

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

Concours du second degré – Rapport de jury

Session 2009

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

SOMMAIRE

Composition du jury	3
Renseignements statistiques	4
Rapport de synthèse du Président du Jury	5
ADMISSIBILITE	
Rapport sur l'épreuve écrite A	10
Rapport sur l'épreuve écrite B	13
Rapport sur l'épreuve écrite C.....	15
ADMISSION	
Rapport sur l'épreuve de leçon de chimie générale et minérale.....	19
Rapport sur l'épreuve de montage de chimie générale et minérale.....	21
Rapport sur l'épreuve de leçon de chimie organique.....	24
Rapport sur l'épreuve de montage de chimie organique	26
Rapport sur la leçon de physique	28
Leçons et montages susceptibles d'être retenus pour la session 2010...	31
LES SUJETS	35

COMPOSITION DU JURY

M. Christophe IUNG	Professeur des Universités Président du jury
M. Claude BOICHOT	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
Mme Catherine CHARDON	Professeur de chaire supérieure
Mme Claude COLIN	Professeur de chaire supérieure
M. Rémi DEJEAN DE LA BÂTIE	Professeur de chaire supérieure
Mme Corinne GAUTHIER	Professeur agrégé hors classe
M. Frédéric GENIET	Maître de conférences
Mme Laurence GRIMAUD	Enseignant-Chercheur
Mme LE VASSOR d'YERVILLE	Maître de conférences
M. Luc MARTEL	Professeur de chaire supérieure
M. Guillaume MERIGUET	Maître de conférences
Mme Christiane PARENT	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale
M. Olivier PARISEL	Directeur de Recherche
Mme Isabelle PARROT	Maître de conférences
M. Pascal PONTY	Professeur de chaire supérieure
Mme Catherine RIPERT	Professeur agrégé hors classe
Mme Anne ZAPARUCHA	Professeur des Universités

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Nombre de postes offerts au concours :	45
Nombre de candidats inscrits :	579
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	228
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	218
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	211
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	90
Nombre de candidats admis :	45
Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	19,8
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	9,0
Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Epreuve A :	12,4
Epreuve B :	12,0
Epreuve C :	11,8
Moyenne sur 20 du premier candidat admis :	16,9
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :	9,8
Moyenne sur 20 des candidats admis :	
Leçon de chimie :	9,1
Leçon de physique :	9,9
Montage de chimie :	9,5

ORIGINE DES CANDIDATS ADMISSIBLES

Élèves des Écoles normales supérieures :	20
Étudiants :	51
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	16
Divers :	3

ORIGINE DES CANDIDATS ADMIS

Élèves des Écoles normales supérieures :	17
Étudiants :	25
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	3
Divers :	0

RÉPARTITION PAR GENRE

	Admissibles	Admis
Femmes	51	26
Hommes	39	19

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 2009 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 19 novembre 2008). Ces rencontres permettent d'actualiser les appréciations réciproques portées sur les modalités pratiques du concours et sur la préparation des candidats ; mais plus largement elles permettent des échanges sur des questions générales comme l'immersion des enseignements universitaires dans le cadre européen communément appelé LMD. 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 2009 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 4 septembre 1997 paru au J.O. du 30 Septembre 1997.

Le BOEN spécial n° 6 du 25 juin 2009 précise que le programme de la session 2009 de l'agrégation externe de sciences physiques option chimie est reconduit pour la session 2010.

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves ont eu lieu les 20, 21 et 22 avril 2009

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE A

par

Mme C. GAUTHIER et MM. L. MARTEL, G. MERIGUET et O. PARISEL

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

La partie A proposait une étude des mécanismes d'oxydation des hydrocarbures.

Le mécanisme présenté était un mécanisme en chaîne, dire qu'il est radicalaire ne permet pas de donner le type auquel il appartient. Les constituants moléculaires indépendants présents dans le système siège de la transformation sont des espèces chimiques stables et non des intermédiaires réactionnels. Par conséquent, les équations de réaction demandées ne pouvaient faire intervenir des espèces radicalaires.

L'étude des réactions d'amorçage a révélé, pour un trop grand nombre de candidats, la grande confusion entre grandeurs thermodynamiques et grandeurs cinétiques. Écrire $K_x = \frac{k_a}{k_{-a}} = \exp\left(-\frac{\Delta_r G_a^0}{RT}\right)$ et obtenir la relation attendue, à savoir : $\Delta_r H_a^0 = E_a - E_{-a}$, en négligeant le terme entropique en est un exemple. Cette partie du sujet a également révélé un fort manque de rigueur. Le quotient réactionnel fait intervenir les activités des constituants donc ici le rapport de la pression partielle du constituant sur la pression de référence, les gaz étant assimilés à des gaz parfaits. Les lois de vitesses s'expriment elles, en fonction des concentrations des constituants dans le milieu. La relation $K_x = \frac{k_a}{k_{-a}}$ n'est valable que pour la réaction d'amorçage (a) ; elle doit être adaptée pour les réactions d'amorçage (b) et (c). En conséquence, la relation $\Delta_r H_a^0 = E_a - E_{-a}$ n'est pas directement applicable pour les étapes (b) et (c). Le jury déplore qu'aucun candidat ne s'en soit aperçu. L'étude de la loi de vitesse n'a quasiment jamais été menée à son terme. Les candidats ayant observé à juste titre que les chaînes étaient longues ont omis d'utiliser cette information pour négliger certains termes devant d'autres dans l'expression de la vitesse du processus et dans l'application de l'approximation de l'état quasi-stationnaire aux radicaux libres. Sans ces simplifications, l'obtention de l'expression de la loi de vitesse est illusoire. A propos de l'AEQS, le jury tient à préciser, encore une fois, que cette approximation ne s'applique pas à une espèce chimique quelconque du milieu mais à un intermédiaire réactionnel, et que celui-ci doit être très réactif. Mais... attention : dire qu'il est très réactif ne veut pas dire qu'il est formé lentement et qu'il disparaît vite. « Lentement » et « vite » font référence à des vitesses, or appliquer l'AEQS c'est dire que la vitesse de disparition de l'intermédiaire réactionnel est égale à sa vitesse de formation. Il faut également rappeler que la vitesse de disparition d'un réactif ou la vitesse de formation d'un produit n'est égale à la vitesse de l'étape que si le nombre stœchiométrique dudit réactif ou dudit produit est de 1.

