

 <p>ministère Éducation nationale</p>	<p>Secrétariat Général Direction générale des ressources humaines Sous-direction du recrutement</p>	<p>MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE</p>
--	---	---

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2010

AGRÉGATION

SCIENCES PHYSIQUES

OPTION CHIMIE

Concours externe

Rapport de jury présenté par Christophe IUNG
Professeur des Universités
Président du jury

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

Table des matières

Composition du jury	p.2
Renseignements statistiques	p.3
Rapport de synthèse du président du jury	p.4
Epreuves d'admissibilité :	
-Rapport sur l'épreuve écrite A	p.9
-Rapport sur l'épreuve écrite B	p.12
-Rapport sur l'épreuve écrite C	p.15
Epreuves d'admission :	
-Rapport sur l'épreuve de leçon de chimie générale et minérale	p.18
-Rapport sur l'épreuve de montage de chimie générale et minérale	p.20
-Rapport sur l'épreuve de leçon de chimie organique	p.23
-Rapport sur l'épreuve de montage de chimie organique	p.24
-Rapport sur la leçon de physique	p.26
-Leçons et montages <u>susceptibles</u> d'être retenus pour la session 2011	p.30

COMPOSITION DU JURY

M. Christophe IUNG	Professeur des Universités Président du jury
M. Daniel SECRETAN	Inspecteur général de l'éducation nationale Vice-président du jury
M. Robert LE GOFF	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
Mme Valérie ALEZRA	Maître de conférences
M David CHAPELIER	Professeur de chaire supérieure
Mme Catherine CHARDON	Professeur de chaire supérieure
M. Rémi DEJEAN DE LA BÂTIE	Professeur de chaire supérieure
M. Frédéric GENIET	Maître de conférences
Mme Laurence GRIMAUD	Enseignant-Chercheur
M. Luc MARTEL	Professeur de chaire supérieure
M. Guillaume MERIGUET	Maître de conférences
M Daniel MEUR	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
M Karim NOUI	Maître de conférences
M. Olivier PARISEL	Directeur de Recherche
Mme Isabelle PARROT	Maître de conférences
M. Pascal PONTY	Professeur de chaire supérieure
M Olivier THOMAS	Maître de conférences
Mme Anne ZAPARUCHA	Professeur des Universités
Mme Julie ZUTTER	Professeur agrégé

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Nombre de postes offerts au concours :	40
Nombre de candidats inscrits :	605
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	260
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	256
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	253
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	88
Nombre de candidats admis :	40
Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	20
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	8,7
Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Epreuve A :	12,9
Epreuve B :	11,5
Epreuve C :	12,9
Moyenne sur 20 du premier candidat admis :	16,9
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :	10,7
Moyenne sur 20 des candidats admis :	
Leçon de chimie :	12,7
Leçon de physique :	12,9
Montage de chimie :	11,8

ORIGINE DES CANDIDATS ADMISSIBLES

Élèves des Écoles normales supérieures :	19
Étudiants :	48
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	17
Divers :	4

ORIGINE DES CANDIDATS ADMIS

Élèves des Écoles normales supérieures :	16
Étudiants :	22
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	2
Divers :	0

RÉPARTITION PAR GENRE

	Admissibles	Admis
Femmes	47	25
Hommes	41	15

INTRODUCTION RAPPORT DE SYNTHÈSE DU PRÉSIDENT DU JURY
--

La trame de ce rapport actualise celle du rapport dédié à la session précédente. Les éléments rapportés sont en effet largement pérennes.

La session 2010 de l'agrégation externe de sciences physiques et chimiques option chimie s'est déroulée dans des conditions respectant les dispositions législatives et réglementaires relatives aux concours de recrutement de la fonction publique de l'État et conformément aux règles jurisprudentielles afférentes aux procédures des concours. Toutes les dispositions prises avaient été explicitées lors des rencontres annuelles successives organisées par le président du jury à l'intention des centres de préparation (la dernière en date : le 15 décembre 2010). Ces rencontres permettent d'actualiser les appréciations réciproques portées sur les modalités pratiques du concours et sur la préparation des candidats. Les intitulés des thèmes et leçons proposés portent la référence à un niveau d'enseignement précisé : L (cursus licence), CPGE (classe préparatoire aux grandes écoles), STS (section de techniciens supérieurs), classes de lycée. Dans le cas du cursus Licence (L), le jury accepte tout niveau d'exposé pouvant être traité dans les niveaux L1, L2, L3 à la condition forte que les pré requis soient clairement définis et posés, que les développements soient maîtrisés et cohérents avec le niveau déclaré. Il ne s'agit nullement de « monter » artificiellement le niveau théorique de l'exposé sans démontrer la meilleure maîtrise des fondements scientifiques sous-jacents.

Cette session s'est déroulée au lycée Henri IV situé à Paris 23 rue Clovis dans le cinquième arrondissement, suivant des modalités voisines de celles de la précédente session. L'équipe de direction de cet établissement doit être remerciée pour sa disponibilité et la qualité de son engagement.

Les candidats ont été accueillis, pour l'opération rituelle et renouvelée de tirage au sort, en trois séries. Cette prise de contact avait en particulier pour objet de placer les candidats dans les meilleures conditions psychologiques pour aborder leurs épreuves des jours suivants ; elle a aussi permis au président de jury et à l'équipe d'encadrement de tracer devant les candidats les perspectives de recrutement et les modalités de l'évaluation mise en œuvre pour opérer ce recrutement. Il est en particulier précisé aux candidats admissibles que cette admissibilité constitue une première étape pouvant conduire soit à une admission immédiate soit une admission obtenue lors d'une future session. Le jury a en particulier remarqué les progrès considérables effectués par quelques candidats redoublants. **Nous avons également précisé lors de ce premier contact l'importance que nous accordons à la présence des candidats le jour de la proclamation des résultats. En effet, à l'issue de cette proclamation publique (moment difficile nerveusement auquel les candidats peuvent évidemment se soustraire), il leur est proposé de rencontrer les membres du jury afin de discuter de leurs prestations orales. Ces entretiens permettent, en particulier, aux étudiants non admis de comprendre les raisons de leur non-succès et ainsi de pouvoir préparer au mieux un**

succès futur. Ils permettent aux candidats de discuter de leur insertion dans l'Éducation nationale.

Les enjeux doivent être clairement perçus et ainsi, mieux relativisés. La connaissance de ces enjeux permet aux candidats d'aborder plus sereinement les épreuves du concours. La différence entre les deux notions d'examen et de concours doit être explicitée pour amener chaque candidat à intégrer l'idée que la compétition met en œuvre la comparaison des prestations individuelles et donc relativise celles-ci : toute autoévaluation à la fin d'une épreuve est vaine et tout « jugement » (ou plutôt opinion ...) porté par tel ou tel observateur extérieur au jury qui ne possède donc pas une vue globale des prestations est naturellement infondé, tronqué ou inadapté et ne porte donc aucun sens. Seul l'entretien avec le jury proposé aux candidats le jour de la proclamation permet de comprendre l'évaluation qui a été effectuée par le jury.

Le recrutement de professeurs qui auront en charge pendant une quarantaine d'années le développement de l'appétence scientifique des jeunes élèves et donc l'avenir de notre pays, n'est pas une démarche aisée. Il faut simultanément s'assurer de connaissances maîtrisées, mais déjà « presque mortes » et de la capacité de transmettre pendant de nombreuses années un message scientifique évolutif : à cet égard il est clair que l'on n'enseigne pas ce que l'on veut ni même ce que l'on peut mais que l'on enseigne aussi ce que l'on est. Il est aussi évident que la formation doit prendre son plein épanouissement en apprenant aux étudiants à penser. La classe doit toujours être considérée, y compris lors des épreuves d'agrégation, comme un corps vivant auquel on tente de communiquer un véritable enthousiasme et appétit de compréhension raisonnée du monde de la chimie et de ses applications. La technique « des documents fraîchement préparés » et l'usage des caméras flexibles ont définitivement remplacé le recours à des « transparents préconstruits » et souvent obsolètes. Les candidats doivent être persuadés que le jury n'a aucune idée préconçue sur aucune leçon ou montage : seul le respect du programme lorsqu'il s'agit d'une leçon sur programme devra être respecté.

La session 2010 a été placée, comme la précédente, sous la double approche d'une pratique de l'équité de traitement des candidats d'une part et d'autre part de l'expression d'une certaine éthique. Il appartient au président de jury de veiller au respect du principe d'égalité des candidats. Le respect de ce principe essentiel, qui est une conséquence du principe d'égalité d'accès aux emplois publics, s'impose tout particulièrement lors du déroulement des épreuves. Comme pour la précédente session, le président de jury a donc pris la décision de ne pas mettre à disposition des candidats tous les documents jugés non conformes à l'éthique du concours (voir jurisprudence). Les documents écartés possédaient, pour certains, un numéro ISBN mais cette qualité n'est pas suffisante au regard de l'équité de traitement des candidats. Il ne sera pas accepté qu'un candidat revendique l'utilisation du matériel apporté par son centre de préparation si un matériel équivalent ayant une autre origine lui est fourni. Le service du concours a fourni systématiquement des calculatrices aux candidats en interdisant l'usage de machines

personnelles dans les mémoires desquelles auraient pu être stockées des informations stratégiques et scientifiques.

