

<p>ministère éducation nationale jeunesse vie associative</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 2011

AGRÉGATION

SCIENCES PHYSIQUES

OPTION CHIMIE

Concours externe

Rapport de jury présenté par Daniel SECRETAN
Inspecteur général de l'éducation nationale
Président du jury

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

COMPOSITION DU JURY

Daniel SECRETAN	<i>Inspecteur général de l'éducation nationale. Président du jury</i>
Robert LE GOFF	<i>Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional. Vice-président du jury</i>
Daniel MEUR	<i>Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional. Vice-président du jury</i>
Valérie ALEZRA	<i>Maître de conférences des universités</i>
David CHAPELIER	<i>Professeur de chaire supérieure</i>
Catherine CHARDON	<i>Professeur de chaire supérieure</i>
Sébastien FILHOL	<i>Maître de conférences des universités</i>
Laurence GRIMAUD	<i>Enseignant-Chercheur</i>
Marie-Hélène JEGU	<i>Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional</i>
Luc MARTEL	<i>Professeur de chaire supérieure</i>
Guillaume MERIGUET	<i>Maître de conférences des universités</i>
Karim NOUI	<i>Maître de conférences des universités</i>
Olivier PARISEL	<i>Directeur de Recherches au CNRS</i>
Isabelle PARROT	<i>Maître de conférences des universités</i>
Pascal PONTY	<i>Professeur de chaire supérieure</i>
Olivier THOMAS	<i>Maître de conférences des universités</i>
Julie ZUTTER	<i>Professeur agrégé</i>

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES - SESSION 2011

Nombres de candidats ayant participé aux différentes épreuves

Nombre de postes offerts au concours :	30
Nombre de candidats inscrits :	703
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	240
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	232
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	231
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	62
Nombre de candidats admis :	30

Moyennes aux épreuves d'admissibilité

Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Épreuve A :	11,8
Épreuve B :	10,9
Épreuve C :	12,3

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	19,2
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	9,0

Moyennes aux épreuves d'admission

Première épreuve, la leçon de chimie :	10,8
Deuxième épreuve :	
- 1 ^{ère} partie, la leçon de physique :	9,1/15
- 2 ^{ème} partie, interrogation sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »	4/5
Troisième épreuve, le montage de chimie :	12,1

Moyenne sur 20 du premier candidat admis :	17,5
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :	9,9
Moyenne sur 20 des candidats admis :	12,3

Origine des candidats admissibles et admis

	admissibles	admis
Élèves des Écoles normales supérieures :	13	11
Étudiants :	22	12
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	18	5
Divers :	9	2

Répartition par genre

	Admissibles	Admis
Femmes	32	19
Hommes	30	11

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 2011 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 04 novembre 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 deux 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, à l'équipe d'encadrement et à des représentants des commissions d'oral de tracer devant les candidats les perspectives de recrutement et les modalités de l'évaluation mise en œuvre pour opérer ce recrutement. Il est indiqué aux candidats qu'ils doivent percevoir leur admissibilité comme une étape devant leur faire espérer une admission proche ou future. Le jury tient en effet à souligner les progrès considérables constatés chez des candidats qui se représentent au concours suite à une non admission. Lors de ce premier contact a été également soulignée 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 candidats 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. 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 2011 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. Être 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 un caractère public. 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 complété par l'arrêté du 26 avril 2010 paru au JO du 21 mai 2010.

Le programme de la session 2012 est paru au BOEN n°10 du 10 mars 2011 : note de service n° 2011-029 du 21-2-2011.

Il est à noter une modification majeure pour la session 2012 : la prise en compte des nouveaux programmes des classes de première S et de première STL.

Le programme de première S est paru au Bulletin officiel spécial n°9 du 30 septembre 2010

Celui de première STL est paru au Bulletin officiel spécial n°3 du 17 mars 2011

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves d'admissibilité ont eu lieu les 29, 30 et 31 mars 2011

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ECRITE A

par

David CHAPELIER, Jean-Sébastien FILHOL, Guillaume MÉRIGUET et Olivier PARISEL

Le jury souhaite par ces commentaires aider les futurs candidats à préparer la composition de chimie. Il fait état de remarques qui apparaissaient déjà dans les rapports des années précédentes. Les futurs candidats sont fortement invités à en prendre connaissance.

Le sujet était composé de quatre parties indépendantes dans lesquelles figuraient des sous-parties elles-mêmes indépendantes de façon à ne pas bloquer les candidats. Dans chacune de ces parties, une progressivité de niveau était proposée avec une large part de connaissances de début de licence. Le thème central du sujet était le vanadium au nombre d'oxydation +V mais l'ensemble de l'épreuve couvrait un large spectre de thématiques.

La partie A portait sur des aspects généraux liés au vanadium, allant de la structure électronique de l'atome jusqu'à certains aspects métallurgiques.

Un effort notable dans la maîtrise de la culture chimique élémentaire doit être fait. Les ordres de grandeur les plus familiers sont parfois méconnus (les rayons atomiques ne sont pas de l'ordre de 100 nm !). On attend d'un candidat qu'il connaisse les ordres de grandeurs caractéristiques des "briques" de base du chimiste.

Le jury a apprécié les candidats qui ont fait preuve d'esprit critique face à une application numérique dont le résultat était manifestement aberrant.

Le langage spécifique à la chimie se doit d'être connu et correctement utilisé. Le vocabulaire ne peut être imprécis : électrons « appareillés » pour appariés, rapport « gyroscopique » pour gyromagnétique, « calcification », « calcination », « carbonatation », « carbonisation » ... pour calciothermie.

Les concepts sous-jacents ne sont pas toujours assimilés : on peut citer les définitions approximatives des termes dismutation, eutectique, déplacement chimique, supraconductivité (dont on fête le 100^{ème} anniversaire cette année) et la température critique associée.

Le jury constate un manque d'exploitation de notions élémentaires comme le lien entre une configuration électronique et les nombres d'oxydation accessibles pour l'élément. Le nombre d'oxydation 0 et l'absence de nombres d'oxydation négatifs ont été rarement indiqués.

La lecture du diagramme potentiel – pH pose problème et son utilisation n'est pas maîtrisée ce qui conduit certains candidats à invoquer dans leur copie des « risques d'oxydation de V_2O_5 ».