Le jury a été surpris de constater que relativement peu de candidats ont déterminé l'énergie d'activation du processus à partir de la donnée des constantes cinétiques déterminées expérimentalement pour différentes températures. Sa surprise a été encore plus grande de constater

qu'un nombre non négligeable de candidats pensent que l'énergie d'activation d'une transformation chimique est égale à la somme des énergies d'activation des différentes étapes ou que la longueur de chaîne correspond au nombre d'atomes de carbone dans le produit formé !

La partie B s'intéressait à la thermodynamique des réactions de combustion.

Force est de constater la connaissance trop approximative de la définition des grandeurs standard de réaction pour la majorité des candidats. Les calculs demandés nécessitent rigueur et parfaite connaissance des définitions. Le jury rappelle qu'une réaction de combustion à 298 K conduit entre autres à la formation d'eau sous sa phase liquide et que, par conséquent, la donnée de l'enthalpie standard de combustion du dihydrogène à 298 K revient à la donnée de l'enthalpie standard de formation de l'eau liquide à cette température. Il précise aussi que les enthalpies standard de liaison ou de dissociation correspondent à des équations de réaction dans lesquelles réactifs et produits sont gazeux. Ces calculs pourtant très classiques en licence n'ont été menés à bien par aucun candidat. Le jury rappelle que l'utilisation de cycles thermodynamiques bien construits peut faciliter la résolution de nombreuses questions de thermochimie.

La partie C traitait des propriétés spectroscopiques du radical HO. de l'anion HO⁻.

Ce fut de loin la partie la plus largement abordée et, souvent, la mieux traitée par ceux des candidats qui s'y sont attaqués. On peut néanmoins noter la difficulté de certains à énoncer de façon claire, précise et concise une définition de termes tels que « orbitale atomique », « orbitale moléculaire ». Une orbitale atomique n'est pas une « boîte », ni un niveau d'énergie, ni une région de l'espace. De même pour une orbitale moléculaire. Les notions de précision, sensibilité, résolution ont l'air connues de nombreux candidats, mais la plupart ont du mal à formaliser la définition de concepts pourtant essentiels à toute détermination expérimentale.

Si le domaine visible usuellement admis pour l'œil humain (400-800 nm) semble assez bien connu, il en va moins bien des énergies impliquées dans les transitions vibrationnelles ou relevant de la rotation pure.

Les raisonnements menant au déterminant séculaire (Hückel) sont en général corrects par les candidats qui ont traité ces questions. Mais trop d'autres s'égarèrent dans des dérivations qui ne mènent à rien. Les problèmes de stabilité des dimères H-H et He-He ont été souvent abordés, mais là encore, un manque de rigueur est à déplorer dans les calculs.

La partie purement spectroscopique a été abordée, et résolue correctement, dans de trop rares copies. Malheureusement, un manque de rigueur dans le suivi des notations, essentielles, a perdu beaucoup de candidats dans des questions au demeurant assez simples.

Les applications numériques finales relatives aux constantes de force ou aux longueurs de liaison ont parfois conduit à des résultats numériques « surprenants » : le jury ne peut que regretter qu'au vu de telles improbables valeurs peu de candidats se soient posé la question de la pertinence des résultats annoncés. Une erreur de calcul est pardonnable... un résultat différant de 3, 4, 5 (ou plus !) ordres de grandeur ne peut l'être.

Le jury souhaite étendre cette dernière remarque à l'ensemble des grandeurs usuellement rencontrées dans le domaine de la chimie-physique : il invite les candidats à toujours garder en tête les ordres de

grandeur des quantités thermodynamiques, cinétiques, ou relevant de la physique atomique ou moléculaire qu'ils manipulent. Cette dernière recommandation s'applique également aux épreuves de montage.

En conclusion, 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 transmission du savoir par des réponses et explications claires, précises et concises. De telles qualités sont indispensables pour le métier qu'ils se destinent à pratiquer et il invite les futurs candidats à travailler ces points.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE B

par

Mmes C. COLIN, C. PARENT, MM F. GENIET et P. PONTY

Le sujet de cette session abordait quelques-unes des nombreuses solutions que la physique propose pour une gestion maîtrisée de l'énergie.