Il faut rappeler que l'évaluation des candidats se fait dans le cadre d'un concours et non d'un examen. Etre admissible à un concours de ce niveau témoigne de réelles connaissances et compétences scientifiques. Lors des épreuves d'admission, le jury évalue la prestation des candidats à partir de leur intelligence des situations, leur capacité de réflexion, leur autonomie, leur esprit critique. L'échelle de notation va de zéro à vingt. La notation est principalement centrée sur les prestations spontanées des candidats. Ainsi, les interrogations du jury sont construites pour valoriser le candidat et non pour l'amener perfidement à dire des bêtises. Chacun a bien conscience du stress et du manque de lucidité souvent attachés à une situation d'oral à enjeu. Le métier de professeur et singulièrement celui de professeur de sciences physiques et chimiques n'est pas simple mais il ne tolère pas de prendre des libertés avec l'honnêteté scientifique : il faut toujours nous soumettre à l'expérience et aux exigences de ses résultats constatés. Les élèves ne porteront aucun respect au professeur qui adroitement ou maladroitement travestira la réalité des observations faites en classe et tordra cette réalité pour la rendre conforme à un modèle préconstruit et inadéquat. Les étudiants qui, par calcul ou désinvolture, se dispensent de rigueur et d'honnêteté sont lourdement pénalisés.

L'organisation et la surveillance des épreuves sont placées sous la responsabilité du président du jury. Toutes les dispositions prises visent à garantir la sérénité et le calme pour les candidats. En effet ce sont eux qui sont au cœur des préoccupations de l'équipe d'encadrement du jury. Les épreuves orales d'un concours ont en principe un caractère public, cela pour garantir l'impartialité du jury, et le public doit pouvoir y assister. Le candidat doit voir son droit à l'expression et à l'image protégé et cela interdit donc aux spectateurs de prendre des traces écrites, sonores ou filmées de la séance d'interrogation. Les candidats doivent d'ailleurs rester libres d'écrire ce qu'ils jugent utile au tableau.

Le président du jury peut limiter l'accès du public à la salle de concours (réponse jurisprudentielle). Ces mesures limitatives sont prises en fonction de considérations techniques (taille des salles...) et de la capacité de l'équipe d'encadrement à assurer le contrôle et le suivi des auditeurs.

Les candidats sont assistés d'une équipe technique dont ils ont loué eux-mêmes maintes et maintes fois la qualité et la disponibilité. L'assistance ne doit pas se comprendre comme un transfert de responsabilité : le candidat est seul responsable de ses préparations et prestations. Le personnel technique sait interpréter une demande de matériel si et seulement si celle-ci est conçue à partir des fonctionnalités et des spécificités techniques ou technologiques des appareils. La provenance géographique ou l'origine commerciale ne sont pas des critères d'identification retenus par le jury. Il est vital de se souvenir que le but d'un montage est avant tout de présenter des expériences et des mesures.

Dans les sciences physiques et chimiques la notion de sécurité est permanente qu'elle soit d'ordre chimique, électrique, environnemental, etc.. Le souci de cette sécurité doit être présent dans tous les actes, y compris les actes réputés être élémentaires. Cela ne signifie pas que les candidats doivent être tétanisés par des questions relatives à ce champ car celles-ci garderont toujours un poids relatif. La

meilleure éducation à la sécurité est celle de l'appréhension intelligente et raisonnablement anticipée des situations.

Tous les candidats ont été reçus au cours de leur session par un vice président ou par le président. Des qualités aussi simples et évidentes que convivialité, respect des règles et des autres, courtoisie, politesse sont montrées par la quasi-totalité des candidats. Un petit nombre d'entre eux a traversé, en cours de préparation, un moment de désarroi ou de découragement. Dans chaque cas le personnel technique a tenté de persuader le candidat de surmonter son stress et a fait appel à un vice-président.

La vie ne commence pas seulement avec l'admissibilité et elle ne se termine ni avec l'admission immédiate ni avec une admission retardée. La science se construit tous les jours et le chantier mérite que de plus en plus de jeunes femmes et de jeunes hommes s'y engagent.

L'image que tous les acteurs de cette session de l'agrégation de chimie ont tenté de donner est justement une image porteuse des vertus cardinales liées à la Science : modestie, humilité et honnêteté scientifique.

Je remercie tous ceux, au premier rang desquels les candidats, qui ont apporté leur concours à cette entreprise réussie.

TEXTES DE RÉFÉRENCE POUR LA PRÉPARATION DU CONCOURS

Les épreuves sont déterminées selon l'arrêté du 28 décembre 2009 paru au J.O. du 06 janvier 2010.

Le programme de la session 2011 est paru dans le BOEN spécial du 10 juillet 2010.

Il est à noter deux modifications majeures pour la session 2011. Tout d'abord, le nouveau programme de la classe de seconde des lycées a été publié au BOEN spécial n° 4 du 29 avril 2010. Il devient le programme de la classe de seconde de référence pour la session 2011. D'autre part la seconde épreuve orale comprendra une leçon de physique et une interrogation sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'état et de façon éthique et responsable ».

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves d'admissibilité ont eu lieu les 07, 08 et 09 avril 2010

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE A

par

Mmes C. CHARDON, L. GRIMAUD, I. PARROT, M. O. THOMAS

Le jury souhaite par ce rapport aider les futurs candidats à préparer l'épreuve de chimie organique. Le présent rapport fait état de remarques qui apparaissaient déjà dans les rapports des années précédentes. Nous ne pouvons que conseiller aux futurs candidats d'étendre leur lecture aux rapports antérieurs.

La composition de chimie 2010 traite de la chimie riche et variée des dérivés nitrés.

Dans un premier temps, on envisage diverses synthèses de dérivés nitrés :

- aromatiques par substitution électrophile aromatique ou par substitution nucléophile aromatique puisque l'effet mésomère attracteur du groupe nitro le permet également.
- aliphatique par substitution nucléophile bimoléculaire mettant en jeu du nitrite de sodium.

Divers aspects de la réaction de Henry sont envisagés par la suite. Cette réaction met en jeu le caractère acide du H en alpha du groupe $-NO_2$. Le carbanion ainsi formé peut s'additionner sur les dérivés carbonyles lors de synthèses stéréosélectives ou non. Cette réaction est l'étape clef de la synthèse de la pancratistatine qui est étudiée en détails.

Pour finir, le sujet aborde des transformations possibles des dérivés nitrés.

- leur réduction en chimie radicalaire.
- leur implication dans la synthèse d'hétérocycles de type isoxazoline ou isoxazolidine mettant en jeu des cycloadditions [3+2]. La régiosélectivité de ces réactions est étudiée par la méthode de Hückel simple.
- leur utilisation en chimie organométallique.

Nous ferons, dans un premier temps, état de remarques générales sur l'épreuve de chimie organique, puis de remarques spécifiques à la composition de chimie du concours 2010.

Tout d'abord, nous souhaitons rappeler aux candidats que le concours de l'agrégation n'est pas une épreuve de vitesse mais une épreuve d'efficacité et de compétence. En aucun cas, la rapidité ne doit s'exercer au détriment de la rigueur.

Nous rappelons que la copie ne doit pas être un brouillon reprenant tout ou partie des données de l'énoncé et sur lequel on voit les différentes phases du raisonnement mais une synthèse aboutie. La numérotation de l'énoncé doit être strictement respectée.

L'écriture des mécanismes réactionnels requiert une grande rigueur : chaque étape doit être indiquée, y compris les étapes de prototropie et les étapes acido-basiques, utilisant le formalisme de Lewis et les

flèches courbes décrivant les déplacements électroniques. Par exemple, les flèches courbes correspondant à un anion partent du doublet d'électrons et non de la charge qui résulte de la présence du doublet. Il est indispensable d'indiquer précisément quelles étapes d'un mécanisme, ou quelles transformations sont équilibrées ou totales : une réaction acido-basique donnant lieu à un dégagement gazeux est totale par exemple, la formation de l'intermédiaire de Wheland est équilibrée.

L'attribution des vibrations de valence pour un signal infrarouge doit être précise. S'il n'existe pas d'ambiguïté pour la vibration de la liaison N-H, O-H il n'en est pas de même pour celle de la liaison C=O. À défaut de la proposition d'une structure, la nature de la fonction doit être impérativement précisée (carbamate, ester, amide).

