablement rempli sur toute sa surface au cours de la préparation : un développement au tableau sans s'appuyer excessivement sur ses notes est indispensable à la fois pour des raisons pédagogiques et pour montrer la maîtrise des concepts et notations scientifiques.

Quelques remarques sur le contenu scientifique des leçons

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

- De nombreux candidats manquent encore de rigueur dans le vocabulaire employé, en particulier dans la distinction des échelles microscopique et macroscopique ou entre réalité et modèle. On note ainsi des confusions très fréquentes entre molécule et espèce chimique, réaction et transformation, entre métal et élément métallique, stéréosélectivité et stéréospécificité... La lecture du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie⁴ publié lors de la réforme du lycée de 2019 est recommandé pour dé-

⁴https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/33/4/RA19_Lycee_GT_2-1-

velopper rigueur et justesse pour décrire les systèmes chimiques et leurs transformations aux différentes échelles.

- Les leçons de thermodynamique ont montré une maîtrise insuffisante des aspects fondamentaux par certains candidats : définition précise du système, rigueur dans les définitions et les notations, connaissances des lois importantes et de leur démonstration. Ces leçons n'ont pas été suffisamment illustrées d'exemples précis et chiffrés, et de propositions d'activités expérimentales.
- Les ordres de grandeur importants ne sont pas toujours connus : taille d'une entité (atome, molécule, macromolécule), longueur et énergie d'une liaison...
- Les spectroscopies infrarouge et de RMN ^1H ne permettent pas de déterminer de manière générale la structure d'une molécule sans information sur le contexte de la synthèse de l'espèce.
- En électrochimie, les notions d'électrode et de potentiel d'électrode ne sont pas maîtrisées avec suffisamment de précision et des confusions sont observées dans la description du fonctionnement des piles : courant nul ou non nul, rôle du pont salin, résistance interne. Les aspects expérimentaux sont mal connus des candidats.
- L'utilisation de notations génériques des molécules (« R »), si elle permet d'alléger des mécanismes ou des calculs, doit rester limitée : il est souhaitable, dès que c'est possible, de s'appuyer sur des exemples concrets. Ceci est également vrai dans le domaine de la chimie du vivant, dans lequel les exemples exploités ont singulièrement manqué.

Remarques sur l'entretien

L'entretien qui suit la présentation, d'une durée de 30 minutes, est divisé en trois parties :

- la première partie permet de revenir sur le contenu scientifique de la leçon. Le jury, en se basant sur ce contenu, peut proposer de revenir sur d'éventuelles erreurs ou imprécisions, de développer une démonstration, de donner un exemple précis pour compléter l'exposé. Il peut chercher à évaluer la maîtrise scientifique du candidat à un niveau éventuellement plus élevé que celui choisi pour la présentation.
- la deuxième partie a pour but de compléter l'évaluation des compétences pédagogiques du candidat (« comment enseigner ») : le jury peut dans cette partie amener le candidat à préciser la problématique et les objectifs de sa leçon, à compléter les explications fournies sur certains points plus délicats, à proposer des exemples complémentaires, à justifier ses choix de ressources bibliographiques et de supports, à justifier le choix du plan et l'objectif de chaque partie...
- la troisième partie est consacrée aux aspects didactiques (« quoi enseigner ») : il peut être proposé au candidat, à partir de son introduction pédagogique, de revenir sur son analyse du périmètre de la leçon, de citer les concepts les plus délicats... Le jury amène dans cette phase de l'entretien le candidat à s'éloigner du contenu de la leçon présentée pour étudier l'ensemble de la séquence envisagée : cours précédents et suivants, travaux pratiques et travaux dirigés proposés en lien avec le contenu de la leçon, connaissance des programmes du lycée en lien avec les concepts étudiés... Enfin, il peut être demandé au candidat d'envisager un positionnement différent de la leçon, par exemple à un niveau plus élevé ou moins

élevé que celui proposé lors de l'exposé, ou dans une autre partie du corpus disciplinaire.