Il comportait cinq parties indépendantes portant sur le thème de la conversion d'énergie dans l'habitat, en privilégiant les sources d'énergie renouvelable.

Partie A : Chauffage solaire

Cette partie a été dans l'ensemble bien traitée, notamment la notion de bilan énergétique (optimisation des capteurs solaires, établissement de l'équation de la diffusion thermique).

Quelques erreurs ont été relevées :

- un manque de bon sens dans l'expression du flux énergétique solaire (éclairage non nul la nuit ou de valeur moyenne excessive...)
- une confusion au niveau de l'albédo.

Les candidats ont fréquemment été gênés par le fait que les résistances thermiques r_{ext} et r_{mur} étaient relatives à l'unité de surface ; de ce fait, l'analogie avec l'électrocinétique n'a été que partiellement présentée.

La détermination de $\Phi(x)$ a été laborieuse quand l'équation caractéristique associée n'a pas été utilisée.

PARTIE B : Le puits canadien (ou puits provençal)

Le premier principe de la thermodynamique était à appliquer plusieurs fois dans le problème, pour des conditions différentes. Dans cette partie, le système considéré était fermé, l'écoulement isobare et la nullité de la variation d'énergie cinétique était à justifier.

La modélisation de l'échange thermique avec le sous-sol a été souvent mal exploitée.

Il est surprenant que l'intégration de l'équation différentielle ait posé des problèmes à certains candidats.

Partie C : Chauffage d'une maison par une pompe à chaleur

Un manque de sens pratique chez certains candidats a été constaté en ce qui concerne l'installation du circuit capteur. La justification de ses prescriptions d'implantation a pourtant été bien donnée.

Les candidats n'ont pas perçu la nécessité de la compression pour élever la température du fluide gazeux de la pompe à chaleur avant le passage dans le condenseur, pour l'échange thermique avec l'eau du circuit plancher (de même le passage dans le détendeur permettait l'abaissement de température avant le passage dans l'évaporateur).

Les enthalpies massiques des points du cycle décrit par le fluide de la pompe à chaleur ont été déterminées le plus souvent de façon correcte, de même que leur lien avec les puissances ainsi que le signe de la variation d'entropie massique Δs_{3-4} dans le détendeur isenthalpique. A l'inverse, l'interprétation de ce signe a souvent été fournie en présentant des arguments ordre-désordre inopérants ici ; ajoutons qu'une vaporisation n'est pas nécessairement créatrice d'entropie.

Le caractère non isobare des isothermes dans le domaine diphasé indiquait que le fluide ne pouvait être un corps pur.

Partie D : Principe du moteur asynchrone

Cette partie consacrée à l'électromagnétisme a été le plus souvent sacrifiée. Certains candidats ont surestimé la difficulté de l'étude de ce moteur, dont la connaissance préalable n'était absolument pas nécessaire. Sur le plan de l'électrocinétique, l'étude se ramenait à celle de la réponse en régime permanent d'un circuit série R-L à une f.é.m. sinusoïdale due au phénomène d'induction électromagnétique.

L'énoncé guidait étroitement les candidats dans la recherche des points de fonctionnement du moteur. Lorsqu'elle a été traitée, l'étude de la stabilité de ces points de fonctionnement a été bien menée : les candidats ont compris que cette démarche ne nécessitait aucunement la connaissance de la forme des solutions de l'équation différentielle.

Le rendement a été fréquemment déterminé, et les rares candidats qui ont abordé les questions sur l'intérêt énergétique d'abaisser, dans le contexte proposé, la valeur de ω_S les ont bien traitées,

Partie E :

On ne pouvait pas expliquer la mise en mouvement de masses d'air en invoquant la force de Coriolis (il en est de même pour la composante magnétique de la force de Lorentz subie par une particule chargée).

La notion de débit massique, et sa conservation le long d'un tube d'écoulement dans le cas permanent sont convenablement appréhendées.

Les candidats ont connu des difficultés dans l'établissement des bilans de quantité de mouvement (définition des systèmes, évaluation des résultantes des forces).

Rarement démontrée, la relation de Bernoulli a par contre été correctement fournie, et bien appliquée. En revanche, la puissance cinétique à prendre en compte pour la détermination du rendement de l'éolienne a souvent été erronée.

Le jury a eu le plaisir de corriger des copies d'excellente qualité. Il félicite les candidats qui ont montré, par leurs réponses précises, concises et pertinentes, une connaissance et une compréhension de qualité dans des domaines très variés de la physique et leur perception de la puissance de ses applications.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE C

par

Mmes V. ALEZRA, C. CHARDON, L. GRIMAUD, I. PARROT, A. ZAPARUCHA

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.

Le problème de chimie 2009 (épreuve C) est composé de deux parties indépendantes. La première partie aborde de nombreux aspects de la chimie des composés naturels que sont les acides aminés et les peptides. Sur l'exemple simple de l'alanine, le sujet traite des différents états d'ionisation de la molécule en fonction du pH, des méthodes spectroscopiques d'étude et de considérations de stéréochimie faisant appel à la notation de Fischer. Le sujet propose différentes méthodes de synthèse des acides aminés (utilisation de la réaction de Hell-Vollhardt-Zelinsky ou de séquence réactionnelle de Strecker). Ces synthèses sont non stéréosélectives et l'obtention d'énantiomères purs nécessite une étape de dédoublement du mélange racémique. Deux méthodes de dédoublement sont alors étudiées l'une par formation d'une paire d'ions diastéréoisomères avec la strychnine, l'autre par formation d'esters diastéréoisomères avec le réactif de Moscher. Une approche stéréosélective était également envisagée par synthèse peptidique classique avec protection des groupes fonctionnels avant couplage. Une automatisation avec l'utilisation d'un support solide polymérique était ensuite étudiée. Les résultats en découlant sont utilisés pour la synthèse de la trunkamide A, un antitumoral naturel.