Lorsque la configuration d'un centre stéréogène est demandée, la rédaction peut se limiter à la configuration absolue du carbone asymétrique suivie obligatoirement du classement des groupes par ordre de priorité.

Plus précisément, les substitutions électrophiles aromatiques sont des réactions classiques de la chimie organique, mais elles s'avèrent mal maîtrisées par une large majorité des candidats. Une des premières étapes est la formation de l'électrophile. Dans le cas d'une nitration, l'électrophile est l'ion nitronium (et non le nitrosonium). Nombre de candidats oublie que l'atome d'azote, N, appartient à la deuxième période de la classification périodique et satisfait à la règle de l'octet. Il ne peut donner lieu à des structures de Lewis fantaisistes contenant plus de 4 liaisons. On rappelle qu'une lacune électronique apparaît quand l'atome n'est pas engagé dans quatre liaisons et donc NO_2^+ ne possède pas de lacune électronique. À l'inverse, l'intermédiaire de Wheland non aromatique possède une lacune électronique. Les règles de Holleman prévoient l'activation (ou non) et la régiosélectivité des polysubstitutions électrophiles aromatiques mais ne constituent, en aucun cas, une justification de cette régiosélectivité qui doit être établie par la stabilité des différents intermédiaires de Wheland (puisque l'état de transition est tardif). Il est à regretter que des réactions aussi simples posent autant de problèmes à des candidats à l'agrégation. De plus, rares sont les candidats qui ont compris que les aromatiques désactivés peuvent donner lieu à des substitutions nucléophiles aromatiques car le carbanion résultant de l'addition du nucléophile est stabilisé et que, dans le cas d'un nucléophile ambident type nitrite, il faut envisager les différentes possibilités pour les substitutions nucléophiles. Pratiquement, toutes les copies signalent que le DMF est un solvant polaire aprotique mais peu de candidats justifie le choix d'un tel solvant.

La deuxième partie traitait principalement de la réaction de Henry, analogue nitré de la réaction d'aldolisation. Une majorité de candidats justifie l'acidité du H en alpha du groupe $-\text{NO}_2$ par l'effet inductif attracteur (-I) de ce groupe mais aussi par la stabilisation de la base conjuguée impliquant l'effet mésomère attracteur (-M) du groupe nitro. La réaction d'addition de l'anion formé sur le carbone électrophile d'un dérivé carbonyle peut devenir stéréosélective. Très peu de candidats décrivent le modèle de Felkin-Anh. On rappelle que la liaison O-Si (530 kJ.mol^{-1}) est l'une des plus stables de la

chimie (moins forte certes que la liaison Si-F (environ 830 kJ.mol^{-1})). La réaction de Henry, bien que très simple, a suscité de nombreuses erreurs et a permis une fois de plus de démontrer que les réactions les plus simples sont mal maîtrisées par les candidats.

La troisième partie faisait appel à des notions moins habituelles en chimie organique et plus complexes que dans les deux parties précédentes. Les candidats qui ont abordé ce sujet connaissaient assez bien les grandes lignes de la chimie radicalaire. Concernant les cycloadditions, il faut regretter que de rares candidats relient les intégrales coulombiennes à l'électronégativité apparente de l'atome concerné. Les calculs Hückel ont beaucoup dérouté les candidats.

Les grandes lignes de la chimie organométallique sont trop peu connues notamment la détermination de l'environnement électronique dans l'espèce active.

En résumé, ce sujet faisait appel à des notions abordées en L3 ou en CPGE pour une bonne partie et, malgré cela, peu de candidats ont montré qu'ils maîtrisaient parfaitement ces acquis. Nous rappelons que cette épreuve est avant tout construite afin d'évaluer les connaissances de base des candidats. La maîtrise de mécanismes complexes est appréciée si et seulement si elle s'accompagne d'une parfaite acquisition des réactions de base.

Le jury a eu la satisfaction de constater que nombre de candidats a tenu compte des remarques des rapports antérieurs et a eu le plaisir de corriger des copies d'excellente qualité. Il félicite les candidats qui ont montré, lors de cette épreuve, une connaissance étendue en chimie organique mais aussi des qualités pédagogiques par des réponses concises, claires et précises tout en effectuant le sujet dans sa totalité. Ces qualités sont indispensables pour le métier qu'ils se destinent à pratiquer. Le jury attend des candidats une rédaction progressive (en détaillant complètement les premiers mécanismes notamment les additions-éliminations puis en utilisant des notations raccourcies par la suite) et soignée plutôt que des copies rédigées dans un pur esprit de concours.

Il espère par ailleurs que ce présent rapport pourra aider les futurs candidats à progresser dans la forme tout comme dans le fond.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE B

par

Mme J. ZUTTER, MM D.MEUR, K. NOUI et P. PONTY

Le sujet de physique de cette session 2010 proposait l'étude des principes de différentes techniques de spectroscopie couramment utilisées au laboratoire de chimie : spectroscopie IR, UV visible et RMN.

D'une manière générale :

- les candidats semblent soucieux de la qualité de leur rédaction ; les réponses aux questions sont généralement convenablement rédigées et justifiées ;
- l'électrocinétique est globalement assez bien maîtrisée ;
- le sens des ordres de grandeur est souvent correct ;
- les applications numériques sont le plus souvent exactes et leurs résultats correctement exposés et commentés ;
- les meilleures copies sont de très bonne qualité, ce qui montre que les candidats se préparent sérieusement.

On constate cependant que :

- en optique, la notion de cohérence est rarement bien expliquée, les différences de marche sont calculées sans que l'ensemble des justifications nécessaires soit donné, les signes des déphasages sont rarement corrélés à la notion d'avance ou de retard de l'onde, ou encore insuffisamment justifiés ;
- certaines règles élémentaires du calcul différentiel sont mal utilisées ;
- il en est de même des outils de base en calcul (formules de trigonométrie, équations différentielles, utilisation des complexes, représentation de graphes de fonctions assez simples).

La première partie proposait, après quelques rappels sur les interférences à deux ondes, une étude guidée de l'interféromètre de Michelson et de la spectrométrie par transformation de Fourier inverse.

La discussion sur la précision du repérage du miroir « charioté » (question I.B.4) n'a que très rarement été comprise ; il en a été de même pour l'intérêt pratique de la variation de l'ordre d'interférence. Dans la question I.B.5, on ne pouvait se contenter d'évoquer le théorème de Malus pour justifier l'expression proposée de la différence de marche en un foyer image secondaire de la lentille. L'intérêt de la localisation n'a pas vraiment été dégagé.

La deuxième partie abordait l'étude d'un réseau de fentes, d'un réseau par réflexion et de son utilisation comme instrument dispersif d'un monochromateur.

La distinction entre dispositifs à division d'amplitude et dispositifs à division de front d'onde est bien comprise ; il en est de même pour l'origine de l'écart de luminosité entre les différents ordres d'un réseau.

La troisième partie abordait l'étude du principe de la RMN (méthode impulsionnelle) : le signal induit subissait le filtrage primaire d'un filtre passe-bande, puis une détection synchrone en quadrature et enfin une analyse par transformée de Fourier ; toutes les formules nécessaires à l'étude étaient fournies.

Les ordres de grandeur du champ magnétique dans les spectromètres RMN sont connus (de même que ceux des fréquences de précession associées), ainsi que la statistique de Maxwell-Boltzmann.

Les questions III.A.2 à III.A.4 comportant un certain nombre de calculs, beaucoup de résultats intermédiaires étaient fournis, ce qui permettait d'éviter des blocages.

Le moment magnétique total à l'équilibre thermodynamique ne pouvait être affecté par la précession, étant colinéaire au champ permanent.

Si les conditions de validité de l'approximation des états quasi-stationnaires sont assez rarement connues (question III.A.4.6), le phénomène permettant la détection a clairement été identifié. Au vu de l'ensemble de l'étude menée dans cette partie III.A.4, le premier intérêt d'opérer avec des valeurs importantes de B_0 résidait dans l'augmentation de la sensibilité de la détection par induction électromagnétique : augmentation de M_0 et augmentation de la vitesse angulaire de précession.

La notion de surtension à la résonance en intensité est mal perçue (III.A.5). En revanche, les ordres de grandeur usuels des capacités et auto-inductances sont connus.

Rappelons que H , module de \underline{H} , est égal au gain (quotient de l'amplitude du signal de sortie par celle du signal d'entrée).

Mentionner qu'une fonction à valeur complexe est décroissante est dépourvu de sens. Les résultats donnés aux questions III.A.6.4 et III.A.6.9 pouvaient aisément être justifiés en s'appuyant sur la linéarité et en remarquant que les fréquences présentes dans les signaux étudiés se trouvaient dans la bande passante, « très loin » de ses bords.