La partie B abordait les aspects thermodynamiques des catalyseurs à base de V_2O_5 .

Il va sans dire que tout professeur de chimie doit savoir ajuster les nombres stœchiométriques d'une équation de réaction.

La thermodynamique continue de poser des difficultés : la notion de taux d'avancement d'une réaction n'est pas toujours assimilée. Beaucoup de candidats méconnaissent les formules de base ou confondent les différentes grandeurs. Considérer l'homogénéité des formules devrait pourtant permettre de corriger beaucoup d'erreurs. Cette année encore, on rencontre des confusions inacceptables et lourdes de conséquences entre K° , constante d'équilibre, et Q , quotient de réaction ou entre X , ΔX , $\Delta_r X$ et $\Delta_r X^\circ$ où X est une fonction d'état extensive du système. Ainsi, les candidats confondent les grandeurs associées à un système (G par exemple) et celles associées à une équation de réaction ($\Delta_r G$ par exemple). Les dimensions des grandeurs de réaction sont parfois erronées (par exemple J au lieu de $J \text{ mol}^{-1}$ pour $\Delta_r G$).

La partie C s'intéressait aux espèces du vanadium +V en solution aqueuse à l'aide de la résonance magnétique nucléaire (RMN).

Cette partie débutait par une approche quantique de la RMN déroutant nombre de candidats qui semblent être rebutés par des calculs utilisant un formalisme spécifique mais ne présentant pas de difficulté mathématique.

Les équilibres en solution aqueuse et le diagramme de distribution des espèces ont été assez bien traités, mais la plupart du temps de manière incomplète. La systématique de Lewis n'est pas toujours rigoureusement suivie : tous les doublets y compris les doublets non-liants doivent être indiqués.

Cette partie se terminait sur une étude cinétique qui a été très peu abordée. On peut néanmoins noter que la notion de pré-équilibre rapide est rarement assimilée.

La partie D abordait quelques questions de culture générale autour de l'analogie entre phosphates et vanadates et de l'action d'ions vanadates dans un organisme animal. En dehors de certaines « perles » relevées par le jury (par exemple l'acide L-ascorbique assimilé l'aspirine ou à du vinaigre), nombre de candidats ont su tirer profit de certaines questions simples et indépendantes. Le nombre de points rapportés par ces questions fut néanmoins plutôt limité.

Au-delà des remarques précédentes, 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 au moyen de réponses et explications claires, pertinentes, précises et concises. De telles qualités sont indispensables au métier d'enseignant.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ECRITE B

par

Julie ZUTTER, Marie-Hélène JEGU et Karim NOUI

Le sujet de la composition de physique de cette session 2011 était articulé autour de l'étude du degré hygrométrique de l'air. Il proposait dans un premier temps d'envisager différentes propriétés de l'atmosphère liées au degré hygrométrique, puis d'étudier dans un second temps deux dispositifs de mesure de cette quantité. Le sujet, composé de cinq parties parfaitement indépendantes les unes des autres, abordait des thématiques très variées du programme. Sa longueur n'avait pas pour but de déstabiliser ou de décourager les candidats, mais au contraire de leur permettre de ne pas se trouver bloqués dans un sujet qui serait trop linéaire et ainsi de tirer le meilleur parti des cinq heures de composition.

Avant de détailler des remarques spécifiques à chaque partie, nous rappelons ici quelques conseils généraux sur la façon d'aborder une épreuve de cette nature.

Nous avons constaté deux types de comportements inappropriés, certains candidats se contentant d'aborder le début de chaque partie, et d'autres de n'en traiter qu'une seule ; ces deux stratégies ne peuvent pas permettre d'aboutir à un résultat suffisant. Afin de produire une copie de qualité satisfaisante, le candidat doit garder à l'esprit un certain nombre de principes présidant à la rédaction des sujets :

- même si la difficulté est graduelle au sein d'une partie, cela ne signifie pas qu'il faille abandonner dès la première question jugée difficile ; un certain nombre de résultats sont en effet donnés de manière à ce que le candidat puisse progresser dans le sujet ;
- l'aspect calculatoire est limité au nécessaire ; ainsi, un calcul de plusieurs pages doit indiquer au candidat qu'il est certainement sur la mauvaise piste, ou qu'il n'a pas envisagé la meilleure méthode de résolution ;
- il n'y a pas de question piège : si une question paraît simple, c'est sans doute parce qu'elle l'est.
- une partie étant un ensemble de questions construit de manière à étudier un système ou phénomène dans son ensemble, il est toujours valorisé d'en aborder chaque question, sans se contenter de traiter seulement celles qui semblent plus faciles.

Par ailleurs, il est important de rappeler ici qu'une bonne connaissance des sciences physiques est une condition nécessaire mais non suffisante à la réussite de cette épreuve. Nous invitons donc à nouveau les futurs candidats à s'assurer de leur maîtrise de l'usage d'outils analytiques indispensables. Il en est ainsi de l'étude de fonctions et de la représentation graphique de leurs variations, les notions de base de calcul intégral-différentiel et vectoriel, les règles de concordance entre les différentes unités du système international. Enfin, il est utile de réaffirmer qu'une rédaction claire des réponses et une présentation soignée permettent de valoriser la solution proposée.

La première partie du sujet abordait certains aspects thermodynamiques de l'air et de la vapeur d'eau présents dans l'atmosphère, et visait à déterminer un modèle pertinent pour chacun de ces systèmes.

Le modèle du gaz parfait, ainsi que les quelques éléments de physique statistique associés sont globalement mal maîtrisés. Les candidats sont vivement invités à s'interroger sur la notion de modèle en physique ; ainsi, les conditions que doivent vérifier un gaz pour être qualifié de parfait, ne s'auraient s'exprimer

par la loi « $PV=nRT$ ». Les vérifications de normalisation d'intégrales ont donné lieu à des manipulations peu rigoureuses des calculs. Il est bien entendu préférable de signaler que le calcul ne donne pas le résultat escompté, le manque de d'honnêteté intellectuelle, incompatible avec l'exercice du métier d'enseignant, étant lourdement pénalisé. Enfin, les évaluations numériques des vitesses quadratiques moyennes ayant été effectuées avec des valeurs de masses erronées ont conduit à des résultats fantaisistes sans que la plupart des candidats ne s'en émeuvent. Le jury rappelle que la qualité première du scientifique, et a fortiori de l'enseignant de sciences physiques, est de s'interroger sur la pertinence du modèle choisi et du résultat des calculs réalisés.