La deuxième partie aborde la synthèse énantiosélective de la fluvirucinine A₁. Elle met en jeu des étapes conventionnelles de synthèse (lactamisation, estérification, saponification, oxydation de Swern, réduction de Staudinger, alkylation des énolates).

Nous ferons dans un premier temps état de remarques générales et communes aux deux parties du problème 2009, puis de remarques spécifiques à chacune des parties.

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, et 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. Il est indispensable d'indiquer précisément quelles étapes d'un mécanisme, ou quelles transformations sont équilibrées ou totales.

Il est important d'avoir une bonne notion des valeurs des pK_a pour les couples acido-basiques afin d'éviter d'écrire des mécanismes dans lesquels par exemple le carbonate de potassium déprotonerait un alcool ou une amine.

De nombreuses équations de réaction modélisant les transformations étudiées sont demandées. Peu de candidats ont répondu correctement, omettant l'implication de certains réactifs, ce qui modifie la stœchiométrie de l'équation de réaction.

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. A 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, comme c'était le cas pour la strychnine ou la fluvirucine, la rédaction peut se limiter à la configuration absolue du carbone asymétrique suivie du classement des groupes par ordre de priorité en utilisant impérativement la numérotation donnée dans le sujet. Lorsque l'énoncé demande de préciser la stéréochimie d'un composé, la représentation proposée doit permettre de rendre compte de la stéréochimie de tous les centres stéréogènes de la molécule.

Plus précisément dans les questions relatives aux acides aminés, la forme de l'acide aminé dépend du pH du milieu dans lequel on travaille : l'alanine dans le chloroforme deutéré est sous forme zwitterionique, par contre elle est sous forme basique en solution dans la soude aqueuse $(CH_3)CH(COO^-)NH_2$. Les chlorures d'amine ne sont pas nucléophiles, et un passage en milieu basique est nécessaire pour restaurer la nucléophilie. Le principe de dédoublement racémique par création de sels diastéréoisomères avec la strychnine est peu souvent explicité contrairement à la création d'amides diastéréoisomères avec le réactif de Mosher. Au cours de la synthèse diastéroselective utilisant une copule chirale, le problème principal est posé par "l'accrochage" puis le "décrochage" de la copule chirale. La liaison peptidique est trop peu connue : l'existence d'une forme mésomère est à l'origine de sa planéité. Les états d'hybridation des différents atomes impliqués ne permettent pas de conclure car l'état d'hybridation d'un atome se déduit de sa structure spatiale. La protection des amines par formation d'un carbamate et leur déprotection sont des méthodes devenues classiques, tout comme l'utilisation du DCC comme agent de couplage. La formation d'un tosylate n'est pas une méthode pour protéger un acide. On peut remarquer que la connaissance de la chimie des polymères est très approximative, de même que les mécanismes simples de substitution électrophile aromatique pour la synthèse de la résine de Merrifield.

La synthèse de la trunkamide A implique des étapes classiques de formation de peptides.

La deuxième partie donnait un exemple de synthèse énantiosélective : la synthèse de la fluvirucinine. Dans l'ensemble, le mécanisme complexe de l'oxydation de Swern est très bien connu mais un mécanisme aussi courant que la saponification pose des difficultés. Il est donc nécessaire de connaître d'abord les mécanismes des réactions très classiques (estérification, lactamisation....) afin de maîtriser les mécanismes plus complexes (réduction de Staudinger, couplage avec la DCC.....).

La protection d'une fonction amine sous forme d'amide est une méthode classique. Une majorité de candidats a écrit correctement le mécanisme en précisant que la base associée (DMAP) joue dans un premier temps un rôle de nucléophile et ensuite un rôle 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. Ces qualités sont indispensables pour le métier qu'ils se destinent à pratiquer. Le jury attend des candidats une rédaction progressive 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.

ÉPREUVES D'ADMISSION

Elles se sont déroulées au Lycée Henri IV à Paris, du 21 juin au 09 juillet 2009. Les résultats ont été proclamés le 10 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

Mme C. GAUTHIER et MM L. MARTEL, G. MÉRIGUET et O. PARISEL

Les commentaires et suggestions des rapports précédents demeurent d'actualité. Les futurs candidats sont invités à les lire.

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.

Les efforts doivent en particulier être poursuivis en thermodynamique. Les confusions entre grandeurs de réaction et grandeurs standard de réaction 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.

Dans la description de la structure de la matière, le jury a également constaté de multiples imprécisions. Ainsi lorsque l'on « *représente une orbitale atomique* », il faut savoir s'il s'agit de la partie radiale, de la partie angulaire ou du carré de la partie radiale en coordonnées polaires dans un plan de symétrie.