Le jury est conscient du fait que la suppression des titres de leçon publiés jusqu'à la session 2019 a significativement modifié la préparation de l'épreuve et tient à féliciter les candidats qui ont su proposer des leçons montrant leur maîtrise des concepts scientifiques mais aussi la qualité de leurs réflexions et leur prise de recul sur les aspects pédagogiques et didactiques.

Quelques statistiques

	Moyenne	8,97
	1er quartile	6
	Médiane	8
	3ème quartile	11

Les notes des leçons de chimie se répartissent entre 2/20 et 20/20. 30,7% des candidats admissibles ont obtenu une note supérieure ou égale à 12/20.

Le tableau ci-dessous traduit un bilan par compétences des candidats, sur 4 compétences et avec 4 niveaux de maîtrise : A pour très satisfaisant, B pour satisfaisant, C pour fragile et D pour insuffisant.

	Compétences scientifiques et techniques	Compétences pédagogiques	Compétences didactiques	Compétences de communication
A%	8%	6%	9%	31%
B%	28%	22%	22%	40%
C%	52%	40%	40%	25%
D%	12%	32%	29%	5%

Pour cette session, le niveau des connaissances scientifiques et techniques ne sont satisfaisants ou très satisfaisants que pour 36 % des candidats.

Le jury constate par ailleurs, qu'une large majorité des candidats ont un niveau de maîtrise satisfaisant ou très satisfaisant dans la communication orale et la communication en interaction.

a.i.2. **RAPPORT SUR L'ÉPREUVE « LEÇON DE PHYSIQUE »**

Cette année, exceptionnellement, l'épreuve « leçon de Physique » se compose d'un exposé de 30 minutes maximum suivi d'un entretien d'une durée maximale de 30 minutes elle-aussi.

Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport, ils intègrent également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge de l'exposé. Lors de sa leçon, le candidat fait appel à des contextes ou à des applications qui motivent et donnent un intérêt à la leçon ainsi qu'à une ou plusieurs expériences et des illustrations qui enrichissent l'exposé.

La leçon permet d'évaluer le candidat sur :

- sa maîtrise des concepts, des modèles et des lois de la discipline ;
- sa capacité à illustrer et à expliciter le formalisme utilisé par une reformulation en langage courant sans renoncer à la rigueur scientifique ;
- son recul sur le sujet traité et sa culture scientifique ;
- sa capacité à faire des ponts entre champs de la discipline ;
- son aisance dans l'usage des outils mathématiques et la conduite des calculs ;
- sa préoccupation à identifier les obstacles que pourrait rencontrer quelqu'un qui découvre les notions abordées ;
- sa capacité à choisir, conduire et exploiter des expériences.

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

Les sujets des leçons peuvent porter sur le cycle terminal des classes de lycée et sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet. Les titres des leçons sont ouverts afin de ne pas limiter l'exposé à une seule année d'enseignement mais pour permettre de le centrer sur un niveau (ou cycle) : secondaire (1ères et terminales des lycées) 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. Cette introduction, d'une durée de 5 minutes maximum, s'adresse à des professionnels de l'enseignement. Le temps restant est dévolu à la présentation de la « leçon » en tant que telle, celle-ci débutant par l'énoncé d'une problématique, pouvant prendre des formes diverses, à laquelle la leçon s'efforcera de répondre.

À l'issue de l'exposé, l'entretien est l'occasion d'un échange entre le candidat et le jury, qui permet de revenir sur certains points comme par exemple les choix pédagogiques, les connaissances scientifiques ainsi que le choix des ressources. Depuis la session 2019, les candidats peuvent utiliser, en plus des ouvrages de la bibliothèque, toute ressource internet **en accès libre** (en dehors de tout forum de discussion, de toute messagerie et de tout site avec accès restreint). Cette ouverture a entraîné pour le jury une attente et une exigence d'autant plus grandes sur le recul des candidats pour les leçons et leur contenu. Lors de la session 2020, seules des ressources numériques étaient disponibles, en raison de la crise sanitaire.

