

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Direction des Personnels Enseignants

AGRÉGATION
SCIENCES PHYSIQUES
OPTION CHIMIE
CONCOURS EXTERNE

Rapport présenté par Claude Boichot
Inspecteur général de l'éducation nationale
Président du jury

2003

CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE

**« LES RAPPORTS DES JURYS DES CONCOURS SONT ETABLIS
SOUS LA RESPONSABILITE DES PRESIDENTS DE JURY »**

COMPOSITION DU JURY

M. Claude BOICHOT	Inspecteur général de l'Éducation nationale, Président du jury
M. Christophe IUNG	Professeur des Universités, Vice-président du jury
M. Robert LE GOFF	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
M. Eric CLOT	Chargé de recherches au C.N.R.S.
Mme Claude COLIN	Professeur de chaire supérieure
Mme Hélène COMBEL	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
M. Rémi DEJEAN DE LA BÂTIE	Professeur de chaire supérieure
M. Bernard DIRAND	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
M. Laurent JOUSSET	Professeur de chaire supérieure
M. Hervé LEMARCHAND	Professeur des Universités
Mme Isabelle MALFANT	Maître de conférence
M. Claude MOREAU	Professeur de chaire supérieure
M. Patrick PALE	Professeur des Universités, membre de l'I.U.F.
Mme Christiane PARENT	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
Mme Catherine RIPERT	Professeur agrégé hors classe
M. Maurice ROCHE	Professeur de chaire supérieure
Mme Anne ZAPARUCHA	Maître de conférence

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES

Nombre de postes offerts au concours :	72
Nombre de candidats inscrits :	740
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite A :	403
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite B :	369
Nombre de candidats présents à l'épreuve écrite C :	351
Nombre de candidats admissibles aux épreuves orales :	127
Nombre de candidats admis :	
Moyenne sur 20 du premier candidat admissible :	19,7
Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible :	7,0
Moyenne sur 20 des candidats admissibles :	
Epreuve A :	10,2
Epreuve B :	11,9
Epreuve C :	9,1
Moyenne sur 20 du premier candidat admis :	17,6
Moyenne sur 20 du dernier candidat admis :	8,3
Moyenne sur 20 des candidats admis :	
Leçon de chimie :	10,3
Leçon de physique :	12,0
Montage de chimie :	10,8

ORIGINE DES CANDIDATS ADMISSIBLES

Élèves des Écoles normales supérieures :	35
Étudiants :	59
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	28
Divers :	5

ORIGINE DES CANDIDATS ADMIS

Élèves des Écoles normales supérieures :	32
Étudiants :	31
Professeurs certifiés titulaires, stagiaires ou en report de stage :	7

RÉPARTITION PAR SEXE

	Admissibles	Admis
Femmes	69	38
Hommes	58	32

INTRODUCTION

RAPPORT DE SYNTHÈSE DU PRÉSIDENT DU JURY

La session 2003 de l'agrégation externe de sciences physiques et chimiques option chimie s'est déroulée dans des conditions respectant évidemment 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. Il serait sans doute souhaitable que chacun prenne le temps de s'imprégner des textes qui régissent l'organisation et le déroulement des concours administratifs car leur connaissance éviterait bien des approximations dans l'appréciation des situations. Toutes les dispositions prises avaient par ailleurs été explicitées lors de la rencontre organisée par le président du jury à l'intention des centres de préparation le jeudi 3 octobre 2002.

Cette session s'est déroulée dans des modalités très voisines des sessions précédentes pour ce qui concerne l'organisation pratique même si le lycée d'accueil est désormais le lycée Henri IV situé à Paris 23 rue Clovis dans le cinquième arrondissement. 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.

Les perspectives de recrutement se retrouvent dans les données statistiques actualisées largement diffusées par les organes officiels de communication du ministère. Ces données doivent être intégrées par les futurs candidats qui doivent savoir qu'au bout de leurs efforts il y aura une large possibilité de réussite. La notion de réussite différée remplace celle d'échec pour celles et ceux qui veulent s'en donner la peine en montrant un engagement déterminé à embrasser la fonction de professeur.

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 auto-évaluation 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 (Il est encore plus vain de se permettre de donner, à tel candidat ou candidate qui termine une épreuve,...une note Cette démarche dénote simplement une absence totale de jugement et disqualifie celui qui l'emprunte..).

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 clair que la formation doit prendre son plein épanouissement en apprenant les étudiants à penser. Il est inutile, vain et nettement contre-productif de les engager dans la voie des recettes ou des attitudes simplement mémorisées que l'on régurgiterait en s'aidant abusivement de documents personnalisés. La technique « des documents fraîchement préparés » et l'usage des caméras flexibles a définitivement remplacé le recours à des « transparents préconstruits » et souvent obsolètes.

La session 2003 a été placée 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. C'est en application de ce principe que certains « manuels », certaines « notices », certains produits « synthétisés » ou certains appareils sont écartés de la mise à disposition des candidats, de tous les candidats. Certains fascicules de « montages » portent des données stratégiques plus que scientifiques avec des références précises et répétées à des pages d'ouvrages par ailleurs présents dans la bibliothèque. 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. 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 convient de rompre rapidement et définitivement avec des habitudes qui dénaturent la formation et installent les conditions propices à un bachotage même si celui-ci est recherché ou demandé par les étudiants en quête de facilité et de sécurité.