Il est toujours pénalisant d'écrire une équation de maille sans représenter l'indispensable schéma électrique équivalent, qui doit préciser clairement toutes les conventions utiles.

L'interprétation de l'expression $\frac{1}{2}$ largeur en fréquence (questions III.A.6 et III.C.4) a souvent été erronée, de même que l'expression « terme transitoire » (questions III.A.6.5).

La justification complète du résultat proposé à la question III.A.6.6 exigeait que l'on montre la possibilité d'assimiler ici la pseudo-pulsation à la pulsation propre.

La prise en compte des continuités de i et de u_c permettait d'obtenir la valeur à $t = 0^+$ de la dérivée de l'intensité.

Si peu de candidats ont traité la question III.A.6.10, plus nombreux sont ceux qui ont perçu l'impact du procédé d'accumulation sur la valeur du rapport signal/bruit.

Les parties III.B et III.C abordaient la détection synchrone en quadrature et la réalisation des impulsions radiofréquences ; situées en fin d'un sujet conséquent, ces parties n'ont été qu'assez rarement traitées, de façon souvent satisfaisante par ailleurs.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ECRITE C

par

MM. D CHAPELIER, L. MARTEL, G. MERIGUET et O. PARISEL

Le jury souhaite par ce rapport aider les futurs candidats à préparer l'épreuve de chimie générale. Le présent rapport fait état de remarques qui apparaissaient déjà dans les rapports des années précédentes. Nous ne pouvons que conseiller aux futurs candidats d'étendre leur lecture aux rapports antérieurs. Le sujet était constitué de deux parties indépendantes dans lesquelles se trouvaient des sous parties elles-mêmes indépendantes de façon à ne pas bloquer les candidats. Dans le même esprit, quelques relations étaient fournies dans l'énoncé.

La partie A s'intéressait au pH après une mise en place de la théorie de Debye-Hückel.

Le pH est un sémillant centenaire. À ce propos, on pourra lire avec profit le récent article d'Élisabeth Bardez paru dans l'Actualité Chimique (avril 2010- n°340-p.35 sq.).

L'énoncé débutait modestement par des demandes de définitions élémentaires. Le jury a été surpris de constater qu'une partie importante des candidats ignorait ce qu'est un acide de Lewis, la molalité ou la force ionique. L'expression du potentiel chimique d'un soluté a posé aussi des difficultés aux candidats qui n'ont pas lu que l'échelle des molalités était considérée ou que les solutions n'étaient pas idéales. Ce dernier point se retrouvait dans la définition demandée du pH.

Dans la partie consacrée à la théorie de Debye-Hückel, le jury a eu le plaisir de lire des copies montrant à la fois de solides connaissances et de bonnes capacités de raisonnements. Malheureusement leur nombre était faible.

Tous les candidats n'ont pas vu que la calcination de la pâte d'oxyde d'argent conduisait à de l'argent solide et non pas à de l'oxyde d'argent ! La constante de cet équilibre a, souvent, été bien déterminée. Le caractère total de cette transformation a rarement été justifié de façon correcte.

Peu de candidat savent que la définition complète d'une tension à vide, parfois aussi appelée force électromotrice, précise l'identité de nature des deux conducteurs électroniques entre lesquels la tension est mesurée, d'où le dépôt sur platine.

Lorsque l'énoncé donne des tableaux de valeurs, la majorité des candidats pensent à les exploiter en traçant un graphe ou en faisant une régression linéaire, ce qui est une bonne idée. Les erreurs proviennent des mauvais choix fait sur les coordonnées choisies.

La confusion entre précision et fidélité des mesures est fréquente.

Parmi ses caractéristiques, la cellule de Harned présente un avantage qui est l'absence de potentiel de jonction et un inconvénient qui est le passage du dihydrogène ce qui peut favoriser le départ d'autres gaz tel que le dioxyde de carbone. Ces deux points ont rarement été bien exploités.

Un schéma légendé correct d'une électrode de verre combinée fut exceptionnellement rencontré.

Le paragraphe VI faisait intervenir de la mécanique élémentaire, à savoir la période d'un oscillateur harmonique, cela a désarçonné certains candidats.

La partie B abordait la photochimie.

Dans cette partie aussi, le début comportait des questions élémentaires. La faiblesse de certaines réponses a, là encore, surpris le jury. L'absorption, la fluorescence et la phosphorescence ainsi que leurs applications quotidiennes sont ignorées par un trop grand nombre de candidats.

Les règles de sélection lors des transitions électroniques intervenaient plusieurs fois dans cette partie. Leur connaissance et leur maîtrise sont souvent déficientes.

Les influences de l'état excité final et de la longueur d'onde sur le coefficient d'extinction molaire ont été plutôt mal perçues.

La loi de Beer-Lambert, ses conditions d'application et son optimisation sont assez bien connues.

Les calculs du paragraphe III ont été très inégalement traités. Une des raisons a été la mauvaise compréhension de ce que représentait le pourcentage d'hémoglobine oxygénée

La pression partielle du dioxygène dans l'air intervenait dans deux questions, l'une dans la partie A, l'autre dans la partie B. Sa valeur n'était pas fournie dans l'énoncé car le jury estimait que la connaissance de son ordre de grandeur fait partie de la culture chimique de tout candidat à l'agrégation de chimie. Reconnaissons qu'il a pêché par optimisme.

Certaines réponses à la première question du paragraphe IV ont aussi étonné le jury.

La partie concernant la fluorescence « impulsionnelle » a été plutôt bien traitée.

La notion d'approximation des états quasi-stationnaire pose toujours problème. Signalons qu'il est difficile à une espèce de disparaître plus vite qu'elle ne se forme durant la totalité de la transformation.

Le paragraphe V a été le mieux traité.

Les calculs de la partie VI n'ont pas toujours été menés avec la rigueur qu'ils demandaient.

Le jury a eu la satisfaction de corriger de bonnes copies. Il félicite les candidats qui ont montré lors de cette épreuve des qualités de transmissions du savoir par des réponses claires et précises et des explications concises. Ces qualités sont indispensables pour le métier qu'ils se destinent à pratiquer. Il espère, par ailleurs, que ce présent rapport pourra aider les futurs candidats à progresser.

ÉPREUVES D'ADMISSION

Elles se sont déroulées au Lycée Henri IV à Paris, du 20 juin au 08 juillet 2010. Les résultats ont été proclamés le 09 juillet et le Jury a reçu immédiatement après les candidats qui le souhaitaient, afin de commenter leurs épreuves.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE LEÇON DE CHIMIE GÉNÉRALE ET MINÉRALE

par

MM D. CHAPELIER, L. MARTEL, G. MÉRIGUET et O. PARISEL

Les commentaires et suggestions des rapports précédents demeurent d'actualité ; les futurs candidats sont invités à en prendre connaissance.

L'intitulé des sujets de leçon impose le cadre dans lequel elles doivent être traitées. Il n'impose cependant pas l'ordre de présentation et encore moins le plan. Le jury attend du candidat qu'il s'approprie le sujet de la leçon et en fasse une présentation personnelle. Tous les points mentionnés dans l'intitulé de la leçon doivent être abordés en consacrant à chacun d'entre eux la durée adaptée.

La leçon doit s'inscrire dans une progression pédagogique claire. Introduire les pré-requis peut être une bonne méthode, encore faut-il réinvestir avec pertinence tous les points cités. D'autre part, en particulier pour les leçons de niveau L, il faut veiller à éviter des incohérences en adaptant les pré-requis à un cursus antérieur cohérent tant au niveau scientifique que pédagogique. Si quelques rappels explicites peuvent être bienvenus, ces derniers doivent rester marginaux et ne pas déséquilibrer la leçon. Ainsi, de nombreux titres commencent par les mots *Applications* ou *Utilisations*. Cela signifie que l'essentiel de la leçon doit être effectivement consacré aux applications ou aux utilisations de la notion concernée et non à la mise en place de cette notion. Par exemple, dans la leçon *Application de la théorie du complexe activé à l'étude de mécanismes réactionnels*, établir les relations de base de la théorie du complexe activé ne doit pas se faire au détriment du développement des applications qui doivent constituer le cœur de la présentation.

D'une manière générale les candidats doivent veiller à être rigoureux aussi bien dans leur progression logique (niveau de la leçon, calculs, raisonnements) que dans le choix des termes utilisés. Les définitions doivent être clairement explicitées. Le candidat doit être capable d'expliquer tout concept ou toute notion qu'il a choisi d'utiliser au cours de son exposé.

On déplore cette année encore une présentation trop souvent dogmatique des exposés : les justifications, les hypothèses et les conditions de validité sont absentes et l'on assiste alors à une succession de constatations ou de calculs plutôt qu'à des explications et des interprétations. On ne répétera jamais assez que les calculs ne dispensent pas de l'explication des phénomènes.