En cinétique chimique, il est essentiel de préciser quand on adopte une description macroscopique ou moléculaire des phénomènes étudiés. La barrière énergétique associée à un profil réactionnel n'est pas l'énergie d'activation de l'acte élémentaire étudié.

Tous les points mentionnés dans l'intitulé du sujet de la leçon doivent être abordés en consacrant à chacun d'entre eux la durée adaptée, ce qui suppose de concevoir un plan équilibré. Inversement, les redondances doivent être évitées : lorsqu'il existe plusieurs méthodes de présentation pour un même phénomène le candidat est invité à choisir celle avec laquelle il se sent le plus à l'aise. Le jury suggère de n'aborder que celle-ci car présenter plusieurs approches est pénalisant puisque le candidat ne disposera alors plus de suffisamment de temps pour traiter le reste de la leçon.

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 dans la construction de la leçon en adaptant les pré-requis à un cursus antérieur cohérent tant au niveau scientifique que pédagogique.

Le jury invite les candidats à réfléchir particulièrement aux leçons qu'ils ont choisi de traiter au niveau L3. Rappelons que le candidat est libre de choisir l'année lorsque la leçon est de niveau L. Toutefois, une certaine logique est à respecter. Ainsi les leçons LG08 et LG09 peuvent difficilement se situer au niveau L3 car on pourrait alors se demander comment les étudiants auraient pu suivre trois ans de cursus universitaire sans les bases correspondantes. D'autres leçons, telle que la LG33 peuvent

trouver naturellement leur place en L3, mais dans ces conditions il convient de réinvestir les connaissances en thermodynamique, en structure de la matière ou en cinétique citées en pré-requis et ne pas se limiter à une fastidieuse énumération de propriétés présentées sans qu'elles soient reliées aux dits pré-requis.

De nombreux titres de leçons 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. Ainsi dans la leçon LG30, établir les relations de bases de la théorie du complexe activé est une perte de temps : il suffit de les rappeler en précisant leurs significations et leurs conditions d'applications. De même, dans la leçon LG 28, il n'est pas demandé d'établir les équations des courbes intensité-potentiel. Une fois encore, le choix judicieux des pré-requis est essentiel : si quelques rappels explicites peuvent être bienvenus, ces derniers doivent dans de telles leçons, rester marginaux et ne pas déséquilibrer le plan au détriment des applications ou des utilisations qui constituent le cœur de la leçon.

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 : chacun des candidats a expérimenté au cours de son cursus qu'un étudiant prête davantage attention à un professeur dynamique et sûr de lui, utilisant avec fluidité et clarté tous les supports de présentation, qu'à un professeur lénifiant au tableau brouillon et aux transparents illisibles.

Le jury est tout à fait conscient que l'épreuve de Leçon de Chimie est un exercice académique difficile : savoir s'y montrer convaincant, tant au cours de la présentation qu'au cours de la séance de questions, est un élément essentiel.

Le jury tient à féliciter les candidats qui ont rempli ces critères de qualité et a eu le plaisir de dialoguer avec des agrégatifs aux grandes compétences scientifiques et pédagogiques.

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

par

Mme C. GAUTHIER et MM L. MARTEL, G. MÉRIGUET et O. PARISEL

Les commentaires et suggestions des rapports précédents demeurent d'actualité. Les futurs candidats sont invités à les lire.

L'épreuve de montage est une présentation d'un thème de Chimie à l'aide d'expériences pertinentes, de leur exploitation théorique et critique au cours d'une discussion avec le jury. Ces multiples aspects sont à l'origine de sa difficulté qui n'échappe pas au 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.

Tout comme les exemples d'une leçon, le candidat est libre de choisir les manipulations présentées. Il lui revient de les adapter à ses compétences opératoires et à ses connaissances. Malheureusement, certains candidats semblent découvrir certains appareillages au moment de leur présentation. Le jury invite les candidats à utiliser une partie de la période de quatre heures de préparation pour se familiariser avec l'usage de ces appareils dont les notices sont disponibles sur demande, et pour revoir les principes physico-chimiques de la mesure. Il est particulièrement déplacé de faire remarquer au jury que le « *technicien n'a pas montré l'utilisation d'un appareil* » alors que l'initiative en revient au candidat.

Des 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 règles de sécurité doivent être respectées. Cela se traduit par le suivi rigoureux d'un protocole opératoire. En particulier, le choix judicieux du solvant peut être important. Les candidats ne peuvent ignorer la dangerosité éventuelle, les méthodes de protection et d'élimination des réactifs qu'ils utilisent lors de leur présentation et dont ils se serviront devant leurs futurs élèves. Ces informations sont présentes dans les fiches de données et de sécurité à leur disposition.

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. Par exemple, l'intitulé du montage MG16 comporte : « *Indicateurs de fin de réaction* », dans de telles conditions le candidat doit montrer que le volume repéré à l'aide de l'indicateur n'est pas le volume équivalent, mais qu'un choix judicieux de l'indicateur fait que ces deux volumes sont aussi proches que possible. Il convient aussi de varier les techniques opératoires mises en œuvre. Ainsi présenter un montage qui comporte quatre manipulations dont trois mettent en œuvre la spectroscopie visible est peu heureux si ce montage n'est pas explicitement dédié à cette spectroscopie.