Le jury évalue la prestation des candidats à partir de leur intelligence des situations, leur capacité de réflexion, leur autonomie, leur esprit critique. Il n'est pas là pour apprécier des attitudes de chiens pseudo savants ou de perroquets. L'échelle de notation va de zéro à vingt. Les interrogations du jury sont construites pour valoriser le candidat et non pour l'amener perfidement à dire des bêtises. Les notes basses ou très basses sont le reflet d'une situation instantanée où plusieurs questions simples pour ne pas dire élémentaires n'ont pas eu de réponses satisfaisantes. 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. Le métier de professeur peut dans certains cas être réduit à sa dimension de débiteur de sciences, il faut espérer que le plus souvent il prenne la grandeur de Maître et d'Exemple. Il serait grave et désespérant de ne plus constater l'exemplarité à l'École qui est le creuset de la Nation.

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 et non de présenter des systèmes « presse-bouton ». Ces pseudo-montages ne conduisent souvent qu'à des situations qu'il est impossible d'exploiter et de valider.

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. Un seul abandon en cours d'épreuve n'a pu finalement être évité.

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 programme du concours de la session 2004 a été publié au BOEN spécial n°3 du 22 mai 2003. Il reconduit le programme de la session 2003 décrit dans le BOEN spécial n°13 du 30 mai 2002.

Toutefois, le programme de la session 2004 doit prendre en compte les nouveaux programmes de physique de PCSI et de BCPST1 applicables à la rentrée courante 2003. Des ajustements mineurs sont susceptibles d'être apportés. Dans ce cas, ils seront publiés dans un BOEN du premier trimestre de l'année scolaire 2003-2004.

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ

Les épreuves ont eu lieu les 14, 15 et 16 Avril 2003

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE A

Par

Mme I. MALFANT

MM. E. CLOT, H. LEMARCHAND et M. ROCHE

L'épreuve A de la session 2003 comportait deux parties indépendantes consacrées respectivement à l'étude des oscillations du système dioxyde de chlore, diiode, acide malonique et à quelques applications de l'électrochimie. La relative longueur de l'énoncé permettait d'aborder de nombreux domaines de la chimie inorganique sans être bloqué par une lacune dans un secteur particulier, ce que de nombreux candidats ont intelligemment exploité.

Le premier problème consacré à la cinétique chimique débutait par l'étude expérimentale de la réaction d'iodation de l'acide malonique. Seule une minorité de candidats a proposé, pour cette réaction, un mécanisme plausible (débutant par une réaction de type céto-énolique catalysée ici par la présence d'un acide) permettant de débiter correctement l'étude cinétique demandée et de justifier la loi de vitesse proposée. Cette partie se poursuivait par l'étude des réactions entre ClO_2° et I^- qui, par leurs propriétés d'autocatalyse ou d'autoinhibition, permettent l'existence d'oscillations. Globalement mieux réussie, cette question a néanmoins révélé des lacunes surprenantes en nomenclature (rares sont les candidats connaissant la formule de l'anion chlorate) et dans l'équilibrage de réactions rédox simples. De même, l'analyse qualitative de la loi de vitesse proposée visant à mettre en évidence le rôle autocatalytique ou autoinhibiteur des ions I^- n'a eu que peu de succès. L'établissement d'un système d'équations adimensionnelles n'a présenté que peu de difficultés pour ceux qui avaient écrit correctement les bilans réactionnels.

La deuxième partie du premier problème, consacrée à la modélisation des oscillations temporelles à l'aide d'un système dynamique reposait sur l'étude du système d'équations précédemment établies (et fournies dans l'énoncé). Abordée par un petit nombre de candidats, cette partie a été correctement traitée et n'appelle pas de remarque particulière.

Le second problème, consacré à quelques applications des méthodes d'analyse électrochimiques, débutait par un rappel des relations de Butler-Volmer et Tafel. Seule une minorité de candidats s'est montrée capable de définir correctement les différents facteurs intervenant dans ces relations et leurs domaines de validité. La deuxième partie était consacrée à l'étude d'un mécanisme réactionnel par voltampérométrie cyclique. Si les quelques questions portant sur les bases théoriques de cette technique ont été correctement traitées par un nombre appréciable de candidats, le jury a été surpris de constater que l'utilisation de voltammogrammes pour analyser un mécanisme réactionnel n'a rencontré que très peu de succès. La dernière partie de ce problème permettait d'envisager l'application de cette même technique à l'étude structurale d'un complexe Co(II)-porphyrine. Elle débutait par l'établissement d'une partie du diagramme énergétique des orbitales de ce complexe. Là encore, le jury a été extrêmement surpris de constater que l'immense majorité des candidats ne parvenait pas à décompter les orbitales π présentes dans un fragment porphyrine. Plus encore, nous devons noter qu'un seul et unique candidat a été capable de proposer un ordre plausible pour les orbitales à fort caractère métallique dans le complexe de symétrie D_{4h} envisagé bien que l'étude des recouvrements des orbitales du métal et du ligand ait fait l'objet d'une question préalable et que l'épreuve d'écrit de l'année précédente ait porté en grande partie sur l'étude de la structure électronique de complexes semblables. Signalons à cette occasion que la description de la structure électronique des complexes des métaux de transition ne peut pas toujours être correctement effectuée par la seule théorie du champ cristallin, qui plus est, mal maîtrisée.

Une faiblesse fréquemment constatée dans les deux problèmes concerne les bases de la cinétique chimique. De bons candidats évitent les questions de cinétique. Ceux qui les traitent semblent souvent manquer d'un formalisme fiable pour analyser et réduire un mécanisme à une seule équation bilan. Les concepts d'étape cinétiquement déterminante et d'approximation des états quasi stationnaires sont confus et mal exploités.

En conclusion, nous n'oublierons pas de noter que quelques candidats ont réalisé d'excellentes compositions et que la plupart des candidats admissibles ont obtenu des notes tout à fait correctes à cette épreuve de chimie.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE B

par

Mmes C. COLIN, H.COMBEL, C. PARENT et M B. DIRAND

Le sujet de physique du concours de l'agrégation de sciences physiques, option chimie abordait quelques notions d'optique géométrique et d'optique physique, autour du thème du microscope.