Les leçons peuvent être illustrées par une expérience si cette dernière est démonstrative et suffisamment rapide pour que le temps de l'exposé n'en souffre pas ... mais surtout une telle expérience doit être correctement exploitée et interprétée au cours de la leçon.

Par ailleurs, rappelons que le souci du jury est de permettre au candidat de présenter le meilleur de lui-même. Ainsi, le jury ne pose-t-il jamais de « question piège ». Au contraire, il cherche généralement à faire corriger ce qu'il espère être un lapsus ou préciser un point mal exposé. Il peut

aussi chercher à approfondir une partie du sujet que le candidat n'aurait pas développée. Le candidat peut aussi être invité à expliquer ses choix pédagogiques. Dans tous les cas, il est important que le candidat prenne le temps d'écouter et de comprendre la question et évite les réponses trop hâtives ou trop péremptives. Même si les réponses « je ne sais pas » peuvent être une preuve d'honnêteté intellectuelle, il n'est pas acceptable de refuser toute réflexion ou tout échange avec le jury par cet artifice.

Quelques points particuliers sont encore à améliorer. Une équation de réaction écrite au tableau ou sur transparent doit toujours être équilibrée ; cela n'a pas été systématiquement le cas cette année encore. Le caractère spontané ou non d'une réaction n'est pas assimilé. Les confusions entre grandeurs et grandeurs standard en thermodynamique ou en oxydoréduction d'une part, entre variation d'une grandeur dans un système siège de réaction(s) et grandeurs de réaction d'autre part sont encore trop fréquentes. En cinétique chimique, il est essentiel de préciser quand on adopte une description macroscopique ou moléculaire des phénomènes étudiés. Dans la description de la structure de la matière, le jury a également constaté de multiples imprécisions concernant les différentes notions de rayon (covalent, atomique, ionique ...) ou d'énergie (de cohésion, réticulaire, de liaison...).

La réponse à la question : « Que retiendrait un élève de cette leçon ? » que se pose le jury à la fin de chaque prestation est un important critère d'évaluation. Il convient donc d'être clair, structuré et progressif afin de souligner les points importants de la leçon présentée tout en faisant preuve de dynamisme et d'enthousiasme. Les divers supports utilisés lors de la présentation (tableau, transparent, ...) doivent être de qualité et attrayants.

Bien entendu, le jury est conscient que l'épreuve de leçon de chimie est un exercice difficile : savoir s'y montrer convaincant, tant au cours de la présentation qu'au cours de la séance de questions, est essentiel. C'est pourquoi le jury tient à féliciter les candidats qui ont rempli ces critères de qualité : ils ont su montrer leur aptitude à exposer et à transmettre leurs connaissances scientifiques.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE MONTAGE DE CHIMIE GÉNÉRALE ET MINÉRALE

par

MM D. CHAPELIER, L. MARTEL, G. MÉRIGUET et O. PARISEL

Les commentaires et suggestions des rapports précédents demeurent d'actualité. Les futurs candidats sont invités à en prendre connaissance.

L'épreuve de montage est une présentation d'un thème de Chimie à l'aide d'expériences pertinentes et de leur exploitation théorique et critique au cours d'une discussion avec le jury. Il ne s'agit pas d'une juxtaposition de manipulations mais d'une présentation pédagogique construite et hiérarchisée qui fait apparaître des transitions entre les différentes parties. Ces multiples aspects sont à l'origine de sa difficulté qui n'échappe pas au jury.

Une lecture attentive de l'intitulé du montage s'impose afin d'en bien comprendre le sens, d'en illustrer les principaux points et d'éviter des manipulations redondantes ou hors sujet. Le montage est l'occasion pour le candidat de montrer sa maîtrise de techniques opératoires variées. Ainsi présenter un montage qui comporte quatre manipulations dont trois mettent en œuvre la même technique (chromatographie sur colonne, spectroscopie UV-visible, titrage volumétrique ...) est regrettable si ce montage n'est pas explicitement dédié à cette technique. Si le candidat doit proposer une présentation équilibrée en adéquation avec la durée de l'épreuve, la gestion du temps est assurée par le jury qui guide le candidat par ses questions.

Tout comme pour les exemples considérés en leçon, le candidat est libre de choisir les manipulations présentées. Il lui revient de les adapter à ses compétences opératoires et à ses connaissances.

Avant de procéder à tout geste expérimental, il convient d'introduire la manipulation en indiquant quelle est sa raison d'être ; notamment, le candidat doit explicitement préciser ce qu'il cherche à montrer dans le cadre du montage proposé.

Les protocoles ne sont pas toujours décrits complètement ou ne sont pas intégralement justifiés (le rôle de certaines substances est parfois passé sous silence). Parfois même, les candidats ne donnent pas l'impression d'avoir bien perçu l'utilité ou le rôle des différentes parties d'un montage.

Les exploitations sont souvent incomplètes (observations et présentation des résultats à formuler) et les résultats obtenus non commentés (confrontation aux attentes). Une expérience peut « rater » ou ne pas conduire aux résultats escomptés ; il est donc important de savoir faire preuve d'esprit critique face à ce déroulement inattendu.

Dans la réalisation de ses expériences, le candidat doit s'attacher à choisir les meilleures conditions expérimentales et tendre à la meilleure précision de mesure possible.

La chimie est une science quantitative : un professeur doit connaître (ou par défaut avoir noté au préalable) les principales constantes de la physique et de la chimie, les ordres de grandeurs des quantités qu'il mesure ou dont il expose les propriétés. Cela permet en particulier d'adapter le nombre de chiffres significatifs des résultats. Le candidat doit également être capable de justifier et de discuter toutes les approximations effectuées au cours de l'exploitation. La comparaison des résultats avec les valeurs tabulées quand elles sont disponibles est toujours une bonne idée à condition de conserver un esprit critique. Sur ce point, le jury a pu observer des attitudes très variées. Les calculs numériques doivent être justes et contrôlés, les résultats doivent être réalistes (il faut le vérifier !) et il est souhaitable que leur affichage soit réfléchi (unité, précision). Dans tous les cas, une analyse critique est nécessaire : le jury accorde davantage d'importance à l'analyse réalisée qu'au résultat brut obtenu. Enfin, face à un résultat expérimental déconcertant ou à l'occasion d'une question du jury, certains candidats s'enferment dans des raisonnements incorrects cherchant à confirmer leur idée initiale erronée. Le jury s'étonne de ce comportement à l'opposé de la démarche scientifique qui repose sur la mise à l'épreuve des hypothèses.

Certains candidats semblent découvrir certains appareillages au moment de leur présentation. Le jury invite les candidats à se familiariser avec ces appareils dont les notices sont disponibles sur demande, et pour revoir les principes physico-chimiques de la mesure.

Certaines manipulations présentées utilisent l'outil informatique. De nombreux logiciels sont disponibles lors des épreuves. Pour des raisons d'équité et de coût, les logiciels « libres » sont privilégiés, mais les logiciels usuellement présents dans les établissements scolaires sont également disponibles. La maîtrise des principales fonctions de certains de ces logiciels est une nécessité.

Le problème du coût se retrouve aussi dans le choix et la quantité des réactifs utilisés (diode, sels d'argent et de cérium, ...). Les futurs enseignants que sont la majorité des candidats se rendront vite compte de l'importance de ce point. Quand les alternatives existent, le jury apprécie que ce critère ne soit pas oublié.

Sans tomber dans des travers excessifs, les consignes élémentaires de sécurité doivent être respectées. Les gants – s'ils ont été préalablement souillés – ne doivent pas être gardés lors de l'utilisation d'un clavier ou lors de l'ouverture d'un robinet. Les bouteilles doivent être systématiquement rebouchées après utilisation. Les pipettes et les spatules ayant servi à prélever des espèces corrosives ne doivent pas « traîner » sur la pailleasse. Les candidats ne peuvent ignorer la dangerosité éventuelle, les méthodes de protection et d'élimination des réactifs qu'ils utilisent. Ces informations sont présentes dans les fiches de données et de sécurité à leur disposition.

Rappelons aux candidats que, s'ils ne sont pas autorisés durant leur présentation à consulter des ouvrages, ils peuvent s'aider de notes manuscrites. L'interprétation des résultats et des protocoles doit dans la mesure du possible s'appuyer sur divers diagrammes, courbes (Pourbaix, Tanabe-Sugano, Frost, Tafel,...) ou sur des constantes cinétiques ou thermodynamiques tabulées (E° , K° , k ...).