La partie abordant la poussée d'Archimède et ses conséquences a été globalement bien traitée.

Enfin, la partie 1.2 montre une mauvaise connaissance du modèle de Van der Waals ainsi que du comportement d'un corps pur au voisinage du point critique.

La deuxième partie étudiait les interactions entre l'eau et l'air dans l'atmosphère ainsi que les échanges de matière et d'énergie associés. Enfin, on s'intéressait à la formation des nuages.

Les premières questions introduisaient différentes grandeurs que les candidats ont eu manifestement quelques difficultés à appréhender. Néanmoins, tous les résultats utiles pour la suite de cette partie étant donnés, la plupart ont persévéré à juste titre. La diffusion a été correctement traitée, même si l'interprétation des équations (22) et (23) en termes de bilan était souvent approximative. Nous conseillons d'ailleurs vivement aux candidats de s'approprier cette méthodologie du bilan très utile en sciences physiques en raison de sa transversalité.

L'approche de la nucléation par le potentiel thermodynamique G a été correctement traitée par le petit nombre de candidats s'y étant confrontés, confortant ainsi l'idée qu'il est profitable de persévérer dans une partie.

La troisième partie qui portait sur l'étude de l'effet du champ de gravitation sur l'atmosphère a été très peu abordée. Le théorème de l'énergie mécanique conduisant à l'expression de la vitesse de libération n'a quasiment jamais été correctement appliqué. Définir correctement la verticale d'un point a souvent posé problème.

La quatrième partie traitait de l'étude d'un dispositif thermodynamique de mesure du degré hygrométrique de l'air basé sur l'écoulement de l'air dans une tuyère. On proposait dans un premier temps une approche locale de l'écoulement grâce aux équations locales de la mécanique des fluides, puis une approche globale en effectuant des bilans d'énergie sur des systèmes macroscopiques donnés. Nous regrettons que cette partie, abordée par un très petit nombre de candidats, révèle une méconnaissance manifeste des équations de base en mécanique des fluides, ainsi qu'une maîtrise très approximative des bilans d'énergie. Notons en particulier que l'application du premier principe nécessite la définition claire d'un système fermé, et que son énoncé ne se résume pas à $\Delta U = W+Q$ dans le cas d'un système dont le centre de masse se déplace.

Enfin, la cinquième et dernière partie s'intéressait à la mesure capacitive du degré hygrométrique. Il s'agissait d'étudier un condensateur plan en électrostatique, d'analyser l'influence d'un de ses défauts, puis de mesurer sa capacité grâce à plusieurs dispositifs électroniques.

Même si le théorème de Gauss est la plupart du temps correctement énoncé, l'étude des symétries et celle des invariances qui précèdent nécessairement son application est rarement correctement menée, conduisant ainsi au calcul du flux du champ électrostatique sur des surfaces mal choisies, sur lesquelles le champ varie, ou n'est pas défini.

Les candidats ayant abordé la partie d'électronique qui suivait ont montré pour la plupart une bonne connaissance du nom des grandeurs notées ω_0 et Q , mais échouent à en donner le sens physique. La suite et fin du sujet n'a été traitée par aucun candidat, même si sa difficulté était relativement moyenne.

Nous souhaitons conclure ce rapport en soulignant notre satisfaction d'avoir pu lire des copies de bonne qualité, montrant que certains candidats se préparent sérieusement à l'épreuve.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE C

par

Catherine CHARDON, Laurence GRIMAUD, Isabelle PARROT et Olivier THOMAS

Le jury souhaite par ce rapport aider les futurs candidats à préparer l'épreuve de composition de chimie. 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 2011 traite de la chimie des dérivés éthyléniques avec une application concrète à la synthèse stéréosélective de l'ingénol. Le sujet proposé a été construit de manière à être très progressif, très accessible en première partie, faisant appel pour sa majorité à des notions d'un niveau L2 ou CPGE.

Dans une première partie, la réactivité générale des dérivés éthyléniques est abordée. Après avoir étudié l'aspect théorique de la réactivité de la fonction éthylénique, le sujet s'intéresse à la bromation d'un diène, à l'addition électrophile régiosélective des alcènes dissymétriques, à la cycloaddition d'un alcène avec l'ozone, avant de traiter des réactions de polymérisation des alcènes : la polymérisation radicalaire, mais également la polymérisation anionique ou la polymérisation de Ziegler-Natta donnant naissance à un polyisoprène Z très semblable au caoutchouc naturel.

Dans une seconde partie, la synthèse asymétrique du (+)-ingénol décrite par John L. Wood et son équipe est étudiée, mettant en jeu des étapes conventionnelles de synthèse telles que l'acétylisation, la réduction d'une fonction ester, la déprotection d'un acétal, l'estérification, la réaction de Diels-Alder (incluant une description de la cycloaddition par les orbitales frontières), le clivage oxydant des diols vicinaux, le couplage des oléfines par métathèse, l'oxydation allylique, l'oxydation de Dess-Martin, ...

Après quelques remarques générales sur l'épreuve de chimie organique, des remarques spécifiques à la composition de chimie du concours 2011 seront données.

Tout d'abord nous souhaitons rappeler comme chaque année aux candidats que le concours de l'agrégation n'est pas une épreuve de vitesse mais une épreuve d'efficacité et de compétence, et qu'en aucun cas, la rapidité ne doit s'exercer au détriment de la rigueur. Le jury tient à souligner que la rédaction des copies doit être soignée et qu'un style télégraphique dans les réponses aux questions ne peut être accepté, des phrases complètes, concises et précises dans leurs termes doivent être rédigées.

Le jury est particulièrement sensible à l'écriture des mécanismes réactionnels qui requiert une grande rigueur, tenant à souligner que très peu de candidats respectent les règles mécanistiques élémentaires. Nous devons ainsi rappeler que chaque étape mécanistique 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. Les flèches courbes partent du doublet d'électrons et non de la charge lorsqu'il s'agit d'un anion par exemple, quant aux lacunes électroniques, elles sont bien trop souvent absentes. Il faut rappeler que l'écriture d'une succession d'intermédiaires réactionnels ne constitue pas un mécanisme, pour lequel il faut indiquer clairement les déplacements électroniques. Cependant, le jury peut tolérer certains

regroupements mécanistiques ("deux en un") compte tenu de la longueur des épreuves. Toutefois, il est conseillé d'écrire le mécanisme convenablement une première fois et d'utiliser une notation « elliptique » pour les mécanismes similaires ultérieurement, comme cela peut être le cas pour les réactions d'addition-élimination. Le candidat doit veiller cependant à ne pas abuser de ce type de représentation raccourcie au dépend d'une rigueur mécanistique requise pour un futur enseignant.