Quelques candidats ont traité les trois premières parties, avec bonheur.

L'agrégation étant un concours de recrutement d'enseignants, les correcteurs ont été sensibles à la lisibilité des copies et à la qualité de la rédaction.

La partie A demandait aux candidats de rappeler les définitions de l'optique géométrique, les propriétés des dioptré, lentille mince et réseau et s'intéressait plus particulièrement à un objectif de microscope à points stigmatiques.

Cette première partie a été sans conteste la mieux traitée par l'ensemble des candidats ; toutefois, de graves lacunes ont été constatées : le stigmatisme approché est très mal défini ; les notions d'objet ou d'image virtuels sont complètement fantaisistes. Certains n'ont pas su traiter des questions du niveau de terminale scientifique (construction d'une image dans une lentille mince ou énoncé des formules de conjugaison). Dans ce domaine les candidats se bornent à la conjugaison sur l'axe, oubliant qu'un objet est rarement ponctuel.

Paradoxalement, pour la construction d'une image à l'infini, il manque souvent l'image du point situé sur l'axe optique.

Le principe du microscope étant mal compris, seules certaines de ses fonctions sont identifiées. L'intérêt d'avoir deux lentilles n'a pas été mis en relief. Dans la partie A.4., souvent seule la question b) a été abordée.

L'étude élémentaire demandée d'un réseau s'est avérée bien décevante : les formules ont été données sans démonstration, la définition de l'ordre, quand elle était donnée, étant généralement peu rigoureuse. A la question A.5.c), la technique pour se mettre au minimum de déviation est connue, mais l'intérêt de se mettre à ce minimum de déviation n'est pas perçu. Les questions A.5.d, A.5.e et A6 n'ont pratiquement jamais été abordées.

La partie B traitait de la polarisation de la lumière, des lames à retard et du polarimètre de Laurent.

Par des techniques différentes, les candidats sont généralement arrivés à exprimer k , E et B .

Nous attirons l'attention sur le fait que, dans un sujet d'agrégation, il est logique d'attendre pour la définition d'un polaroïd autre chose qu'un « appareil photo instantané ».

Dans la question B.2.a, beaucoup de candidats n'ont pas tenu compte du fait que l'air avait été partiellement remplacé par une lame. Les expressions « demi-onde » et « quart d'onde » ont été peu justifiées. La loi de Malus est généralement ignorée.

Dans ces conditions l'étude du polarimètre de Laurent n'a été traitée que par peu de candidats qui ont alors parfaitement répondu aux questions posées.

La partie C traitait de quelques exemples d'interférences en lumière polarisée ou non.

Le jury a été surpris de constater que de nombreux candidats ne connaissent pas la définition des interférences lumineuses et ne savent pas qu'entre intensité maximale et nulle, il y a des intensités intermédiaires.

Dans l'ensemble, le calcul de la différence de marche a été fait correctement avec des démonstrations rigoureuses. En revanche, le passage de « s » à « I » a souvent été peu rigoureux. Beaucoup n'ont pas tenu compte de l'indication du sujet disant que I_0 était l'intensité maximale. La formule de l'interfrange $i = \lambda D / a$ est généralement connue, même si elle n'est pas souvent démontrée.

Les réponses sur le remplacement des trous d'Young par des fentes ont été plutôt évasives. Elles se sont souvent peu appuyées sur les réponses aux questions précédentes. Quelques réponses étaient néanmoins très pertinentes.

A la question C.2., les miroirs de Lloyd ont souvent été confondus avec les miroirs de Fresnel, car la source n'a pas toujours été considérée comme étant à l'infini. En ce qui concerne la polarisation de la lumière lors de la réflexion, les candidats n'ont pas pris en considération ou n'ont pas compris les modifications d'orientation du vecteur \mathbf{E} .

Toute la partie C.3. a été très mal traitée, la plupart des candidats ignorant les éléments constituant le collimateur et la lunette auto-collimatrice ainsi que le principe de leur réglage et de leur fonctionnement.

La partie D constituait une étude succincte du contraste de phase ; cette dernière partie logiquement plus difficile, n'a pratiquement pas été abordée sauf pour la première question mais alors la notion de cohérence n'a pas été bien établie.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE C

par

Mme A. ZAPARUCHA, MM R. DEJEAN DE LA BÂTIE, L. JOUSSET et P. PALE

L'épreuve de chimie organique proposée était, comme les années précédentes, destinée à évaluer la maîtrise des candidats dans des domaines variés de la chimie organique en faisant appel à la fois à des connaissances de base et à des notions mécanistiques plus complexes.

Le jury rappelle que la longueur du sujet ne doit pas décourager les candidats ; au contraire, la longueur notable de l'énoncé assure la présence de parties totalement indépendantes. Il est à nouveau conseillé de prendre connaissance de l'ensemble du sujet et d'aborder chaque partie - voire chaque sous-partie - avec un esprit neuf. Il est également souvent possible de tirer profit d'indications précises de l'énoncé au cours d'une partie concernant une synthèse organique longue pour raccrocher le fil de celle-ci en cas de blocage. Cette approche réfléchie du sujet proposé devait permettre de s'intéresser sérieusement à chaque partie du sujet, sans survoler les questions les unes après les autres, ce qui ne peut conduire qu'à des résultats décevants.

Le jury félicite particulièrement les candidats qui ont su investir leur réflexion dans une démarche suivie du sujet. Lorsque les copies correspondantes montraient une bonne maîtrise des mécanismes et du formalisme propre à la chimie organique, elles ont obtenu des notes tout à fait remarquables.