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 principe de techniques usuelles comme la conductimétrie est mal connu. Connaître un ordre de grandeur de la précision des résultats est utile, cela permet en particulier d'adapter le nombre de chiffres significatifs des résultats. La comparaison des résultats avec les valeurs tabulées quand elles sont disponibles est toujours une bonne idée à condition de savoir conserver un esprit critique. Sur ce point, le jury a pu observer des attitudes très variées. Ainsi un candidat estime avoir un « bon » résultat pour une stœchiométrie quand il trouve les composants dans des proportions 1/2,5 (au lieu de 1/4), alors qu'un autre semble plutôt déçu de parvenir à un potentiel standard de 1,04 V (pour une valeur tabulée de 1,06 V). Dans l'un et l'autre des deux cas, une analyse critique est nécessaire : le jury accorde davantage d'importance à l'analyse réalisée qu'au résultat brut obtenu.

L'interprétation des résultats et des protocoles doit dans la mesure du possible s'appuyer sur divers diagrammes, courbes (FROST, POURBAIX, TANABE-SUGANO, TAFEL,...) ou sur des constantes cinétiques ou thermodynamiques tabulées. De nombreux candidats se sont *de facto* trouvés en difficulté pour répondre aux questions car ils ne disposaient pas de telles données qu'ils auraient dû rechercher au cours de leur préparation. Rappelons aux candidats que, s'ils ne sont pas autorisés durant leur présentation à consulter des ouvrages, ils peuvent s'aider de notes manuscrites ou de photocopies de diagrammes.

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.

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 V. ALEZRA, C. CHARDON, L. GRIMAUD, A. ZAPARUCHA

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.

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. 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 mais qui doit démontrer l'aptitude du candidat à juger de ce qu'il est important de transmettre au cours de son exposé. Il ne faut pas diluer les notions importantes du cours sous un amas d'exemples qui ne pourraient être retenus par des élèves.

Pour les leçons de niveau imposé, il est impératif de se référer aux programmes officiels actualisés afin d'éviter le hors-programme. Quant aux leçons de niveau L, le candidat est libre de choisir le niveau auquel il souhaite situer la leçon, L1, L2 ou L3. Toutefois, il est important de ne pas dépasser ce niveau ou de ne pas envisager la leçon à un niveau non maîtrisé par le candidat. Il est également souhaitable de bien établir les pré-requis, ce qui est généralement bien fait, et de ne pas revenir sur des concepts sensés être abordés en L1 si la leçon est placée au niveau L3. Par exemple, concernant la leçon sur la réactivité des carbanions, considérée en L3, il est inopportun de décrire en détail le mode opératoire de synthèse des réactifs de Grignard. Le candidat doit faire preuve de discernement et doit savoir cibler son auditoire, qualités essentielles pour le métier auquel il se destine. Il est à noter que le jury ne sanctionne nullement le choix du candidat, et apprécie une leçon de L1 traitée avec soin. Une leçon de L3 requiert des connaissances plus poussées (toute notion abordée pouvant faire l'objet d'une question) ainsi qu'une parfaite maîtrise des concepts fondamentaux. Cette année encore, le jury a malheureusement constaté que certains candidats maîtrisaient des exemples compliqués mais pas des mécanismes élémentaires, le formalisme de Lewis, ou la notion de formes mésomères. De même, trop souvent, le jury a noté une confusion entre état de transition et intermédiaire réactionnel.

De manière générale, la chimie étant une science expérimentale, il est nécessaire de fournir des exemples concrets et illustratifs (en évitant de généraliser l'usage des groupes

génériques R), de préciser les conditions expérimentales et de donner les rendements (ou ratios). L'intégralité du formalisme de Lewis (doublets, électrons célibataires, lacunes, charges) ainsi que les mouvements électroniques doivent apparaître explicitement dans l'écriture des mécanismes. Il est également indispensable de préciser si les transformations étudiées (ou les étapes d'un mécanisme) sont équilibrées ou totalement déplacées.

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 V. ALEZRA, C. CHARDON, L. GRIMAUD, A. ZAPARUCHA

Les recommandations figurant dans les rapports des années précédentes sont toujours d'actualité.

Pour cette épreuve, le candidat choisit l'un des deux sujets proposés. Il est entièrement responsable du choix de ses manipulations et de leur mise en œuvre. Le jury attend que le candidat présente clairement un nombre raisonnable d'expériences en rapport avec le titre du montage compte tenu de ses possibilités et des différents aspects qu'il souhaite illustrer. Le jury n'a aucun a priori quant au nombre d'expériences relatif à chaque montage. Il évalue la compréhension du protocole opératoire suivi, l'analyse critique des résultats obtenus au vu des différentes caractérisations effectuées. Il est souvent regrettable de voir que le candidat ne maîtrise pas un mode opératoire (non compréhension des équivalents, méconnaissance des produits de départ (aspect, toxicité, conditionnement), solvant de réaction non clairement identifié, traitements des bruts réactionnels non maîtrisés...) soit parce qu'il s'est limité à une simple mise en œuvre des protocoles de la littérature soit parce qu'il ne s'est pas intéressé au déroulement des manipulations pendant la préparation. Même si le montage est une épreuve pratique où le candidat doit faire preuve de sa capacité à manipuler, il doit aussi connaître les mécanismes des réactions présentées, savoir justifier l'emploi des conditions opératoires et les sélectivités observées. La méconnaissance des protocoles peut avoir de lourdes conséquences : nous rappelons que les candidats sont amenés à manipuler des produits dont la toxicité (avérée ou soupçonnée) et/ou la grande réactivité peuvent présenter un danger. Tout manquement à l'observation des règles de sécurité est sanctionné. Les résultats expérimentaux doivent être clairement exploités en combinant les différentes techniques d'analyse mises à la disposition des candidats. Une manipulation qui ne donne pas le résultat escompté ne constitue aucunement un échec et l'analyse 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...