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 » peut être introduite et guidée par l'étude du fonctionnement d'un stimulateur cardiaque. Si la science vise à répondre à des questions scientifiques que l'on se pose, on attend d'un exposé scientifique qu'une réponse ou des éléments de réponse soient apportés à la question posée en introduction. La problématique peut prendre la forme d'une question mais ce choix n'est pas limitatif. Toute forme constituant une accroche peut se révéler pertinente et il serait dommage que les candidats s'obligent à ne faire porter leur choix que sur des objets du quotidien ou technologique ; une leçon peut ainsi partir d'un article de recherche ou de revue de vulgarisation, faire appel à l'histoire des sciences ou aux sciences de la nature ou de la vie.

La problématique a été trop souvent confondue avec les objectifs de la leçon. Si

la première constitue l'accroche pour en quelque sorte justifier l'étude, les seconds visent les aspects cognitifs : quels concepts ou lois abordés et quelle maîtrise en est attendue pour le public ciblé.

Lors de cette session, il n'a pas été possible de réaliser des expériences durant la préparation ou la présentation de la leçon. Le jury a néanmoins apprécié la volonté des candidats d'illustrer leurs propos en présentant le principe d'expériences appropriées ou en s'appuyant sur des vidéos ou des relevés expérimentaux disponibles sur internet ou dans des ouvrages. Lorsque des mesures ou résultats chiffrés ont été proposés, les sources d'erreurs ont souvent été évoquées.

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, ... 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.
- 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.
- Sans rentrer dans les détails des leçons de cette année, le jury tient tout de même à signaler que le rôle et la place des différents éléments dans un montage d'optique doivent être connus et justifiés.

Quelques statistiques

Moyenne	9,18

1er quartile	6
Médiane	9
3ème quartile	12

Les notes des leçons de physique se répartissent entre 3/20 et 20/20. 25% des candidats admissibles ont obtenu une note supérieure ou égale à 12/20.

Le tableau ci-dessous traduit un bilan par compétences des candidats, sur 4 compétences et avec 4 niveaux de maîtrise : A pour très satisfaisant, B pour satisfaisant, C pour fragile et D pour insuffisant.

	Cohérence exposé	Démarche scientifique	Pédagogie Didactique	Culture scientifique
A	12%	7%	31%	11%
B	18%	21%	35%	31%
C	48%	52%	30%	55%
D	22%	21%	4%	3%

Pour cette session, le niveau des connaissances scientifique et la compétence à conceptualiser et à modéliser ne sont satisfaisants ou très satisfaisants que pour 28 % des candidats.

Le jury constate par ailleurs, qu'une large majorité des candidats ont un niveau de maîtrise satisfaisant ou très satisfaisant dans la communication orale et la communication en interaction.

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.

L'élément imposé semble parfois avoir été artificiellement rajouté à une présentation déjà travaillée en amont. Le jury a pénalisé les candidats qui n'y ont consacré que les dernières minutes de leur présentation. Sans être obligatoirement le fil rouge de l'exposé, l'élément imposé doit occuper une part significative de la leçon.

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 65 % 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.
- Il est déconseillé d'écrire complètement sa leçon au tableau ou sur un diaporama et, ainsi, de se contenter de la commenter devant le jury. Il est at-

tendu d'un candidat qu'il sache développer un raisonnement au tableau, éventuellement accompagné d'un schéma ou d'un calcul, devant son auditoire.

- 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 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.

A contrario, le jury a pénalisé les présentations constituées d'une liste d'activités pédagogiques, présentées très rapidement et non exploitées par la suite. Ce type

de contenu n'est pas attendu dans une leçon d'agrégation.