Sur le fond, par rapport aux années précédentes, des progrès ont été constatés dans l'écriture des équations-bilan des réactions, le calcul des nombres d'oxydation et la rigueur du formalisme de manière générale. Cependant de très nombreuses copies montrent encore bien des insuffisances sur ces points.

Le jury regrette des réponses parfois un peu « stéréotypées », aux justifications superficielles : mécanismes des réactions de type Wittig, discussions relatives à la sélectivité, écriture des mécanismes avec des « doubles flèches » systématiques... Savoir répondre de

manière précise et argumentée à une question dans le contexte d'une synthèse décrite dans le détail doit constituer un objectif dans la préparation à une telle épreuve écrite.

Les points les plus mal traités sont répertoriés ci-dessous :

- le mécanisme de l'ozonolyse ;
- la nomenclature officielle ;
- les mécanismes des réactions de la chimie organométallique ;
- la sélectivité en général ;
- les réactions électrocycliques ;
- la RMN.

En particulier, des lacunes inattendues sont apparues pour des réactions classiques, telle la cycloaddition de Diels-Alder. La confusion dans le vocabulaire (régiosélectivité et stéréosélectivité ; qualificatifs supra, antara – conrotatoire, disrotatoire – endo, exo...) et la réalisation de figures stéréochimiques confuses expliquent des résultats très décevants dans la deuxième partie du sujet.

Le jury souhaite que ces conseils et remarques permettent aux futurs candidats de dégager une approche efficace dans leur manière d'aborder une épreuve d'agrégation et d'insister, lors de leur préparation, sur les points de faiblesse mis en relief dans ce rapport et dans les précédents.

ÉPREUVES D'ADMISSION

Elles se sont déroulées au Lycée Henri IV à Paris, du 18 Juin au 13 Juillet 2003. Les résultats ont été proclamés le 15 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 I. Malfant
MM. E. Clot, H. Lemarchand et M. Roche**

Les recommandations figurant dans les rapports des sessions précédentes restent valables. Le jury invite donc les futurs candidats à en tenir compte.

La leçon est un exercice pédagogique. Elle nécessite de la part des candidats des qualités particulières de maîtrise scientifique, de rigueur, de clarté et de dynamisme.

Les thèmes proposés correspondent à un niveau d'enseignement en premier cycle universitaire ou en classe préparatoire scientifique. Les concepts qui y sont abordés nécessitent, de la part de l'enseignant, un niveau de compréhension suffisant pour permettre une approche certes élémentaire mais rigoureuse, cohérente, ouverte sur des développements ultérieurs. En ce sens, les qualités scientifiques des candidats ne sont pas jugées sur d'éventuels "dépassements de programme" mais sur la parfaite maîtrise des concepts abordés au niveau défini pour la leçon. Cette maîtrise doit en particulier être suffisante pour rendre facilement accessibles ces concepts au public théoriquement visé par la leçon sans que les simplifications apportées ne constituent un obstacle pour le développement ultérieur de l'apprentissage.

Pour juger la qualité de la leçon suffisante, le jury attend d'abord qu'aucune affirmation inexacte ne soit énoncée. Le candidat doit penser à assurer cette qualité minimum lorsqu'il choisit le contenu détaillé de sa présentation.

S'il est indispensable de définir clairement les notions supposées acquises, il est par contre inacceptable de supposer que les concepts faisant l'objet de la leçon ont été abordés lors d'un précédent cours (qui devait être bien indigeste...) et de n'envisager que les applications.

De même, si le jury n'accepte pas que les candidats éludent les difficultés liées à l'exposé des notions abordées (la seule énumération de résultats qualitatifs non justifiés n'est pas satisfaisante), il est tout aussi maladroit de "surclasser" la leçon en consacrant l'essentiel de l'exposé à des développements d'un niveau nettement supérieur à celui défini pour cette leçon après avoir fait un bref résumé des concepts qui faisaient précisément l'objet de celle-ci.

Enfin, nous rappelons que des exemples ou des applications simples doivent impérativement conforter et imaginer les développements théoriques. Il est, par exemple inacceptable de n'envisager comme mélange binaire que les mélanges « A-B » ou « 1-2 ».

Dans certains cas (tout particulièrement en thermodynamique chimique, structure de la matière, bases de la mécanique quantique ...), le niveau scientifique de certains candidats est insuffisant. Cette insuffisance peut se traduire par des erreurs surprenantes, des définitions très approximatives, gênantes pour la suite des apprentissages, des incohérences ou des redondances dans l'exposé, une nette sous-estimation du niveau attendu pour la leçon,...

Nous insistons, enfin, sur le fait que le jury n'a aucun a priori sur le plan devant être développé au cours des différentes leçons et que les candidats seront aidés dans leur exposé s'ils présentent clairement les objectifs qu'ils se sont fixés pour leur leçon.

Concernant la forme des exposés, les remarques faites lors des précédents rapports restent valides. Le jury attend des candidats qu'ils fassent preuve de dynamisme et de clarté tant dans l'expression orale que dans la présentation du tableau. La possibilité d'utiliser des moyens vidéo pour projeter des schémas ou des photos en cours d'exposé a généralement été correctement utilisée.

Le jury tient à féliciter les candidats dynamiques qui ont réussi à intéresser leur auditoire tout au long d'une leçon au rythme soutenu et au contenu de grande qualité.

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

par

**Mme I. MALFANT
MM. E. CLOT, H. LEMARCHAND et M. ROCHE**

Les recommandations figurant dans les rapports des sessions précédentes restent valables. Le jury invite donc les futurs candidats à en tenir compte.