Il est indispensable d'indiquer précisément les étapes, équilibrées ou totales, d'un mécanisme. À titre d'exemple, rares furent les candidats qui ont équilibré l'équation de réaction modélisant la transformation de A en 1, ainsi que toutes les étapes mécanistiques de la déprotection d'un acétal.

Le jury a encore été surpris de constater la difficulté que représente la donnée d'une définition, en particulier la simple signification physique des paramètres α et β utilisés dans la méthode Hückel simple, ou même la définition d'un polymère.

Plus précisément, les réactions d'addition électrophile sur les alcènes sont des réactions simples de la chimie organique et s'avèrent très mal maîtrisées par une grande majorité des candidats. La presque totalité des candidats n'a pas été capable d'écrire la structure de l'intermédiaire réactionnel carbocationique formé à la question I.1.g, ne sachant pas faire la différence entre un carbocation et un ion ponté. Rares, là encore, sont les candidats qui connaissent les dangers liés à l'utilisation d'une solution de dibrome et les précautions élémentaires de sécurité liées à son utilisation, préconisant la nécessité de toujours avoir à portée de main une solution concentrée de soude ou de thiosulfate de sodium ou de potassium.

De manière très surprenante, les questions simples relatant des conditions réactionnelles permettant de choisir la régiosélectivité de l'addition électrophile de bromure d'hydrogène sur un alcène dissymétrique ont été médiocrement traitées. L'utilisation d'un milieu polaire aprotique afin de favoriser la formation du carbocation le plus stable était à comparer aux conditions réactionnelles radicalaires en présence d'un initiateur dans un solvant apolaire. Il est à regretter que des réactions aussi simples posent autant de problèmes à des candidats à l'agrégation. La réaction d'ozonolyse semble souvent mal maîtrisée d'un point de vue mécanistique, les candidats proposant des intermédiaires réactionnels sans proposer d'explication mécanistique décrivant une cycloaddition 1,3-dipolaire suivie d'une rétro-cycloaddition 1,3-dipolaire.

Nombre de candidats n'ont pas été capables de représenter l'ozone dans le formalisme de Lewis oubliant que l'ozone est une molécule coudée symétrique dont l'atome d'oxygène central porte une charge positive et dont les atomes d'oxygènes terminaux partagent une charge négative. L'écriture des deux formes mésomères est indispensable, elle traduit précisément les limites du modèle de Lewis, ne pas les inclure est considéré comme faux démontrant que le candidat n'a pas conscience du problème de ce modèle.

Après avoir rarement défini correctement un polymère, les candidats ont, dans leur majorité, traité convenablement les étapes mécanistiques décrivant la synthèse du polystyrène. Peu de candidats ont su remarquer que le toluène solubilise le styrène et le polystyrène formé et que le rôle de l'éthanol est de faire précipiter le polymère final.

La polymérisation anionique est, quant à elle, mal maîtrisée par les candidats, tant au niveau de l'amorçage que de la propagation, et rares sont ceux qui proposent l'existence de plusieurs unités de répétition correctes, qui expliquent l'obtention de polymères fonctionnalisés ou qui donnent la structure du polymère final.

La dernière partie étudiant la polymérisation de l'isoprène en présence d'un catalyseur titane/aluminium n'a également été que survolée par la majorité des candidats. Ils se sont contentés malheureusement trop souvent de donner la configuration électronique du titane.

La seconde partie du sujet mettait en jeu des étapes plus classiques de synthèse abordant la synthèse asymétrique de l'ingénol. Il est à noter que cette partie fut dans l'ensemble mieux traitée que la première. Peu de candidats connaissent la nomenclature triviale, l'éthylèneglycol ayant été l'objet de nombreuses erreurs. Nombreux sont les candidats qui savent que le tétrahydroaluminat de lithium réagit avec l'eau mais malheureusement sans en donner l'explication, ni connaître une méthode d'obtention de ce réducteur. La réaction de déprotection d'un acétal dans l'ensemble est connue. Par contre, concernant le mécanisme d'estérification d'un alcool avec un anhydride en présence de pyridine, il est important de rappeler que la base associée joue dans un premier temps le rôle de nucléophile avant de jouer le rôle de base. Le jury regrette que les candidats aient délaissé la question relatant de l'attribution des signaux de RMN 1H permettant simplement de différencier un couplage géminé d'un couplage allylique plus faible, ignorant également souvent l'attribution des signaux de RMN 13C.

Les questions relatives à la réaction de Diels-Alder ont malheureusement été généralement survolées par la plupart des candidats, réalisées sans rigueur, ne donnant que rarement une modélisation en perspective de l'approche des réactifs et ne justifiant que trop peu l'obtention des deux stéréo-isomères.

Enfin, la dernière partie de cette synthèse totale faisait appel à des notions plus complexes que précédemment, souvent abordées dans les sujets d'agrégation ces dernières années et malheureusement encore rarement traitées rigoureusement. Rappelons que les mécanismes réactionnels faisant intervenir des métaux de transition doivent mettre en évidence les échanges de ligands et les transformations des différents complexes organométalliques au cours du cycle catalytique. Il est regrettable que de nombreux candidats au regard du sous-produit formé au cours de la réaction, l'éthylène, parlent de la renversabilité de la réaction.

Les quelques candidats qui ont abordé la partie finale ont généralement proposés des mécanismes cohérents, même si les étapes mécanistiques auraient mérité plus de soin et de rigueur.

En résumé, ce sujet faisait largement appel à des notions abordées en L3 ou en classes préparatoires et qui devraient être maîtrisées par les candidats à l'agrégation. Nous rappelons que cette épreuve est avant tout construite afin d'évaluer l'ensemble des connaissances 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 certains candidats ont tenu compte des remarques des rapports antérieurs et a eu le plaisir de corriger des copies de bonne qualité. 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.