L'épreuve de montage de Chimie Minérale et Générale est une épreuve difficile au sens où elle consiste à mettre en œuvre des techniques expérimentales extrêmement variées reposant sur des principes physico-chimiques particulièrement vastes et parfois complexes, et simultanément à répondre aux questions, très diverses, du jury. La réactivité face à ces questions dont la plupart vise à aider le candidat à valoriser ses manipulations et, plus encore, l'effort de mettre en œuvre un raisonnement logique pour y répondre sont des points appréciés. Le jury déconseille aux candidats l'emploi de réponses toutes faites ou aléatoires. Dans tous les cas, il s'assure de la robustesse de la réponse par d'autres questions. Il conseille une analyse critique des protocoles et des résultats obtenus (ou pas !) ainsi que de leur précision.

Comprendre les détails du protocole opératoire, proposer des résultats quantitatifs et savoir les interpréter de façon critique sont des conditions de réussite incontournables. À ce propos, le jury préfère une manipulation a priori simple mais conduite complètement du geste expérimental justifié à l'interprétation et la discussion des résultats plutôt qu'une expérience originale, incomprise et bâclée.

Le jury a eu le plaisir d'évaluer des candidats alliant une grande dextérité expérimentale, solides connaissances et bon sens critique. Il tient à les féliciter.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE LEÇON DE CHIMIE ORGANIQUE

par

Mmes C. CHARDON, L. GRIMAUD, I. PARROT et M. O. THOMAS

Les recommandations figurant dans les rapports des années précédentes sont toujours d'actualité et nous engageons les futurs candidats à y faire référence. Nous tenons cependant à préciser un certain nombre de points.

Le candidat tire au sort le sujet de sa leçon. Certaines leçons sont associées à un niveau imposé (BTS, PCSI, PC) pour lesquelles il est impératif de se référer aux programmes officiels actualisés afin d'éviter le hors-programme. Quant aux leçons dont le niveau (L) est laissé à l'appréciation du candidat, le choix annoncé en début de leçon doit être respecté. S'il décide de traiter la leçon à un niveau L3, les notions de L1 et L2 relatives au sujet sont à indiquer dans les pré-requis. Le jury préfère une leçon adaptée au niveau du candidat qu'une leçon niveau L3 plus ambitieuse et utilisant des concepts non maîtrisés.

La leçon vise à évaluer la rigueur et la pédagogie du candidat. Elle doit être traitée en abordant tous les points mentionnés dans le titre, et ce de manière structurée et équilibrée. En particulier, les applications ne doivent pas être traitées dans les cinq dernières minutes comme dans les leçons concernant l'Infra-Rouge, la RMN ou encore les polymères. Il est souhaitable qu'il n'y ait pas de déséquilibre entre le principe et les applications. Lors de la présentation, le candidat doit bien faire ressortir les points essentiels de la leçon. Il s'agit certes d'un exercice de style au cours duquel le candidat doit juger ce qu'il est important de transmettre.

Les exemples présentés doivent être judicieusement choisis, détaillés (conditions opératoires), et pourront donner lieu à des questions au cours de la discussion. Il est donc souhaitable que le candidat s'interroge sur les exemples mis en avant.

Le jury a noté les efforts de formalisme au cours des différents exposés (écriture systématique des réactions acido-basiques équilibrées avec NaH ou BuLi), au détriment des sous-produits formés.

Enfin, les questions posées en fin de présentation ne sont là que pour préciser des points qui auraient été mal interprétés par le jury et ne constituent, en aucun cas, des pièges. La leçon est un exercice difficile et éprouvant et le jury tient à féliciter les candidats qui réussissent à rester concentrés et dynamiques durant toute la durée de l'exercice.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE MONTAGE DE CHIMIE ORGANIQUE

par

Mmes C. CHARDON, L. GRIMAUD, I. PARROT et M. O. THOMAS

Les recommandations figurant dans les rapports des années précédentes sont toujours d'actualité. Il est vivement conseillé au candidat de consulter les rapports des années précédentes. Au début de l'épreuve, le candidat a le choix entre deux titres de montages, il doit se décider rapidement pour mettre à profit les quatre heures de préparation. Le jury n'a pas d'idée préconçue sur le plan ni sur les expériences présentées (nombre, nature des manipulations). Le jury préfère voir peu d'expériences bien interprétées qu'une succession de réactions sans aucune analyse ou maîtrise des protocoles. Le candidat est entièrement responsable de ses manipulations aussi bien pendant le temps de préparation que lors de la présentation. Les notes préparées pour le personnel technique se doivent d'être claires et précises mais la concision est vivement conseillée afin d'éviter de passer les quatre heures de préparation à une simple copie des modes opératoires. Au cours de cette étape, il est souhaitable que le candidat prenne du recul et analyse de manière critique le mode opératoire, il peut modifier les quantités utilisées, les solvants utilisés... Le jury déplore trop souvent la méconnaissance des protocoles expérimentaux (ordre d'introduction, solvant, rôle de chaque substrat, quantités relatives de réactifs...) ainsi que du matériel utilisé (colonne en CPV, réfractomètre, agitateur magnétique...). Le jury valorise la connaissance des conditions de sécurité (utilisation des sorbonnes, prise en compte de la toxicité des produits). Le candidat doit penser à arrêter les différents chauffages ainsi qu'à nettoyer les équipements utilisés comme le banc Kofler ou le réfractomètre par exemple.

Lors du montage, le candidat doit manipuler au cours de chaque expérience. Les manipulations qu'il choisit de présenter doivent être variées et démonstratives. Il est rappelé que le jury évalue les compétences expérimentales et la maîtrise des protocoles et pas uniquement les connaissances théoriques concernant les mécanismes. A la fin de chaque expérience le jury attend du candidat une analyse des résultats obtenus (caractérisation, rendement...). Une manipulation qui ne donne pas le résultat escompté ne constitue aucunement un échec et la recherche des causes du problème est tout aussi importante. Le jury apprécie que le candidat prenne du recul face aux différentes observations expérimentales afin d'éviter des incohérences telles que : donner un rendement alors qu'on a seulement du produit de départ, annoncer un rendement supérieur à 100%, analyser un spectre infra-rouge en omettant des bandes caractéristiques... Toute initiative expérimentale suscitée par la discussion avec le jury est particulièrement appréciée.

Cette épreuve fait appel à de nombreuses connaissances en chimie organique mais également en chimie générale. Le jury constate que trop souvent les candidats ne font pas appel à des notions de chimie des solutions (pK_a des différents couples acido-basiques mis en jeu, potentiel standard d'oxydo-réduction, conductimétrie,...) ou de thermodynamique (eutectique, hétéroazéotrope,...). En ce qui concerne les caractérisations, l'Infra-Rouge constitue trop facilement un mode de caractérisation mais il

est rappelé que l'obtention d'un spectre conforme au spectre attendu n'est pas toujours une garantie de la pureté du produit. Une analyse comme la chromatographie sur couche mince est encore trop rarement employée, aussi bien pour le suivi de la réaction que pour une mise en évidence de la pureté des produits obtenus. Toutefois, lorsque le candidat choisit de déposer des composés sur une plaque CCM devant le jury, il est souhaitable que cette plaque puisse être révélée. De même, la spectrophotométrie UV-Visible ou la polarimétrie sont peu utilisées.

Au cours de cette épreuve, le jury est amené à poser des questions pour apporter des éclairages sur des points particuliers. Les questions sont en lien direct avec les expériences réalisées et visent à établir la compréhension du candidat face à un protocole suivi. Il est rappelé que le candidat doit répondre en poursuivant les manipulations en cours. Le refus systématique de répondre aux questions est particulièrement mal interprété par le jury.

Le jury tient à féliciter les candidats qui ont présenté un montage bien maîtrisé, des réactions bien exploitées, des manipulations menées avec discernement et nous espérons que ces quelques conseils aideront les futurs candidats dans leur préparation.

RAPPORT SUR LA LEÇON DE PHYSIQUE

par

Mme J.ZUTTER, MM D. MEUR, K. NOUI et P. PONTY

L'épreuve de physique consiste en la présentation d'une leçon suivie d'un entretien avec le jury. Le jury attend un exposé pédagogique, au niveau indiqué, sur le thème tiré au sort et illustré autant que possible par des montages expérimentaux. Il importe de pouvoir justifier ses choix (pré requis, expériences, plan ...) et d'avoir la capacité de faire ressortir les points importants.

Au cours de la session 2010, de nombreux candidats ont montré lors de l'épreuve de physique des compétences pédagogiques et expérimentales prometteuses.

Le jury a apprécié des présentations avec une problématique posée à partir d'une situation concrète et destinée à faire émerger des hypothèses. L'originalité est bienvenue, dès lors qu'elle reste adaptée au niveau demandé et dans le cadre imposé de l'épreuve. Par ailleurs, il est important que les candidats manifestent un esprit critique vis-à-vis des plans et des contenus proposés dans les différents manuels scolaires.