L'épreuve du montage consiste à illustrer au moyen de manipulations différents aspects d'un sujet donné. Le choix des manipulations doit être fait en adéquation avec le sujet du montage et, si possible, permettre l'emploi de techniques variées de mesure, de préparation et/ou de caractérisation. Si des expériences qualitatives bien menées peuvent tout à fait permettre d'illustrer certains aspects, il est insuffisant de se contenter de présenter des manipulations non quantitatives, sans prise effective de mesure. Les caractéristiques essentielles des outils de mesure employés doivent être maîtrisées par le candidat. Le jury a été surpris par le nombre de candidats qui ne mettent pas la jonction d'une électrode de verre combinée dans la solution, sans même connaître l'existence de la jonction. Dans le même registre, une cellule de conductimétrie est souvent qualifiée d'électrode.

Au cours de la préparation, le candidat doit se donner le temps d'effectivement suivre la préparation de toutes les manipulations qu'il présentera afin de ne pas découvrir les conditions opératoires devant le jury. Des questions simples sur les réactifs utilisés et leur concentration restent souvent sans réponse. Un montage est une présentation expérimentale qui ne peut se satisfaire d'un savoir uniquement livresque. Il faut savoir prendre du recul par rapport aux modes opératoires et aux résultats associés tirés des différents ouvrages. Un candidat s'est étonné de ne pas trouver la même dureté pour de l'eau du robinet, sans se demander si les auteurs de la publication disposaient de la même eau!

Une présentation efficace des expériences est basée sur une bonne connaissance des données physico-chimiques des espèces en présence. Les questions du jury suite à l'observation d'un précipité, d'un changement de couleur ou d'un dégagement gazeux restent trop souvent sans réponse. Les candidats n'ont parfois aucune idée des ordres de grandeurs des produits de

solubilité, constantes d'acidité ou potentiel standard d'oxydoréduction de systèmes chimiques simples et courants. La chimie est une science expérimentale et un minimum de culture est attendue de la part d'un futur professeur agrégé.

Au cours de la présentation, le candidat doit savoir gérer le temps passé sur chaque manipulation. Il doit faire des choix quant à la partie de la manipulation qu'il a décidée de présenter au jury. La prise de mesure est un aspect essentiel de toute expérience de chimie physique et l'utilisation de cette détermination doit être menée efficacement. Le jury a tout particulièrement apprécié les candidats qui ont utilisé judicieusement l'outil informatique (emploi du curseur, régression linéaire,...). Le jury attend aussi du candidat une interprétation correcte des résultats observés, mais aussi de leur éventuel écart par rapport aux valeurs attendues.

Enfin le montage est l'occasion pour le jury d'évaluer l'aptitude pour le candidat à interagir. Le jury est particulièrement sensible à la qualité du dialogue qui peut s'instaurer avec le candidat autour d'une expérience chimique. A ce titre le jury tient à féliciter les candidats qui ont proposé des prestations d'excellente qualité.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE LEÇON DE CHIMIE ORGANIQUE

par

**Mme A. ZAPARUCHA, MM R. DEJEAN DE LA BÂTIE, L. JOUSSET,
C. MOREAU et P. PALE**

Le jury recommande aux candidats de lire attentivement l'ensemble des remarques et conseils contenus dans les rapports précédents. Il tient à insister sur quelques points essentiels à l'occasion du présent rapport.

La leçon doit être abordée comme une épreuve à la fois scientifique et pédagogique. Quelques candidats, dont les connaissances sont apparues comme sérieuses, auraient pu obtenir une note encore supérieure s'ils avaient fait preuve de davantage de dynamisme et d'implication personnelle dans le déroulement de la leçon. Par ailleurs, la leçon ne doit pas être conduite les notes en permanence à la main ; elle doit être au contraire l'occasion de montrer une certaine aisance dans l'exposé.

En ce qui concerne la forme, les candidats doivent s'assurer de la parfaite lisibilité des documents présentés, tant au niveau des transparents que de la projection sur un écran de télévision à l'aide d'une caméra. Les transparents soignés réalisés par les candidats ont été appréciés. L'écriture au tableau doit être parfaitement lisible ; les représentations des molécules exigent une rigueur et un soin permanents (angles, stéréochimie...). Le recours aux formules topologiques est trop rare. Une attention particulière doit être apportée à l'écriture des équations tant en ce qui concerne la conservation des atomes que celle des charges. Il est à noter que l'utilisation parfois systématique du formalisme de renversabilité (« double flèche ») ou d'égalité (signe « égale ») peut nuire à la bonne compréhension des phénomènes ; les candidats devraient expliquer leur choix du symbolisme sans perdre de vue les informations qu'ils souhaitent fournir. Le formalisme de mésomérie est parfois malmené sinon mal compris.

Le jury a parfois regretté des introductions orales trop longues (surtout sans aucun support écrit) qui peuvent faire double emploi avec le paragraphe de généralités qui suit

immédiatement. De manière générale, il faut avoir réfléchi au découpage de la leçon afin que les paragraphes de présentation ne soient pas démesurément longs.

Sur le fond, toute leçon nécessite d'énoncer avec clarté et précision les notions essentielles qui seront indispensables à son bon déroulement. La définition des fonctions, les divers concepts et/ou règles qui seront utilisés dans la leçon doivent donc être explicités de manière précise dès le début de la leçon.

Le recours à une bibliographie trop élémentaire et le manque de regard critique sur les ouvrages consultés peuvent conduire à une vision simpliste des problèmes. Les exemples choisis doivent être pertinents et suffisamment riches pour engendrer des discussions intéressantes en particulier en matière de sélectivité.

Résumer les idées essentielles dégagées au cours d'une leçon peut constituer une conclusion intéressante dans laquelle l'esprit de synthèse du candidat et ses qualités pédagogiques trouveront une valorisation certaine.

Le jury apprécie le dynamisme des candidats et leur enthousiasme à faire passer un message pédagogique.

Il tient à féliciter les candidats qui sont parvenus à allier un message scientifique rigoureux à une présentation vivante.