En conclusion, l'effort de préparation des candidats admissibles au nouveau format des leçons de physique introduites lors de la session 2018 du concours s'est poursuivi pour cette session. L'introduction de l'élément imposé lors de la session 2020 a permis de diversifier les présentations proposées. Le jury espère que le présent rapport sera utile pour les futurs candidats.

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 2021.

- Ondes mécaniques (niveau : *cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Phénomènes acoustiques (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*)
- Aspects énergétiques de phénomènes physiques (niveau : *cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- L'énergie, conversion et transferts (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*)
- Modélisation de l'écoulement d'un fluide (niveau : *cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Transmission et stockage de l'information (niveau : *cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Spectres (niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur)

- 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)

A PROPOS DE LA SESSION 2021

AGREGATION DE PHYSIQUE-CHIMIE OPTION CHIMIE

a.i.2.a.i.1. Programme de la session 2021

Le programme de la session 2021 de l'agrégation de physique-chimie option chimie figure sur le site « Devenir enseignant » à l'adresse suivante :

https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/agregation_externe_21/51/9/p2021_agreg_ext_physchim_chimie_1302519.pdf

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

a.i.2.a.i.2. Epreuves d'admissibilité

Ces épreuves ne subissent pas d'évolution lors de la session 2021.

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

Les nouveaux programmes de physique-chimie de lycée, comme ceux actuellement en vigueur en CPGE, intégrant des capacités numériques à faire acquérir aux élèves autour de la pratique du langage de programmation Python, comme en 2020, un environnement de programmation et de calculs numériques pourra être proposé dans ces épreuves ; l'objectif n'est pas d'écrire des lignes de codes mais d'analyser, de commenter ou de compléter un élément de programme fourni, en lien avec le contexte d'étude.

a.i.3. Epreuves d'admission

Lors de la session 2021, ces épreuves reprennent le cours initialement prévu pour la session 2020.

A propos de l'ouverture à internet

Comme lors des sessions 2019 et 2020, les candidats auront accès, en 2021, à internet durant la préparation et la présentation des trois épreuves d'admission. Afin de garantir l'équité entre candidats, sont exclus l'accès aux sites nécessitant une authentification individuelle (identification et mot de passe) pour accéder aux ressources, les réseaux sociaux et les messageries électroniques. Les adresses des sites consultés par chaque candidat seront enregistrées et tout accès à un site illicite pour le concours sera considéré comme une tentative de fraude avec les conséquences potentielles qui en découlent.

Pour le jury, l'objectif est 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 – qui inclut en particulier l'accès à de nombreux ouvrages numériques par l'intermédiaire de la base Scholarvox – 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.

Le jury souhaite que l'internet ne soit pas envisagé seulement comme un aide-mémoire donnant accès à des sites fournissant des plans de leçons et de montages établis. En absence de sujets publiés au préalable en leçons et en montage, les candidats doivent exploiter la richesse des ressources accessibles (textes, images, vidéos,...) et effectuer un travail d'élaboration dans lequel ils manifestent subjectivité et autonomie, tout comme un professeur dans l'exercice de son métier.

A propos des leçons et du montage

3.1. Leçons de chimie

La leçon reprend le cadre de la session 2019 : 4 heures de préparation ; 40 minutes de présentation orale incluant une introduction de quelques minutes exposant le niveau de traitement choisi par le candidat et les pré-requis, suivie de 40 minutes d'entretien avec les membres du jury. Les critères d'évaluation portent sur les compétences scientifiques et techniques, pédagogiques, didactiques, et de communication.

Comme pour la session 2020, il n'y aura pas de liste de sujets de leçon pour la session 2021 ; les sujets seront découverts par les candidats en début de préparation de l'épreuve, sans indication de niveau de traitement des notions et modèles autre que « Licence ». Ils contiendront trois éléments concentriques destinés à cerner le contenu de la leçon :

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

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

1. Autour de la classification périodique (évolution des propriétés, familles d'éléments, organisation)
2. Liaisons intra et intermoléculaires (théorie de la liaison intramoléculaire, liaisons intermoléculaires, structures moléculaires)

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

Deux exemples de sujet de leçon de chimie

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

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

Il est attendu des candidats qu'ils construisent des exposés permettant au jury d'apprécier la maîtrise disciplinaire du domaine (i), et plus précisément du thème (ii) à traiter, la qualité du raisonnement et les compétences pédagogiques et didactiques.