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 20 juin au 03 juillet 2011. Les résultats ont été proclamés le 04 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

David CHAPELIER, Jean-Sébastien FILHOL, Guillaume MÉRIGUET et Olivier PARISEL

De nombreuses remarques générales concernant les attentes et les critiques du jury au sujet de cette épreuve sont exposées dans les rapports des concours précédents et demeurent d'actualité. Nous invitons les futurs candidats à en prendre connaissance.

L'intitulé des sujets de leçon impose le cadre dans lequel elles doivent être traitées. Il n'impose cependant ni ordre de présentation ni plan. Le jury attend du candidat qu'il s'approprie le sujet de la leçon et en fasse une construction intellectuelle et une présentation personnelles. Tous les points mentionnés dans l'intitulé de la leçon doivent être abordés en consacrant à chacun d'eux la durée appropriée. La leçon doit s'inscrire dans une progression pédagogique claire. Introduire les pré-requis peut être une bonne méthode, encore faut-il les réinvestir avec pertinence. Pour les leçons de niveau L, il faut veiller à éviter des incohérences en adaptant les pré-requis à un cursus antérieur, certes hypothétique, mais rationnel tant au niveau scientifique que pédagogique.

Les leçons peuvent être illustrées par une expérience particulièrement démonstrative et de réalisation suffisamment rapide pour que le temps de l'exposé n'en souffre pas. Il est alors attendu qu'une telle expérience soit correctement exploitée et interprétée au cours de la leçon.

Les candidats doivent garder à l'esprit la durée, nécessairement limitée, de cette épreuve : certains passent parfois une trop grande partie du temps imparti sur un aspect qui ne le mérite peut-être pas et s'étonnent de ne plus avoir de temps pour présenter tout ce qu'ils avaient prévu. Cette bonne gestion du temps est un élément à ne pas négliger dans cette épreuve. Elle est à mettre en relation avec le caractère équilibré des différentes parties qui constituent une leçon.

Il est rappelé que le rôle du jury est d'évaluer, avec une bienveillante objectivité, l'exposé et les connaissances des candidats. Il n'a aucunement pour but de déstabiliser un(e) candidat(e) dont la prestation orale ne serait pas parfaite. Le jury n'ignore pas que les exposés même les plus brillants présentent forcément des imperfections et des inexactitudes. Au contraire, ses interventions ont pour but de valoriser les candidats en leur permettant de présenter le meilleur d'eux-mêmes. Ainsi, dans un premier temps, les questions posées servent usuellement à préciser certaines affirmations, parfois pour les corriger, parfois pour les approfondir : il n'y a ni chausse-trappe ni piège. Quoique la réponse « Je ne sais pas » puisse être une preuve d'honnêteté intellectuelle, il n'est cependant pas acceptable de refuser toute réflexion ou tout échange avec le jury au moyen de cette seule réponse.

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 : les candidats sont invités à se poser cette question. On gardera alors à l'esprit que la leçon est un acte pédagogique essentiel dans la transmission du savoir : la présentation doit être claire, rigoureuse, structurée et progressive tout en faisant ressortir les points essentiels.

Dynamisme et enthousiasme dans l'exposé, couplés à des supports de présentation (tableau, transparents, etc.) propres et attrayants constituent des avantages appréciables dans cette optique. Le jury a pu apprécier cette année une évolution favorable quant à la présentation au tableau (clarté, propreté et qualité de la tenue). On veillera cependant à ne pas tomber dans cet excès inverse que représenterait une surabondance de supports didactiques au contenu scientifiquement trop pauvre ou trop peu maîtrisé.

D'une manière générale les candidats doivent ainsi veiller à être rigoureux aussi bien dans leur progression logique (niveau de la leçon, calculs, raisonnements) que dans le choix des termes qu'ils emploient. Ainsi les définitions doivent-elles être clairement explicitées et les candidats doivent-ils être capables d'explicitier tout concept ou toute notion qu'ils ont choisi d'utiliser. Le jury est particulièrement sensible à l'utilisation d'un vocabulaire précis et approprié, règle de communication essentielle dans les domaines scientifiques : chaque terme spécifique revêt un sens et une acception bien définis (par exemple prédominance/existence, couple/système, orbitale/probabilité de présence, etc.). Il est peu de synonymes dans le vocabulaire relevant de la chimie : si le jury pardonne volontiers les lapsus, l'utilisation répétée de mots pour d'autres dans le discours peut au final laisser penser que les notions évoquées sont, au mieux, fort approximativement connues.

Le jury constate cette année que, même si les candidats ont vraisemblablement fourni d'importants efforts au cours de leur(s) dernière(s) année(s) de formation, certaines lacunes de base sans doute anciennes demeurent. On ne saurait trop conseiller aux futurs candidats de revoir de façon approfondie l'ensemble des notions de niveau licence ou CPGE qu'ils vont être amenés à exposer ou à utiliser au cours de l'épreuve. Insistons encore ici sur les définitions et significations des concepts fondamentaux qui doivent être impérativement assimilées.

Par exemple, les différences de définition, de signification et d'utilisation entre E et E° ou entre ΔG , ΔrG et ΔrG° sont essentielles. Au sujet des diagrammes d'Ellingham, la justification rigoureuse de la stœchiométrie identique de O_2 dans les différentes équations du diagramme n'est pas connue et un graphe $\Delta rG^\circ = f(T)$ ne peut définir de domaines d'existence d'espèces puisqu'il n'y a pas de fonction d'état en ordonnée mais seulement un classement de grandeurs thermodynamiques.

En cinétique, nous signalons que lorsque deux étapes sont successives, la vitesse de la deuxième étape ne peut être supérieure à la première. La loi de van't Hoff n'est pas toujours correctement énoncée et la notion de pré-équilibre rapide n'est pas connue.

En atomistique, la confusion entre atome et élément est regrettable ; elle conduit par exemple certains candidats à parler de configuration électronique ou d'ionisation d'un élément.

En cristallographie, la notion de coordinence n'est pas toujours connue et les différents sites interstitiels d'un réseau CFC sont mal positionnés.