Le montage est certes une épreuve orale, mais c'est avant tout une épreuve pratique qui vise à démontrer les capacités du candidat à mener à bien une manipulation –ou partie- de chimie organique. **Il est donc indispensable de manipuler devant le jury.** Celui-ci apprécie de voir des étapes variées dans la réalisation. Lorsque cela est possible, le candidat peut mettre en route une expérience en début de montage et y revenir par la suite pour finalement montrer l'ensemble des manipulations. 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. 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

Mmes C.COLIN, C. PARENT, MM F. GENIET et P. PONTY

La leçon de physique de l'agrégation 2009 reste dans la continuité des précédentes sessions, et le présent rapport fait de même : on y trouvera des remarques peu modifiées par rapport à l'an dernier. Le jury attend un exposé pédagogique, au niveau indiqué et illustré autant que possible par des montages expérimentaux. Une originalité non forcée peut être bienvenue lorsqu'elle révèle une réflexion personnelle des candidats. Comme toujours les applications illustrant les concepts théoriques de la physique sont bienvenues. Enfin, les candidats doivent éviter le recours excessif à leurs notes, qui les empêche souvent de présenter une leçon vivante.

Quelques remarques générales sur les leçons :

- Un effort sérieux doit être fait en ce qui concerne l'algébrisation des grandeurs et son utilisation. Les angles en particulier doivent être précisément définis, la convention d'orientation ne suffisant pas.
- En cas d'expérience ne fonctionnant pas, ou de point aberrant sur une courbe, il vaut mieux indiquer la démarche que l'on suivrait pour localiser le problème que d'avancer une explication au hasard.
- Pour les leçons de mécanique, une réflexion doit être faite sur le modèle de pendule simple et sur ses limites.
- Comme devant une classe, il convient lors d'une application numérique de présenter clairement le calcul.
- Il est conseillé de s'affranchir de la calculatrice lorsque son usage ne s'impose pas (par exemple pour calculer un ordre de grandeur).
- Les candidats ne doivent pas se paralyser au moment des questions, et avant tout faire preuve de bon sens.
- Enfin, l'expression est le plus souvent de bonne qualité, malgré quelques expressions ou liaisons malheureuses (« on a que », ce « qu'il se passe », il « va-t-en » résulter).

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

LP1- « Conserver le nombre de chiffres significatifs » ne doit pas conduire à écrire $2601+1 = 3 \times 10^3$. Pour mesurer une grandeur avec précision, il faut qu'elle soit bien définie. Rappelons encore que la célérité du son dans l'air dépend de la température.

LP2- On peut réfléchir au type d'écoulement se produisant dans la clepsydre : il dépend de paramètres physiques; il faut aussi préciser la grandeur dont on suit l'évolution temporelle.

LP4- Une réflexion doit être menée sur la notion de centre de gravité, de centre d'inertie et, de façon générale, sur celle de « point d'application » : un futur enseignant de physique ne doit pas ignorer le rôle de la rotation dans les lois de la dynamique.

LP6- Les transferts doivent être clairement mis en évidence. Les lois des mailles et des nœuds ne constituent pas le centre de la leçon.

LP9 et LP10- 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. L'effort de soin pour la réalisation correcte des figures doit être maintenu. Enfin l'algébrisation est souvent maltraitée.

LP11 et LP12- On note de fréquentes confusions en ce qui concerne la dispersion. Il suffit d'indiquer que, pour un milieu dispersif, la vitesse de phase (ou l'indice) dépend de la fréquence.

LP11- On rappelle que, dans une cuve à eau, les ondes ne peuvent pas être transversales en tout point.

LP13- Il est instructif de rapporter l'énergie libérée par la fusion ou la fission à la masse de combustible utilisée.

LP14- Pour des raisons évidentes de sécurité, les générateurs de courant ne sont pas idéaux !

LP14 et LP15- Si on mesure une constante de temps à l'oscilloscope, il faut choisir une vitesse de balayage adaptée.

LP 16 et LP 20- On ne peut pas fixer les constantes d'intégration avant d'avoir déterminé la forme de la solution, en particulier sa période.

LP17- Dans une expérience du type « machine d'Atwood » où une masse qui chute entraîne un corps dont on étudie le mouvement, la tension du fil n'est pas égale au poids de la masse tractrice (que le fil soit inextensible ou non, et sans masse ou non).

LP19- La loi de la gravitation universelle s'énonce pour des points matériels. Elle s'étend à des corps étendus sous des conditions auxquelles il faut réfléchir. La raison pour laquelle l'étude de certains

mouvements peut être menée en assimilant le référentiel géocentrique à un référentiel galiléen doit être connue.