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE DE MONTAGE DE CHIMIE ORGANIQUE

par

**Mme A. ZAPARUCHA, MM R. DEJEAN DE LA BÂTIE, L. JOUSSET,
C. MOREAU et P. PALE**

La réussite à l'épreuve du montage de chimie organique tient essentiellement au respect d'une démarche expérimentale logique et maîtrisée. Convaincus de cette idée essentielle, les futurs candidats doivent pouvoir aborder sereinement une telle épreuve et savoir que l'obtention d'une « bonne » note est accessible à tout expérimentateur qui agit avec honnêteté et précision.

Les questions posées par les membres du jury n'ont pas pour but de déstabiliser le candidat. Bien au contraire, lorsque les questions se font pressantes, c'est souvent parce que le jury cherche d'abord à comprendre la manipulation afin de pouvoir ensuite discuter avec le candidat de celle-ci. Nous donnons ci-dessous quelques conseils qui, complétés par ceux figurant dans les rapports précédents, doivent permettre de mieux appréhender cette épreuve.

Les expériences choisies par le candidat sont sous son entière responsabilité. Le candidat doit donc :

- pouvoir justifier rapidement le lien entre l'expérience et le titre du montage ;
- présenter le bilan des réactions, avec les conditions expérimentales essentielles (solvant, quantités de matière (équivalents)...), la technique d'identification choisie (le candidat dispose d'un tableau sur lequel il est conseillé de porter ces informations avant le début de l'épreuve) ;
- rendre compte des différents traitements du brut réactionnel ;
- tirer une conclusion de chaque expérience (identification d'un produit, pureté, rendement, détermination quantitative d'une grandeur, illustration d'un des aspects du thème du montage...).

De manière générale, le protocole doit pouvoir être entièrement expliqué (quantités relatives des réactifs, choix du solvant, nature et contenu qualitatif des phases, extractions et lavages, séchage) ce qui doit conduire le candidat, pendant les quatre heures de préparation, à porter un regard critique sur le protocole qu'il suit, à chercher les valeurs des pKa des couples acido-

basiques impliqués, à choisir la meilleure identification du produit synthétisé, à envisager des suivis par CCM...

Pendant le montage lui-même, le candidat doit agir avec honnêteté et avec un sens développé de l'observation. Les réalisations expérimentales devant le jury doivent être accompagnées de commentaires pertinents sur les observations faites et doivent être menées à leur terme (par exemple, choisir de recristalliser devant le jury n'a d'intérêt que si l'on explique le principe de la technique, justifie les conditions expérimentales choisies et si l'opération est menée avec soin jusqu'à son terme).

Chaque produit synthétisé doit être systématiquement caractérisé (les manipulations uniquement qualitatives, sans preuve expérimentale sérieuse de l'obtention d'un produit déterminé, ne présentent en général guère d'intérêt). Si le candidat choisit la spectroscopie IR, il doit pouvoir justifier ce choix et prévoir l'exploitation des spectres avec précision (les candidats ont souvent mal préparé cette exploitation et se trouvent très dépourvus face au jury).

Le jury sanctionne la mauvaise connaissance de l'expérience effectuée (états physiques non connus des réactifs introduits, conditions opératoires...) et le manque de soin apporté à la réalisation des opérations courantes du laboratoire de chimie organique. Il apprécie qu'au moins une manipulation donne lieu à un calcul - justifié - de rendement.

Lorsque la démarche expérimentale a été réalisée avec soin, rigueur et dynamisme et que le candidat a pu établir un dialogue constructif avec le jury, celui-ci a particulièrement valorisé dans sa notation les qualités de réflexion et d'adaptation du candidat.

RAPPORT SUR LA LEÇON DE PHYSIQUE

par

**Mmes C.COLIN, H. COMBEL, C. PARENT,
MM B.DIRAND et R. DEJEAN DE LA BÂTIE**

L'agrégation est un concours de recrutement de professeurs et les sciences physiques une discipline expérimentale. Le jury, et en particulier celui de la leçon de physique, attend donc des candidats un discours parfaitement maîtrisé tant sur le plan de la forme que sur celui du contenu. À chaque fois que cela est possible la leçon doit être illustrée d'expériences choisies avec soin et exploitées.

Les notes attribuées tiennent compte de ces aspects et sont volontairement étalées de 1 à 20.

La note de 1 correspond donc à une leçon dont le contenu scientifique est très insuffisant, voire faux, sans manipulations significatives bien conduites et bien exploitées, et à des qualités pédagogiques inexistantes.

Cette année la meilleure note attribuée a été 19 et la moyenne de l'épreuve est 9,4.

La FORME :

L'oral :

Il va sans dire que le futur enseignant doit s'exprimer correctement (même si ce n'est pas la composante principale de la note) et connaître la signification précise des mots employés ; grammaire et orthographe sont parfaitement compatibles avec une leçon de physique ! La multiplication des « va-t-être », des « sera-t-égal » excède le jury. Une vitesse est plus grande ou plus petite (qu'une autre) mais pas plus rapide ou plus lente, une température n'est pas plus froide ou plus chaude qu'une autre.

Le candidat doit également éviter de s'appropriier les concepts physiques : « notre satellite », « mon gaz », « mon rayon incident » ... sont des possessifs à éviter et très souvent entendus.

Il doit également parler distinctement et de façon à être entendu sans effort.

Il évitera bien entendu de lire ses papiers et de les garder à la main.

Une leçon d'agrégation n'est pas un cours réel devant élèves, il n'est donc pas utile de demander au jury de « noter en rouge » les définitions.

Un bon professeur doit développer dynamisme et enthousiasme pendant sa leçon et s'efforcer d'éveiller la curiosité et l'intérêt du public.