On déplore cette année encore une présentation trop souvent dogmatique : les justifications, les hypothèses et leurs conditions de validité sont rarement exposées. On assiste trop souvent à une succession de constatations ou de calculs plutôt qu'à des explications et des interprétations rationalisées des résultats ou des phénomènes. En particulier, le passage de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique présente toujours autant de difficultés. Le lien entre la constante diélectrique et le moment dipolaire d'un solvant et leurs implications et intérêts respectifs semblent mystérieux pour une majorité de candidats.

Le jury est conscient que l'épreuve de leçon de chimie générale et minérale 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. Mais c'est là une exigence à laquelle les candidats admis au concours de l'agrégation devront s'astreindre devant leurs futures classes, à tout niveau. Le jury félicite donc les candidats qui ont atteint les critères de qualité humaine, scientifique et pédagogique et ont montré leur aptitude à exposer, partager, transmettre et valoriser la discipline qu'ils enseigneront.

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

par

David CHAPELIER, Jean-Sébastien FILHOL, Guillaume MÉRIGUET et Olivier PARISEL

De nombreuses remarques générales concernant les attentes et les critiques du jury au sujet de cette épreuve, exposées dans les rapports des concours précédents, demeurent d'actualité. Nous invitons chacun à consulter ces rapports.

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. 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. 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. Le candidat doit proposer une présentation équilibrée en adéquation avec la durée de l'épreuve mais la gestion du temps est assurée par le jury qui guide le candidat par ses questions. Les questions posées par le jury pendant l'épreuve servent notamment à corriger ou approfondir certaines affirmations du candidat, son rôle étant de juger avec objectivité et bienveillance la prestation et les connaissances du candidat dans divers domaines. Par exemple, le jury de chimie générale et minérale ne s'interdit pas de poser des questions de chimie organique notamment si le candidat choisit de présenter des manipulations de chimie organique. Le temps de préparation peut être utilisé pour affiner les connaissances théoriques correspondant à son choix d'expériences, mais il est recommandé au candidat de ne pas négliger le suivi des manipulations en cours dont il a délégué la mise en œuvre à l'équipe technique.

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, les concentrations des solutions utilisées ne sont pas toujours précisées par le candidat ...). Cette présentation lacunaire conduit les candidats à présenter des expériences insuffisamment exploitées, peu probantes ou non pertinentes parfois révélatrices d'une compréhension imparfaite des phénomènes mis en jeu. Dans la réalisation de ses expériences, le candidat doit s'attacher à choisir les meilleures conditions expérimentales d'observation et tendre à la meilleure précision de mesure possible. Par exemple, il convient de songer à homogénéiser les solutions ... même pour des expériences en tube à essais et il serait profitable de revoir l'utilisation raisonnée de la verrerie de laboratoire (pipette jaugée à un ou deux traits, fioles, ...). Certains candidats semblent découvrir certains appareillages au moment de leur présentation : le jury invite les candidats à se familiariser avec ces

appareils et à revoir les principes physico-chimiques de la mesure associée. Une expérience peut ne pas conduire aux résultats escomptés ; il est donc important de savoir faire preuve d'esprit critique face à ce déroulement inattendu.

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 ... ou sur des constantes cinétiques ou thermodynamiques tabulées (E° , K° , k , ...).

La chimie est une science quantitative : un professeur doit connaître (ou à 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 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. Dans tous les cas, une analyse critique est nécessaire : le jury tient à ce que chaque manipulation présentée soit exploitée avec bon sens, honnêteté et rigueur et accorde davantage d'importance à l'analyse réalisée qu'au résultat brut.

Sans tomber dans des travers excessifs, les consignes élémentaires de sécurité doivent être respectées. Une manipulation n'est réussie que si elle est maîtrisée et présentée proprement devant le jury. Lors de la mise en œuvre de réactions très exothermiques le candidat doit veiller à la présence des protections nécessaires : support ou contenant réfractaire et écran contre les projections. Pour les montages utilisant des fours tubulaires, l'orientation des flacons laveurs doit empêcher l'arrivée de liquide à l'intérieur de ce four. 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 paillasse. 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. Il est déconseillé d'adopter une position instable sur un tabouret même pour éviter les erreurs de parallaxe lors de la lecture d'une graduation. Concernant la « sécurité » du matériel, nous rappelons qu'un candidat est responsable du matériel qui lui est confié et de sa mise en œuvre. Par exemple, une électrode est un objet fragile et coûteux qui ne doit pas être maltraité ou mal utilisé. Pour conclure sur ce sujet, rappelons que si le jury a apprécié les précautions prises à bon escient par la plupart des candidats, il déplore que d'autres ne quittent pas leurs gants lorsqu'il s'agit d'ouvrir un robinet, d'utiliser la calculatrice, d'écrire au tableau, voire de prendre un point de fusion.

En résumé, 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 tient à féliciter les candidats d'un bon niveau qui, par des manipulations soignées et maîtrisées et par des réponses satisfaisantes ont pu montrer ainsi leur bon sens critique, leur grande dextérité expérimentale, l'étendue de leurs connaissances et leur aptitude à les présenter et à les communiquer.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE LEÇON DE CHIMIE ORGANIQUE

par

Catherine CHARDON, Laurence GRIMAUD, Isabelle PARROT et Olivier THOMAS

Le jury invite les candidats à prendre connaissance des rapports des années précédentes qui abordent un grand nombre de points qui restent d'actualité, et à prêter attention aux points suivants.

La leçon de chimie organique est tirée au sort par le candidat. S'il s'agit d'une leçon à niveau imposé (BTS, BCPST, PCSI), il est souhaitable de consulter les programmes officiels. Si l'intitulé de la leçon précise qu'il s'agit d'un niveau L, le candidat peut choisir librement de traiter la leçon au niveau L (L1, L2 ou L3) qui lui paraît le plus judicieux. Ainsi, par exemple, une réaction de métathèse développée au niveau L2 ou la définition d'un carbanion au niveau L3 semble mal adaptée au niveau choisi. Ce choix est énoncé clairement en début de leçon et s'accompagne d'une présentation des pré-requis considérés comme nécessaires pour cette leçon à ce niveau. Il est rappelé que le jury n'attend pas une leçon L3 quand le programme traité relève bien évidemment d'une L1 ou L2. Évidemment, une leçon positionnée en L3 ne doit pas traiter l'ensemble des volets L1 et L2 correspondants, ceux-ci étant indiqués dans les pré-requis. Enfin, le jury apprécie un candidat qui effectue un choix raisonnable et démontre une parfaite maîtrise de ce qu'il présente, plutôt qu'un candidat mal à l'aise dans un niveau manifestement surestimé par rapport à ses propres connaissances.