L'élément imposé (iii) doit être abordé au cours de la leçon. Plus ou moins « pointu », il peut être utilisé au libre choix des candidats pour bâtir l'intégralité de leur leçon ou bien être intégré dans le cadre élargi du thème (ii) tout en devant alors constituer une part significative de l'exposé.

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

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

3.2. Montages de chimie

L'épreuve de montage conserve le cadre utilisé lors de la session de 2019 : 4 heures de préparation et 1h20 au maximum de présentation et d'interactions avec les membres du jury. Il est attendu que le candidat mette en œuvre une diversité de techniques et de gestes expérimentaux. Les critères d'évaluation

accordent une importance primordiale aux gestes de la chimie ainsi qu'à leur compréhension, aux protocoles mis en œuvre ainsi qu'à leur appropriation et à l'exercice du regard critique.

Il n'y a pas de liste de sujets de montages publiés en amont mais des champs d'activités expérimentales du chimiste tels qu'ils sont couramment pratiqués au niveau de la Licence de Chimie ; c'est dans ces champs et dans les domaines d'activités expérimentales indiqués ci-dessous que s'inscrit chaque sujet de montage fourni aux candidat(e)s en début de préparation.

Chaque sujet comporte deux éléments :

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

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

Domaines pour les activités et protocoles expérimentaux⁵

- Synthèses en chimie moléculaire incluant les manipulations sous 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, ...)

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

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

- Déterminations de grandeurs thermodynamiques et cinétiques
- Electrochimie (diagramme potentiel-pH, potentiométrie, voltamétrie, conductimétrie, électrolyse, batteries,...)
- Environnement numérique (traitement des données, connaissance des bases d'informations et des sources de littérature, recherche de données, ...)
- Règles de sécurité au laboratoire et impact environnemental

Exemples de sujets de montage

Premier élément

Selon le principe concentrique appliqué en leçon de chimie, le premier élément inclut un domaine pris dans la liste ci-dessus qui en fournit l'arrière-plan et un thème qui en précise le cadre et en colore les développements.

Domaine : Synthèses en chimie moléculaire Thème : Synthèses des alcools

Domaine : Séparations

Thème : Distillations

Second élément

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

L'organisation du candidat lors de la préparation de l'épreuve reste à son initiative ; il en est de même pour l'ordre de présentation devant le jury des deux éléments de l'épreuve.

Les deux éléments du montage doivent être traités. En revanche, il n'y a pas de cadrage fixe quant au développement attendu de chacun d'eux. Le candidat doit chercher à mettre en valeur sa connaissance, sa compréhension, et sa maîtrise de techniques et de gestes expérimentaux, et veiller à exploiter les illustrations expérimentales qu'il réalise. Dans ce cadre, mieux vaut un nombre limité d'illustrations pertinentes plutôt qu'une collection d'expériences inabouties.

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

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

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

3.3. Leçons de physique

La leçon de physique conserve le cadre 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.

Les sujets des leçons de physique s'appuient sur les thèmes publiés dans ce rapport et intègrent également un élément imposé, découvert en même temps que le sujet, qui doit impérativement être traité pendant la leçon. Cet élément incite le candidat à adopter un plan et un déroulement originaux et cohérents qui sont valorisés. Il n'est cependant pas obligatoire que l'élément imposé constitue le fil rouge de l'exposé.

Lors de sa leçon, le candidat fait appel à des contextes ou à des applications qui motivent et donnent un intérêt à la leçon ainsi qu'à une ou plusieurs expériences et des illustrations qui enrichissent l'exposé.