Lors de cette session le jury a valorisé :

- la rigueur et l'honnêteté scientifique des candidats ;
- l'illustration expérimentale lorsque le thème s'y prête et l'utilisation adaptée des logiciels d'acquisition et d'exploitation ;
- la qualité pédagogique des exposés et l'utilisation raisonnée des notes prises pendant la préparation ;
- la présence, la clarté et la conviction, toujours importants chez de futurs enseignants ;
- un bon équilibre entre les différentes parties de l'exposé, évitant ainsi de réduire voire de sacrifier la dernière partie d'une leçon.

Nous rappelons quelques généralités et recommandations, dans le but d'aider les futurs agrégatifs :

- les questions ont avant tout pour objectif de préciser certains points abordés afin de permettre au candidat d'explicitier et de justifier son approche.
- le choix des expériences qualitatives et quantitatives doit être réfléchi. Les paramètres expérimentaux et techniques doivent être maîtrisés par les candidats. Il est conseillé de réaliser un point de mesure lors de la présentation avec toute la rigueur expérimentale nécessaire. Si une expérience ne fonctionne pas, il est souhaitable d'avancer une explication convenablement argumentée ;

- mesurer une grandeur n'est pas simplement rechercher la valeur de cette grandeur mais aussi lui associer une incertitude afin de pouvoir qualifier la qualité de la mesure. Il faut distinguer l'écart d'une mesure à une grandeur de référence de l'incertitude de mesure associée à son niveau de confiance ;
- lors d'une application numérique, il convient de poser le calcul ou, pour le moins, de présenter clairement les valeurs des grandeurs intervenant dans le calcul ;

Voici quelques remarques plus précises sur certaines leçons, reprenant pour partie des remarques du rapport précédent :

Leçons de mécanique :

Les systèmes en interaction doivent être clairement précisés, afin d'éviter une application erronée de la deuxième loi de Newton.

Une réflexion doit être menée :

- sur la notion de centre de gravité, de centre de masse, de centre d'inertie et, de façon générale, sur celle de « point d'application » ;
- sur la décomposition du mouvement d'un solide en une translation et une rotation.

Des précautions doivent être prises avant d'énoncer la loi de la gravitation universelle. Les conditions de validité doivent être clairement précisées, on notera en particulier que les humains ne sont ni à symétrie sphérique, ni très éloignés de la Terre.

Le terme « étoiles fixes » mérite une réflexion préalable.

Dans le cas du mouvement circulaire uniforme, la détermination du rayon de la trajectoire ne nécessite pas de calcul lourd.

Une réflexion préalable doit être engagée sur le modèle de pendule simple (qui n'est pas « un pendule sans frottement ») et sur ses limites. Pour déterminer la période des oscillations, mesurer le temps écoulé entre deux passages consécutifs par l'élongation maximale ne semble pas être la meilleure façon de procéder.

Lors des mesures, l'évolution de l'énergie mécanique ne paraît pas toujours conforme aux prévisions théoriques ; ce décalage doit donner aux candidats l'occasion de prouver leur bon sens sur la notion de modèle.

Dans le cas de l'étude des ondes mécaniques, la notion de double périodicité est connue mais la mise en évidence expérimentale n'est pas maîtrisée.

Leçons d'optique

Pour chaque système optique, il convient de distinguer les rayons incidents des rayons émergents, et un point objet de son image ; la notion de centre optique doit être plus clairement dégagée. Rappelons qu'une image peut exister même en l'absence d'écran.

Un candidat doit pouvoir tracer les rayons à travers tout l'appareil sans s'arrêter à l'image intermédiaire, représenter des faisceaux incident, intermédiaire, et émergent.

Il convient de s'interroger sur la notion de « vitesse de propagation » d'une onde progressive dans un milieu dispersif. Il est notamment conseillé de préciser à quelle longueur d'onde dans le vide correspond une valeur donnée d'indice de réfraction.

La diffraction par une fente est visible, sans que la largeur de celle-ci soit de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. La mise en évidence de la dispersion de la lumière par un prisme est le plus souvent mal réalisée : il est nécessaire que le candidat veille à éclairer convenablement le prisme pour s'assurer que le spectre projeté correspond bien à celui annoncé.

Lors de l'étude des interférences, une réflexion préalable doit être menée sur l'ordre de grandeurs des « temps » caractéristiques. L'onde émise par un laser ne doit pas être assimilée à celle qu'émettrait une source ponctuelle placée à distance finie.

Enfin, il semble exister dans l'esprit des candidats une confusion entre les phénomènes de diffraction et d'interférences, particulièrement lorsque la situation étudiée fait intervenir les deux simultanément.

Leçons d'électricité électronique et magnétisme

L'orientation d'un circuit et les relations algébriques entre courants et tensions qui en découlent sont souvent mal explicitées.

La relation entre l'intensité du courant et la variation de la charge d'une armature de condensateur doit être soigneusement justifiée, après avoir précisé la convention d'orientation du circuit.

Une réflexion doit être menée sur :

- la notion de continuité des tensions et/ou des courants ;
- les notions d'impédances d'entrée et de sortie d'un quadripôle ;
- le concept de « générateur de courant » et les précautions d'emploi associées.

Donner « la » solution d'une équation différentielle sans mentionner les conditions initiales est incohérent.

Lors des études énergétiques, il est important de bien mettre en évidence les transferts d'énergie et de dégager l'intérêt des applications.

On rappelle enfin que la connaissance de l'intensité des courants passant dans un circuit ne donne pas la valeur du vecteur excitation magnétique en tout point, mais seulement celle de sa circulation sur tout contour fermé (songer, par exemple, au champ créé par un aimant droit).

Leçons de thermodynamique et mécanique des fluides

Les conséquences du second principe et les bilans d'entropie sont trop souvent sacrifiés, au profit de calculs formels d'intérêt souvent discutable et dont le sens physique est trop rarement dégagé.

Pour toute étude de machine thermique il est indispensable de préciser clairement le système étudié, de présenter des solutions pratiques couramment retenues et de mettre en évidence l'intérêt et les limites des modèles. Les diagrammes de Watt et de Clapeyron ne sont pas équivalents. Un soin particulier doit être apporté à la justification des fluides caloporteurs utilisés, et à l'intérêt des changements d'état dans de tels dispositifs.

En dynamique des fluides, le mouvement peut être décrit de deux manières différentes selon qu'on adopte un point de vue eulérien ou lagrangien. Une mention de ces deux approches peut se révéler pertinente, y compris lors d'un bilan d'énergie sur un système fermé. Rappelons également que les forces intérieures au système doivent être mentionnées dans cette étude.

LEÇONS ET MONTAGES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RETENUS POUR LA SESSION 2011

Leçons de physique

Les thèmes de la leçon de physique ont été publiés au le BOEN spécial du 10 juillet 2010.

Leçons de chimie

Remarque préliminaire :

Pour le programme du niveau classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE), le sigle PCSI fait référence au programme de la première année avec éventuellement une précision sur l'option (PCSI option physique chimie) et le sigle PC à celui de la deuxième année.

Thèmes de leçons de chimie générale et chimie inorganique

- La liaison chimique à l'état solide : nature et évolution dans la classification périodique. (on se limitera aux corps simples et aux corps composés de deux éléments. (L).
- Du cristal parfait au cristal réel ; exemple de non stœchiométrie. (L).
- Définitions élémentaires sur la structure cristalline : réseaux, nœuds, motifs et mailles. Assemblages compacts de sphères identiques : arrangement hexagonal compact et arrangement cubique compact. Coordinence et compacité. (PC).
- Méthode Hückel simple ; applications (réactivité des molécules organiques exclue). (L).
- Forces intermoléculaires. (L).
- Les oxydes métalliques. Propriétés physiques et chimiques. (L).
- Le silicium ; élaboration, purification ; propriétés semi-conductrices. (L).
- Atomes polyélectroniques : Spin de l'électron : nombres quantiques de spin s et m_s . Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental : principe de Pauli, règle de Klechkowski et règle de Hund. Facteurs d'écran (règles de Slater); énergie et rayon des orbitales de Slater. (L).
- Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome. Évolution de quelques propriétés atomiques. (L).
- Description des molécules diatomiques homonucléaires :
 - principe de construction des orbitales moléculaires par combinaison linéaire d'orbitales atomiques de même symétrie ; notion de recouvrement de deux OA.
 - Commentaire du diagramme des orbitales moléculaires des molécules diatomiques homonucléaires des éléments de la deuxième période. (PCSI option PC).
- Applications de la théorie des orbitales moléculaires à l'étude de la structure électronique, des propriétés physiques et de la réactivité de quelques molécules diatomiques. (L).
- Théorie du champ cristallin, applications. (L).
- Nature de la liaison métal-ligand ; Influence sur les propriétés chimiques du métal et du ligand. (L).
- Les éléments de transition : structure électronique et principales caractéristiques physiques et chimiques illustrées par quelques exemples. (L).
- Cinétique électrochimique en solution aqueuse ; applications. (L).
- Loi de Raoult ; loi de Henry. Détermination des coefficients d'activité. (L).