Le jury attend que le candidat aborde l'ensemble des points précisés dans l'intitulé de la leçon de manière claire et bien structurée. Pour les leçons présentant une partie « applications » comme celles concernant l'infra-rouge ou la R.M.N., le candidat doit veiller à éviter un trop fort déséquilibre entre le principe et les applications. La leçon constitue un exercice difficile, et le jury apprécie une présentation pédagogique faisant ressortir l'essentiel des notions importantes en liaison avec l'intitulé. Il est fortement conseillé de faire des choix pour améliorer la lisibilité et la clarté plutôt que d'énumérer une longue liste de réactions s'avérant mal maîtrisées lors des questions. Les exemples présentés doivent être convenablement écrits (en incluant les sous-produits, les équations de réactions doivent être correctement équilibrées...) et pourront donner lieu à des questions au cours de la discussion.

Le jury déplore le manque de formalisme au cours des différents exposés: flèches ayant les charges pour point de départ, absence de lacune électronique...

Le jury rappelle que les questions en fin de présentation sont là pour préciser des points trop rapidement abordés ou des inexactitudes afin de permettre au candidat de corriger certaines maladresses commises au cours de l'exposé. La leçon est un exercice difficile et éprouvant et le jury apprécie les efforts de dynamisme et de pédagogie déployés par certains candidats.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE MONTAGE DE CHIMIE ORGANIQUE

par

Catherine CHARDON, Laurence GRIMAUD, Isabelle PARROT et Olivier THOMAS

Le jury conseille aux candidats de consulter les rapports des années précédentes car bon nombre de recommandations restent d'actualité. Au début de l'épreuve, le candidat a le choix entre deux titres de montage et doit se décider sans trop tarder afin d'utiliser au mieux le temps de préparation. Le jury n'a pas d'idée préconçue sur le plan et les expériences présentées.

Le jury tient à rappeler qu'il s'agit d'une épreuve pédagogique qui doit être exposée et non subie voire menée par les questions du jury. Il s'agit avant toute chose d'une épreuve expérimentale pour laquelle le candidat se doit de manipuler (l'ouverture d'un robinet d'une ampoule de coulée ou la simple prise d'un point de fusion ne peut constituer une manipulation à part entière). Le nombre d'expériences est laissé au libre choix du candidat mais le jury préfère voir peu d'expériences bien maîtrisées et interprétées plutôt qu'un nombre plus important mal exploité. En effet, le jury déplore la méconnaissance des protocoles expérimentaux. Il est indispensable de connaître le nombre d'équivalents de chacun des réactifs, leurs propriétés physico-chimiques (température de fusion, température d'ébullition...), leur toxicité, leur rôle dans la réaction présentée et leur devenir au cours des différentes phases de l'expérience. Le jury insiste sur le respect des conditions élémentaires de sécurité : utilisation des sorbonnes, inflammabilité des solvants, port de gants, maîtrise de l'exothermicité d'une réaction ou de rejet gazeux. Le jury est sensible à la pertinence des choix de verrerie utilisée ainsi que des choix concernant la qualité des solvants et réactifs (utilisation de solvants anhydres pour extraction, utilisation d'un composé anhydre pour une solution aqueuse..). L'analyse des produits formés doit permettre de conclure quant à la nécessité d'une purification ultérieure, et non purifier simplement pour une démonstration technique. De manière évidente, un calcul de rendement n'est légitime que si le produit est pur. De plus, il est inutile de synthétiser de trop grandes quantités de produits, les caractérisations ne nécessitant en général que peu de produit. Le jury apprécie que les candidats soient sensibles aux conditions de travail dans les établissements scolaires. De même, les appareils de mesure et autre matériel étant fragiles et coûteux, il est fortement recommandé de prendre connaissance des notices avant leur utilisation et d'en prendre soin lors des manipulations. Il est également conseillé de s'intéresser à l'utilisation de robinets à trois voies.

Au cours de cette épreuve, le jury est amené à interagir notamment pour faire préciser un protocole ou une étape expliquée trop brièvement. La difficulté du montage consiste à répondre tout en manipulant le plus soigneusement possible. Le jury tient à féliciter les candidats qui ont présenté des réactions bien exploitées, de manière dynamique et pédagogique.

RAPPORT SUR LA LEÇON DE PHYSIQUE

par

Marie-Hélène JEGU, Karim NOUI et Julie ZUTTER

La deuxième épreuve d'admission se compose depuis cette session de deux parties distinctes :

- la leçon de physique suivie d'un entretien avec le jury, donnant lieu à une note sur 15 points ;
- l'évaluation de la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » sous forme d'un exposé suivi d'un entretien, donnant lieu à une note sur 5 points.

L'épreuve débute par la présentation d'une leçon, dont le thème et le niveau sont imposés par le tirage au sort. Cet exposé, accompagné autant que possible d'illustrations expérimentales, doit permettre d'évaluer les qualités pédagogiques et la rigueur scientifique du candidat.

Le candidat est donc invité à se référer aux programmes officiels afin de bien cerner le cadre de la leçon et son contenu. Il est en particulier important de présenter un exposé équilibré, présentant des enchaînements logiques, et de ne pas réduire ou sacrifier une partie de la leçon faute de temps.

L'aspect expérimental de la discipline doit être exploité autant que faire se peut, éventuellement en incluant l'usage des TIC. Le choix des expériences d'illustration constituent pour le jury un aspect très important de la leçon lorsque celle-ci s'y prête. Le candidat doit savoir justifier ce choix et doit également maîtriser les différents paramètres pertinents de la manipulation. Il est conseillé de réaliser un point de mesure lors de la présentation avec toute la rigueur expérimentale nécessaire. Les applications numériques doivent être posées clairement et doivent être simplifiées au mieux avant d'utiliser la calculatrice. En outre, mesurer une grandeur physique ne se limite pas à déterminer une valeur de cette grandeur mais s'accompagne nécessairement d'une évaluation de l'incertitude sur la mesure. Or, l'incertitude d'une mesure n'est pas l'écart du résultat de la mesure à une valeur théorique ou tabulée. Il est enfin toujours nécessaire de poser en toute honnêteté un regard critique sur la pertinence de l'expérience dans l'illustration d'un phénomène et sur le résultat d'une mesure avec son incertitude.