Les moyens pédagogiques :

Le rétroprojecteur et la caméra flexible sont des outils pédagogiques indispensables ; ils servent à projeter lisiblement des documents. Il paraît ici utile de rappeler que le candidat peut et doit régler leur mise au point. Dans le cas de la caméra, l'image sur l'écran doit correspondre à ce que le candidat veut montrer et être suffisamment grande pour que les détails utiles soient visibles sans effort. Si l'inversion de l'image par la lentille est maîtrisée dans le cas du rétroprojecteur, il n'en est pas de même pour la caméra, principalement quand il s'agit de montrer une partie d'un montage.

Les expériences :

Le candidat doit également veiller à la parfaite visibilité des expériences et éviter de se placer entre le montage expérimental et le jury.

Une leçon d'optique nécessite un peu de lumière pour prendre des notes !

Lorsque des mesures ont été faites pendant la préparation et des courbes tracées, le jury apprécie que le candidat fasse une nouvelle mesure devant lui et l'exploite. Le jury a eu souvent l'impression que le candidat ne maîtrisait pas complètement les expériences montrées.

Dans le cas de l'EXAO, il est souhaitable de refaire une acquisition devant le jury et dans certains cas de transférer les résultats dans un tableur afin d'exploiter les données expérimentales. Le vidéoprojecteur permet au jury de voir les courbes obtenues.

Le tableau :

Le titre de la leçon, le plan, écrits à l'avance sur le tableau sont appréciés ; mais tout souligner revient à ne rien souligner du tout. Le candidat peut éventuellement souligner au fur et à mesure les parties abordées. Il serait souhaitable qu'il organise son tableau de façon à éviter de faire glisser continuellement les tableaux l'un sur l'autre.

Un futur enseignant se doit d'écrire lisiblement au tableau et sur les documents manuscrits présentés.

Le FOND :

Le plan de la leçon :

Le jury n'a pas d'idée préconçue sur le plan de la leçon qui peut d'ailleurs être traitée dans un ordre quelconque, pourvu qu'il respecte une logique, mais la démarche scientifique doit être parfaitement claire ; le jury – l'élève – doit savoir à tout moment où l'on va et quel est l'intérêt de la démarche.

Le jury a apprécié que les candidats commencent par situer la leçon dans la progression et indiquent les prérequis. Une introduction sur la démarche suivie est agréable et, de même, un résumé sur transparent des acquis en fin de leçon est apprécié.

Le déroulement de la leçon :

Les années précédentes nous avons signalé qu'il n'y avait pas de sujets faciles ou difficiles, mais cette remarque s'applique à des étudiants bien préparés ; trop souvent le candidat, insuffisamment prêt, ne fait que débiter un laï us qu'il n'a pas compris et s'est contenté de recopier sur un livre plus ou moins bien choisi. Le jury préfère que le candidat donne du sens aux notions physiques introduites, plutôt que de multiplier les calculs, et qu'il cite des applications. Elles sont essentielles et nous parlons ici d'applications modernes, récentes : à la centrale thermique au charbon abandonnée en France, on préférera la centrale nucléaire ou les éoliennes. De même l'étude du condensateur n'a pas pour seul objectif d'expliquer la fabrication des flashes d'appareil photo.

Toutes les leçons doivent avoir un contenu physique, si possible accompagné d'expériences significatives. Les leçons de physique sur la RMN ou la spectroscopie ne font pas exception : le jury attend essentiellement l'exposé des principes physiques de la méthode. En RMN en particulier, la description du principe des appareils suppose de bien comprendre la disposition et le rôle des bobines.

Dans le cas des leçons du secondaire, nous conseillons au candidat de lire les programmes et les commentaires avant de s'inspirer des manuels scolaires.

Dans tous les cas le candidat doit éviter de se référer au seul manuel de la classe concernée et tirer profit des manuels de sections voisines qui offrent peut-être une vision plus précise et plus juste des phénomènes étudiés.

Le candidat doit utiliser un formalisme mathématique rigoureux, garder la même notation pour une grandeur tout au long de la leçon et veiller à ce que cette notation n'apporte pas de confusion. Il serait préférable d'écrire les équations aux dimensions avec les symboles des grandeurs plutôt qu'avec les unités.

Les valeurs numériques et les résultats expérimentaux :

Dans chaque leçon les ordres de grandeur doivent être explicites. Nous recommandons donc aux candidats de veiller à faire des applications numériques variées.

Les valeurs utilisées sont généralement issues de résultats expérimentaux et le nombre de chiffres significatifs est lié en partie à la précision des appareils de mesures. Peu de candidats tiennent compte de ce nombre dans le résultat d'un calcul utilisant ces données.

L'utilisation de l'ordinateur associé à différents logiciels doit être conduite avec circonspection : si, à propos de vérification de la conservation de l'énergie, le candidat obtient une vague sinusoi de, il vaut mieux passer à autre chose.

Les questions après l'exposé :

Pour l'équité, précisons que si les leçons de BCPST 1 ou 2 peuvent sembler plus complexes (« dynamique des fluides » par exemple ou « interférences à 2 ondes » qu'on peut difficilement découvrir en 4 heures), le jury est en droit de poser des questions de niveau post-bac après une leçon de seconde, première ou terminale.

Nous ne saurions terminer ce rapport sans féliciter les candidats qui ont su nous montrer leur enthousiasme et leur compétence, pour cet art difficile et souvent méconnu qu'est l'enseignement de la physique.

LISTE DE LEÇONS ET MONTAGES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE RETENUS POUR LA SESSION 2004

Leçons de physique

Les thèmes de leçons de physique ont été publiés au BOEN spécial n°13 du 30 Mai 2002.