LP21 et LP31- Lors des manipulations, l'évolution de l'énergie mécanique n'est pas toujours conforme aux prévisions théoriques ; ce décalage doit donner aux candidats l'occasion de prouver leur bon sens sur la notion de modèle et sur les méthodes expérimentales.

LP24- Les bilans d'entropie doivent être au centre de la leçon.

LP25- Le signe de la quantité qB/m n'est pas sans intérêt.

LP26- Pour éviter de donner de façon abrupte la relation entre M , B/μ_0 et H , on peut au minimum remarquer que ces quantités sont de même dimension.

LP33- Il faut mieux faire le lien entre le cycle thermodynamique et le fonctionnement réel de la machine ; en particulier ne pas perdre de vue les mécanismes des échanges thermiques.

LP 37, 38- Un laser n'est pas une source ponctuelle. Lors de l'étude du réseau, se placer au minimum de déviation minimise les incertitudes ; il faut expliquer pourquoi.

LP37- Une réflexion préalable doit être menée sur l'ordre de grandeur des temps caractéristiques intervenant dans cette leçon. Un train d'onde n'est pas lié directement au caractère discret de l'émission.

LP42- Si on utilise l'approche thermodynamique, il faut éviter d'accumuler des hypothèses restreignant trop le cadre de l'étude, voire contradictoires (isotherme et isentropique par exemple).

LEÇONS ET MONTAGES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RETENUS POUR LA SESSION 2010

Leçons de physique

Les thèmes de la leçon de physique ont été publiés au BOEN spécial n° 6 du 25 juin 2009.

Thèmes de leçons de chimie générale et chimie inorganique

(le programme du niveau de classe concerné, première ou seconde année, est indiqué par les chiffres 1 ou 2, le sigle PCSI seul fait référence au programme de la première période avant le choix des élèves entre l'option PC et l'option PSI)

- 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 la non stœchiométrie de FeO. (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. (PC2).
- 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. (PC2).
- 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. (PC2).
- Équilibres liquide-vapeur, étude isobare, miscibilité totale ou nulle à l'état liquide. (PC2).
- Équilibres solide-liquide ; étude isobare, miscibilité totale à l'état liquide, totale ou nulle à l'état solide ; notion de composé défini ; théorème des moments chimiques. (PC2).
- Construction et utilisation de diagrammes d'Ellingham : application au grillage et à la pyrométallurgie. (PC2).
- L'eau solvant : solvatation, ionisation. (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'hydrométallurgie (lixiviation, purification, cémentation). (PC2).
- Utilisation des courbes intensité-potentiel : application à la préparation du zinc par électrolyse. (PC2).
- 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).
- Etude 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).
- Régiosélectivité, stéréosélectivité et stéréospécificité en chimie organique. (L).
- Utilisation des métaux de transition en chimie organique. (L).
- Les alcènes (réaction de Diels-Alder exclue). (PC2).
- Acides carboxyliques et dérivés. (PC2).
- Amines aliphatiques. (L).
- Amines aromatiques. (L).
- Composés carbonylés : acétalisation, addition d'organomagnésiens mixtes, réaction de Wittig et réduction par NaBH₄. (PC2).
- Composés carbonylés. Notion de tautomérie. Réaction en α du groupe carbonyle. Réactions de l'ion énolate. C-alkylation. Addition conjuguée sur les α -étones. (PC2).
- 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).
- L'aromaticité : principe et réactivité (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. (PC2).
- 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).

- 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. (PC2).
- Les organomagnésiens mixtes. (PCSI).

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 ($\Delta_r G^0$, $\Delta_r S^0$, $\Delta_r H^0$).
- Diagrammes binaires (solide-liquide ; liquide-vapeur) ; tracé, applications.
- 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. Exemples d'applications.
- Piles électrochimiques et accumulateurs.
- Electrolyse ; courbes intensité-potential ; réactions aux électrodes.
- Méthodes non stationnaires en électrochimie : chronoampérométrie et voltamétrie cyclique.
- Méthodes stationnaires en électrochimie : polarographie et voltamétrie sur électrode tournante.
- Diagrammes potentiel-pH et potentiel-pL ; applications.
- Conductivité des électrolytes ; mobilité des ions ; mesure et applications.
- Exemples de dosages des ions métalliques en solution.
- Complexation : applications aux dosages et aux extractions.
- Indicateurs de fin de réaction : caractéristiques ; utilisations.
- Solubilité et produit de solubilité : étude et applications.
- Facteurs influençant les équilibres hétérogènes ; dissolution et partage ; applications.
- Méthodes de séparation des constituants d'un mélange homogène ou d'une solution.
- Chromatographies. Principes physicochimiques de la chromatographie. Applications.
- Systèmes dispersés et systèmes micellaires : mise en évidence et propriétés physicochimiques.
- Structures et propriétés physico-chimiques des complexes des métaux de transition.
- Corrosion, protection contre la corrosion ; passivation des métaux.
- Spectrophotométrie IR, UV et visible : principes, applications.
- 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 : principes et applications.
- Le magnésium et ses composés.
- L'aluminium et ses composés ; alumine.
- Propriétés comparées des halogènes.
- Le chrome et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; structure électronique ; synthèse et propriétés des complexes.
- 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, cétolisation, 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 doubles C=O.
- Réactions de formation de liaisons simples C-N et de liaisons doubles C=N.
- Synthèse de médicaments.