Le jury est également sensible aux qualités de communication des candidats. Utiliser de manière raisonnée les notes prises pendant la préparation, trouver un juste-milieu entre "tout écrire au tableau" et "projeter tous les calculs sur transparents", soigner la présentation du tableau et des documents projetés sont autant de points dont le jury tiendra compte. Enfin, la clarté de l'expression orale, l'enthousiasme et la conviction qui contribuent à donner le goût des sciences, sont également valorisés.

Lors de l'entretien, le candidat est appelé à répondre aux questions des membres du jury. Ces questions ont pour but de clarifier des points qui auraient pu être mal compris ou mal interprétés par le jury et n'ont nullement vocation à piéger ou déstabiliser le candidat.

Il est important de souligner que, malgré l'exigence de l'épreuve à différents points de vue, le jury a pu assister à des présentations de grandes qualités aussi bien dans la dimension pédagogique que scientifique. Certains entretiens ont également permis de révéler une culture riche, une véritable rigueur et un esprit critique pertinent dans le domaine de la physique. Le jury tient à féliciter ces candidats qui ont réussi cet exercice de manière très satisfaisante.

Voici quelques remarques plus précises sur certaines leçons.

Leçons de mécanique :

L'illustration des leçons de mécanique par des schémas est recommandée, et ceux-ci doivent être exploités de manière rigoureuse.

Définir un mouvement, une vitesse ou une trajectoire ne saurait avoir de sens sans que le référentiel par rapport auquel ces grandeurs sont définies soit correctement précisé.

L'introduction de l'énergie potentielle élastique par le biais de la force exercée par un opérateur afin de déformer le ressort nécessite un effort de clarté du candidat.

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.

Néanmoins le jury a eu la satisfaction de noter que de nombreux candidats ont tenu compte des conseils et remarques formulés dans les rapports précédents.

Leçons d'optique :

Les leçons d'optique posent manifestement problème à de nombreux candidats.

L'étude du spectroscopie à réseau révèle une confusion entre le phénomène de diffraction par les traits du réseau et les interférences à N ondes qui en résultent. Ainsi l'observation des spectres à différents ordres ne peut bien sûr pas être attribuée à l'existence de différentes « taches centrales de diffraction ». Le calcul de la différence de marche entre deux rayons passant par des traits consécutifs du réseau est souvent mal justifié. De même, le passage de deux ondes à N ondes est très souvent occulté.

Un candidat doit pouvoir tracer le cheminement d'un rayon lumineux à travers tout instrument d'optique.

Leçons d'électricité, électronique et magnétisme :

Le caractère récepteur ou générateur d'un dipôle ne dépend pas de la convention choisie pour écrire sa relation courant-tension.

La finalité du filtrage d'un signal électrique doit être clairement énoncée et illustrée par des montages pertinents. L'intérêt d'un filtre actif ne réside pas seulement dans son gain.

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

Les notions relatives aux propriétés magnétiques des milieux sont trop souvent approximatives, et méritent d'être approfondies.

Leçons de thermodynamique et mécanique des fluides :

Les applications des potentiels thermodynamiques sont trop souvent sacrifiées, au profit de calculs formels d'intérêt souvent discutables et dont le sens physique est trop rarement dégagé.

Lors de l'étude des machines thermiques, il convient de s'interroger sur la notion d'efficacité.

Le diagramme de Clapeyron est trop souvent négligé pour illustrer la transition de phase liquide-gaz du corps pur.

L'interprétation statistique du modèle de l'atmosphère isotherme est trop rarement dégagée.

La deuxième partie de l'épreuve porte sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » définie dans l'arrêté du 12 mai 2010, publié dans le Bulletin Officiel n° 29 du 22 juillet 2010.

Il s'agit d'illustrer les connaissances, capacités et attitudes professionnelles liées à cette compétence à partir d'activités prenant appui soit sur le sujet de la leçon, soit sur un extrait de programme fourni, activités qui pourraient être mises en œuvre par des élèves ou par leur professeur de sciences physiques.

Le jury attire l'attention des candidats sur la nécessité de consacrer une partie du temps de préparation de l'épreuve à cette seconde partie : l'improvisation ne peut conduire à une présentation satisfaisante. Il est également important à l'issue de la première partie que le candidat se souvienne qu'il aborde une seconde partie d'épreuve indépendante, dont la réussite n'est en aucun cas corrélée à ce qui a précédé.

Il convient également de lire le sujet dans sa totalité. De trop nombreux candidats ont proposé des activités pertinentes et décrit leur mise en œuvre avec clarté sans pour autant illustrer la compétence, ce qui constitue un hors sujet. Le jury attend une mise en perspective de la ou des activités choisies avec les connaissances, capacités et attitudes précisées dans l'arrêté du 12 mai 2010.

Peu de candidats ont utilisé la totalité du temps prévu pour présenter un exposé structuré, s'appuyant sur un support adapté. La nouveauté de l'exercice est vraisemblablement à l'origine de ce constat.

Lors de l'entretien, plutôt qu'une connaissance livresque du système éducatif, le jury cherche à vérifier que le candidat s'est imaginé dans son futur métier, qu'il en appréhende les différentes facettes et qu'il est capable d'analyser et de faire preuve de responsabilité face à des situations auxquelles tout professeur peut se trouver confronté dans l'exercice de sa profession. En particulier, il convient de se souvenir que les missions des enseignants ne se limitent pas au cadre strict de la classe et de l'enseignement disciplinaire.

Dans leur grande majorité, les candidats ont montré une bonne réactivité aux questions qui ont pu leur être posées.

LEÇONS ET MONTAGES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RETENUS POUR LA SESSION 2012

Leçons de physique

Les thèmes de la leçon de physique ont été publiés au le BOEN N°10 du 10 mars 2011.

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. Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental. 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)
- Équilibres de 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)
- Les composés organosoufrés. (L)
- Réactions de formation de cycle en chimie organique (réactions de cycloaddition 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)
- Les composés organophosphorés. (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-potentiel ; 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- 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. Principaux degrés d'oxydation.
- L'aluminium et ses composés. Principaux degrés d'oxydation ; 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, 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.
- Étude 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.