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. (1^{er} C.U.).
- Du cristal parfait au cristal réel. Exemple de la non stoechiométrie de FeO. (1^{er} C.U.).
- 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). (1^{er} C.U.).
- Forces intermoléculaires. (1^{er} C.U.).
- Les oxydes métalliques. Propriétés physiques et chimiques. (1^{er} C.U.).
- Le silicium ; élaboration, purification ; propriétés semi-conductrices. (1^{er} C.U.).
- 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. (1^{er} C.U.).
- Classification périodique des éléments à partir du modèle quantique de l'atome. (1^{er} C.U.).
- 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. (1^{er} C.U.).
- Théorie du champ cristallin, applications. (1^{er} C.U.).
- Influence de la liaison métal-ligand sur les propriétés chimiques du métal et du ligand. (1^{er} C.U.).
- Les éléments de transition : structure électronique et principales caractéristiques physiques et chimiques illustrées par quelques exemples. (1^{er} C.U.).
- Aspects cinétiques de l'oxydoréduction en solution aqueuse. (1^{er} C.U.).
- Loi de Raoult ; loi de Henry. Détermination des coefficients d'activité. (1^{er} C.U.).
- Application du second principe de la thermodynamique à l'étude de l'évolution d'un système chimique ; critères d'équilibre. (1^{er} C.U.).
- 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).
- Equilibres liquide-vapeur, étude isobare et étude isotherme, miscibilité totale ou nulle à l'état liquide. (PC2).
- Equilibres 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. (1^{er} C.U.).
- Principe et applications de l'extraction liquide-liquide. Coefficient de partage. (1^{er} C.U.)
- Equilibre entre un solide et ses constituants en solution. Solubilité. (1^{er} C.U.).
- Thermodynamique de l'oxydoréduction en solution aqueuse : notion de potentiel électrochimique, relation de Nernst. Applications. (1^{er} C.U.).
- 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. (1^{er} C.U.).

- Application de la théorie du complexe activé à l'étude de mécanismes réactionnels. (1^{er} C.U.).
- Catalyse hétérogène : caractères généraux, exemples. (1^{er} C.U.).
- Catalyse par les complexes des métaux de transition : caractères généraux, exemples. (1^{er} C.U.).
- Les éléments de transition en chimie bioinorganique. (1^{er} C.U.).
- Complexation des ions métalliques par les composés macrocycliques : aspects thermodynamiques et structuraux. (1^{er} C.U.)
- Ammoniac liquide : étude du solvant, comparaison avec l'eau ; propriétés oxydoréductrices. (BTS chimiste).

Thèmes de leçons de chimie organique

- Les liaisons simples carbone-oxygène. (PCSI, option PC).
- Stéréosélectivité et stéréospécificité en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Utilisation des métaux de transition en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Les alcènes (réaction de Diels-Alder exclue). (PC2).
- Acides carboxyliques et dérivés. (PC2).
- Amines. (PC2).
- Composés carbonylés. Additions nucléophiles : acétalisation en milieu acide (mécanisme), additions de LiAlH₄ et NaBH₄ et d'organomagnésien mixte RMgX. Réaction de Wittig. (PC2)
- Composés carbonylés : notion de tautomérie. Réaction en α du groupe carbonyle. Réactions de l'ion énolate. C-alkylation. Addition conjuguée sur les α -énones. (PC2).
- Création de liaisons C-C en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Enzymes : structure et utilisation en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Les liaisons simples carbone-halogène. (PCSI, option PC).
- Alcools et phénols (diols exclus). (1^{er} C.U.)
- Notions de contrôle cinétique et de contrôle thermodynamique appliquées aux réactions en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Le bore en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Réactions radicalaires. (1^{er} C.U.).

- Composés diazoïques. (BTS Chimiste)
- Réactions faisant intervenir des carbanions. (1^{er} C.U.).
- Réactions d'élimination en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Alcynes. (BTS Chimiste).
- Les diènes (allènes exclus). (1^{er} C.U.)
- Les organométalliques en chimie organique (métaux de transitions exclus). (1^{er} C.U.).
- Différents modèles de la réactivité en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Les diols. (BTS Chimiste).
- L'aromaticité : principe et réactivité. (1^{er} C.U.).
- Réduction en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Le soufre en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Réactions de cyclisation en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Protection de groupes fonctionnels en chimie organique ; applications. (1^{er} C.U.).
- Spectroscopie IR : principe et application à la détermination des structures. (PC2)
- Spectroscopie RMN-1H : principe et application à la détermination des structures. (1^{er} C.U.)
- Régiosélectivité en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Les esters. (1^{er} C.U.).
- Applications de la méthode de Hückel simple à la structure et à la réactivité en chimie organique. (1^{er} C.U.).
- Cycloadditions : principe et applications. (1^{er} C.U.).
- Conformation : butane, cyclohexane et cyclohexanes mono et disubstitués (on supposera acquises les différentes représentations). (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.
- Titrage d'un mélange par différentes méthodes ; comparaison.
- 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-potentiel ; 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.
- Photochimie : principe 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.
- Le plomb et ses composés.
- Le mercure et ses ions ; amalgames ; formation et utilisation.

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.
- Réactions d'addition sur les hydrocarbures.
- 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.
- Amino-acides ; peptides.
- Réactions de formation de liaisons simples C-O.
- Hydrocarbures éthyléniques et acétyléniques.
- Organométalliques.
- Dérivés halogénés.
- Diènes.
- Composés aromatiques.
- Dosages de composés organiques (pHmétrie et conductimétrie exclues).
- 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.
- Utilisation des méthodes spectroscopiques en chimie organique.
- Réactions de formation de liaisons doubles C=O.
- Réactions de formation de liaisons simples C-N et de liaisons doubles C=N.
- Synthèses de molécules utilisées en pharmacologie.