- Application du second principe de la thermodynamique à l'étude de l'évolution d'un système chimique ; critères d'équilibre. (L).
- Lois de déplacement des équilibres ; influence de T , de P , de l'introduction d'un constituant actif et d'un constituant inactif. (PC).
- Définition du potentiel chimique ; expression de l'enthalpie libre en fonction des potentiels chimiques, relation de Gibbs-Duhem ; variation du potentiel chimique avec la pression et la température. (PC).
- Équilibres liquide-vapeur, étude isobare, miscibilité totale ou nulle à l'état liquide. (PC).
- Équilibres solide-liquide ; étude isobare, miscibilité totale à l'état liquide, totale ou nulle à l'état solide ; notion de composé défini. (PC).
- Construction et utilisation de diagrammes d'Ellingham : application au grillage et à la pyroméallurgie. (PC).
- L'eau solvant (L)
- Principe et applications de l'extraction liquide-liquide. Coefficient de partage. (L).
- Équilibre entre un solide et ses constituants en solution. Solubilité. (L).
- Thermodynamique de l'oxydoréduction en solution aqueuse : notion de potentiel électrochimique, relation de Nernst. Applications. (L).
- Construction et utilisation de diagrammes potentiel-pH : application à l'hydroméallurgie (lixiviation, purification, cémentation). (PC).
- Utilisation des courbes intensité-potentiel : application à la préparation du zinc par électrolyse. (PC).
- Notion de mécanisme réactionnel en cinétique homogène. (L).
- Application de la théorie du complexe activé à l'étude de mécanismes réactionnels. (L).
- Catalyse hétérogène : caractères généraux, exemples. (L).
- Catalyse par les complexes des métaux de transition : caractères généraux, exemples. (L).
- Les éléments du bloc d en chimie bioinorganique. (L).
- Ammoniac liquide : étude du solvant, comparaison avec l'eau ; propriétés oxydoréductrices. (BTS chimiste).
- Étude cinétique des transformations chimiques se déroulant dans les réacteurs idéaux, en régime permanent : réacteur parfaitement agité continu et réacteur à écoulement piston. Comparaison, applications. (L).
- Applications du premier principe – Thermochimie (BTS Chimiste)

Thèmes de leçons de chimie organique

- Polymères vinyliques et polydiènes : synthèses, propriétés et applications (étude cinétique exclue). (L).
- Utilisation des métaux de transition en chimie organique. (L).
- Les alcènes (réaction de Diels-Alder exclue). (PC).
- Acides carboxyliques et dérivés. (PC).
- Les amines. (L).
- Composés carbonylés : acétalisation, addition d'organomagnésiens mixtes, réaction de Wittig et réduction par NaBH_4 . (PC).
- Composés carbonylés. Notion de tautomérie. Réaction en α du groupe carbonyle. Réactions de l'ion énolate. C-alkylation. Addition conjuguée sur les α -énonés. (PC).
- Création de liaisons C=C en chimie organique. (L).
- Enzymes : structure et utilisation en chimie organique. (L).
- Les liaisons simples carbone-halogène. (PCSI).
- Alcools et phénols (diols exclus). (L)

- Notions de contrôle cinétique et de contrôle thermodynamique appliquées aux réactions en chimie organique. (L).
- Le bore en chimie organique. (L).
- Réactions radicalaires. (L).
- Réactions faisant intervenir des carbanions. (L).
- Réactions d'élimination en chimie organique. (L).
- Oxydation en chimie organique. (L).
- Les diènes (allènes exclus). (L).
- Les organométalliques en chimie organique (métaux de transitions exclus). (L).
- Influence du solvant sur la réactivité en chimie organique. (L).
- Les diols. (BTS Chimiste).
- Réactivité des aromatiques, hétérocycles inclus. (L).
- Réduction en chimie organique. (L).
- Le soufre en chimie organique. (L).
- Réactions de formation de cycle en chimie organique (réactions de Diels Alders exclues). (L).
- Protection de groupes fonctionnels en chimie organique ; applications. (L).
- Spectroscopie IR : principe et application à la détermination des structures. (PC).
- Spectroscopie RMN-1H : principe et application à la détermination des structures. (L).
- Différents modèles de la réactivité en chimie organique. (L).
- Obtention de molécules chirales : principe et applications. (L).
- Des amides aux peptides. (L).
- Le phosphore en chimie organique. (L).
- Approximation des orbitales frontières : principe et applications à la chimie organique. (L).
- Cycloadditions : principe et applications. (L).
- Conformation : butane, cyclohexane et cyclohexanes mono et disubstitués (on supposera acquises les différentes représentations). (PCSI).
- Les hydrocarbures aromatiques. (PC).
- Les organomagnésiens mixtes. (PCSI).
- Les alcynes. (L).

Thèmes de montages de chimie générale et chimie inorganique

- Facteurs influençant la composition d'un système en équilibre chimique (équilibres ioniques exclus).
- Exemples de déterminations de grandeurs standard de réaction ($\Delta_r G^\circ$, $\Delta_r S^\circ$, $\Delta_r H^\circ$).
- Diagrammes binaires (solide-liquide ; liquide-vapeur).
- Interactions soluté-solvant et soluté-soluté.
- Couples acide-base ; constantes d'acidité ; influence du milieu.
- Techniques de titrage de mélanges d'acides et de mélanges de bases.
- Techniques électrochimiques d'analyse : méthodes potentiométriques.
- Piles électrochimiques ; accumulateurs
- Électrolyse ; courbes intensité-potential ; réactions aux électrodes.
- Méthodes non stationnaires en électrochimie : chronoampérométrie et voltampérométrie cyclique.
- Méthodes stationnaires en électrochimie : polarographie et voltampérométrie sur électrode tournante.

- Diagrammes potentiel-pH et potentiel-pL.
- Conductivité des électrolytes ; mobilité des ions.
- Exemples de dosages des ions métalliques en solution.
- Complexation : applications aux dosages et aux extractions.
- Indicateurs de fin de réaction.
- Solubilité et produit de solubilité.
- Facteurs influençant les équilibres hétérogènes ; dissolution et partage.
- Méthodes de séparation des constituants d'un mélange homogène ou d'une solution.
- Chromatographies.
- Systèmes colloïdaux : mise en évidence et propriétés physico-chimiques.
- Structures et propriétés physico-chimiques des complexes des métaux de transition.
- Corrosion, protection contre la corrosion ; passivation des métaux.
- Spectrophotométrie IR, UV et visible.
- La réaction chimique : mise en évidence des caractéristiques cinétiques à partir de quelques exemples.
- Méthodes de détermination de l'ordre d'une réaction chimique.
- Catalyse par les métaux de transition et leurs composés.
- Catalyse hétérogène.
- Le magnésium et ses composés.
- L'aluminium et ses composés ; alumine.
- Propriétés comparées des halogènes.
- L'azote et ses composés ;
- Le manganèse et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.
- Le fer et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.
- Le cobalt et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.
- Le nickel et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.
- Le cuivre et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.

Thèmes de montages de chimie organique

- Rôle du solvant en chimie organique.
- Réactions régiosélectives ; réactions stéréosélectives.
- Dérivés carbonylés.
- Halogénéation en chimie organique.
- Synthèses organiques à l'aide de carbanions.
- Oxydation en chimie organique.
- Réduction en chimie organique.
- Extraction et synthèses de molécules odorantes.
- Réactions photochimiques.

- Réactions radicalaires en chimie organique.
- Réactions de transposition en chimie organique.
- Réactions acido-catalysées en chimie organique.
- Réactions d'élimination en chimie organique.
- Réactions de substitution nucléophile.
- Réactions de substitution électrophile.
- Alcools et phénols.
- Catalyse en chimie organique.
- Synthèse et réactions des dérivés des acides carboxyliques.
- Protection de fonctions en chimie organique.
- Aldolisation, céto-lisation, crotonisation et réactions apparentées.
- Esters.
- Acides α -aminés ; peptides.
- Réactions de formation de liaisons simples C-O.
- Composés éthyléniques et acétyléniques.
- Organométalliques.
- Dérivés halogénés.
- Diènes.
- Composés aromatiques.
- Chromatographies.
- Etude de composés organiques naturels.
- Réactions de formation de cycles en chimie organique.
- Analyse de mélanges, séparation, purification en chimie organique.
- Réactions de formation de liaisons simples carbone-carbone.
- Réactions de formation de liaisons doubles C=C.
- Réactions de formation de liaisons simples C-N et de liaisons doubles C=N.
- Synthèse de médicaments.
- Optimisation des conditions opératoires pour une réaction équilibrée.