La leçon permet d'évaluer le candidat sur :

- sa maîtrise des concepts, des modèles et des lois de la discipline ;
- sa capacité à illustrer et à expliciter le formalisme utilisé par une reformulation en langage courant sans renoncer à la rigueur scientifique ;
- son recul sur le sujet traité et sa culture scientifique ;
- sa capacité à faire des ponts entre champs de la discipline ;
- son aisance dans l'usage des outils mathématiques et la conduite des calculs ;
- sa préoccupation à identifier les obstacles que pourrait rencontrer quelqu'un qui découvre les notions abordées ;
- sa capacité à choisir, conduire et exploiter des expériences.

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

Les sujets des leçons pourront porter sur le cycle terminal des classes de lycée et sur les deux premières années de l'enseignement supérieur. Ce niveau sera précisé sur le sujet.

Exemple de sujet de leçon

Thème : images et couleurs (cycle terminal de l'enseignement secondaire).
Élément imposé. L'absorption et la diffusion appliquées à la synthèse des couleurs

Thèmes susceptibles d'être choisis pour les leçons de physique de la session 2021.

- Ondes mécaniques (niveau : *cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
- Phénomènes acoustiques (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'enseigne-*

- ment secondaire)*
- Aspects énergétiques de phénomènes physiques (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
 - L'énergie, conversion et transferts (*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*)
 - Modélisation de l'écoulement d'un fluide (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
 - Transmission et stockage de l'information (*niveau : cycle terminal de l'enseignement secondaire*)
 - Spectres (*niveau : deux premières années de l'enseignement supérieur*)
 - 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'enseigne-*

- ment 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 déchets⁶

Annexe 2

Fiche à compléter lors des leçons

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

Nom :

Prénom :

Titres des expériences, matériel, produits et schémas de montage

Mesures de sécurité

Destruction des produits - Élimination des déchets⁷

⁷Bidons 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
S'approprier APP	Extraire l'information utile sur des supports variés Mobiliser ses connaissances Identifier un problème, le formuler	Faire un schéma de la situation. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.	Dégager la problématique principale. Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie. Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau,...) Extraire une information de différents documents scientifiques (texte, graphe, tableau, schéma, vidéo, photo,) Identifier la nature de la source d'un document.
Analyser ANA	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Formuler une hypothèse Construire les étapes d'une résolution de problème Justifier ou proposer un protocole Identifier les paramètres influençant un phénomène Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse Proposer un modèle Évaluer des ordres de grandeurs	Élaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites. Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...). Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution. Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.	Identifier les idées essentielles et leurs articulations. Relier, trier et organiser qualitativement ou quantitativement différents éléments (données, informations...) du ou des 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.
Réaliser REA	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	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, ...

	dimensionnelle... Utiliser un modèle théorique		
Valider VAL	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/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
Communiquer COM	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,... (claire, juste, pertinente, exhaustive, 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 associées⁸

Compétences	Exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale - énoncer une problématique d'approche expérimentale - définir les objectifs correspondants
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> - formuler des hypothèses - proposer une stratégie pour répondre à la problématique - proposer un modèle - choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental

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

	- évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations
Réaliser	- mettre en œuvre un protocole - utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie pour celui de la liste « matériel », avec aide pour tout autre matériel - mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates - effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales
Valider	- exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes - confronter un modèle à des résultats expérimentaux - confirmer ou infirmer une hypothèse, une information - analyser les résultats de manière critique - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	- à l'écrit comme à l'oral : <ul style="list-style-type: none"> o présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible o utiliser un vocabulaire scientifique adapté o s'appuyer sur des schémas, des graphes - faire preuve d'écoute, confronter son point de vue
Être autonome, faire preuve d'initiative	- travailler seul ou en équipe - solliciter une aide de manière pertinente - s'impliquer, prendre des décisions, anticiper

