

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

## **Concours de second degré – Rapport de jury**

**Session 2012**

**AGRÉGATION**

**SCIENCES PHYSIQUES**

**OPTION PHYSIQUE**

Concours externe

Rapport de jury présenté par Jean-Yves DANIEL  
Inspecteur général de l'éducation nationale, président du jury

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

## Table des matières

Composition du jury.....	2
Avant-propos.....	3
Réglementation de la session 2012.....	5
Informations statistiques.....	6
Épreuves d'admissibilité .....	8
Rapport sur la composition de physique 2012.....	9
Rapport sur la composition de chimie 2012 .....	12
Rapport sur le problème de physique 2012.....	16
Épreuves d'admission .....	18
Rapport sur la leçon de physique.....	19
Rapport sur la leçon de chimie.....	24
Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ».....	29
Rapport sur le montage de physique.....	31
Sujets des épreuves orales de la session 2012 .....	39
Leçons de physique 2012.....	40
Leçons de chimie 2012.....	42
Montages 2012.....	43
Sujets des épreuves orales de la session 2013.....	44
Leçons de physique 2013.....	45
Leçons de chimie 2013.....	47
Montages 2013.....	48

## Composition du jury

<b>M. Jean-Yves DANIEL</b>	Inspecteur général de l'éducation nationale Président du jury
<b>M. Pierre DESBIOLLES</b>	Inspecteur général de l'éducation nationale Vice-président du jury
<b>M. Michel VIGNERON</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
<b>Mme Marie BOURGAULT</b>	Inspectrice d'académie - Inspectrice pédagogique régionale
<b>Mme Corinne BOURSIER</b>	Maître de conférences
<b>M. Jean-Aristide CAVAILLES</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>Mme Élisabeth CHARLAIX</b>	Professeure des universités
<b>M. Nicolas CHEYMOL</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
<b>Mme Véronique CHIREUX</b>	Professeure de chaire supérieure
<b>Mme Valérie DECOME</b>	Professeure agrégée
<b>Mme Suzanne FAYE</b>	Professeure de chaire supérieure
<b>M. Jean-Jacques GREFFET</b>	Professeur des universités
<b>M. David GUERY-ODELIN</b>	Professeur des universités
<b>Mme Marie GUITOU</b>	Maître de conférences
<b>Mme Delphine HUMILIERE</b>	Professeure agrégée
<b>M. Stéphane KOMILIKIS</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Julien LALANDE</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Jean-Christophe LARBAUD</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
<b>Mme Christine LEFROU</b>	Maître de conférences
<b>Mme Anne PANSU</b>	Professeure de chaire supérieure
<b>Mme Christelle POUX</b>	Professeure agrégée
<b>M. Philippe TORDJEMAN</b>	Professeur des universités
<b>M. François VANDENBROUCK</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Marc VINCENT</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Christophe VOISIN</b>	Professeur des universités
<b>Mme Gisèle VOLET</b>	Maître de conférences

## Avant-propos

Le nombre de postes ouverts au concours 2012 de l'agrégation externe de sciences physiques option physique (75) est égal à celui de 2011, qui était en diminution significative, de plus de 25% par rapport à celui de 2010 en passant de 102 à 75. Le nombre de candidats ayant composé en 2011 était inévitablement aussi en diminution, comme par les années passées, de 17%, en passant de 620 à 515 candidats ayant composé aux trois épreuves écrites.

Il était probable, outre la baisse significative du nombre de postes, que la « mastérisation » et les changements dans le mode de recrutement des enseignants avaient entraîné chez les étudiants une incertitude ou une attente, comme cela avait déjà été signalé l'année précédente.

Ainsi, un certain nombre d'étudiants, notamment des ENS, avaient préféré « assurer » un parcours de recherche, en vue d'une thèse ou d'un master de recherche, plutôt que de se lancer dans le concours de l'agrégation.

Cette année, on constate une remontée significative des inscriptions, qui se traduit par une augmentation du nombre de candidats ayant composé, qui passe de 515 à 552 (7%), notamment due à l'augmentation du nombre des candidats issus des préparations des écoles normales, où les normaliens admissibles voient leur population doubler (de 23 à 47). On peut sans doute trouver dans cette augmentation une raison de l'amélioration sensible des performances de la « tête » du cru 2012 par rapport à celle de 2011, comme la diminution de ces candidats en 2011 avait sans doute expliqué la baisse de 2011 par rapport à 2010. La proportion des lauréats issus des préparations des écoles normales avoisine 80% cette année.

La mise en œuvre pour la deuxième année de la nouvelle épreuve « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable », ici liée à la leçon de chimie et à son sujet, qui avait entraîné moult réactions à sa parution et qui a nécessité un certain nombre d'adaptations, que ce soit dans le déroulement de l'oral ou (a priori) dans la préparation, a trouvé son mode opérationnel. Sans vouloir se prononcer au fond sur la pertinence de cette épreuve au sein d'un concours comme l'agrégation externe, il faut préciser que les simulations faites par le directoire du jury à partir des résultats qui auraient été obtenus sans cette épreuve et avec les anciens coefficients montrent qu'elle joue de façon assez marginale sur les résultats de l'admission, même si par rapport à 2011, la présente session montre plus de basses notes, ce qui semble indiquer un plus faible taux de préparation. On n'insistera jamais assez, cette année comme les autres, sur ce point comme sur les autres, sur la nécessité pour les candidats de lire le rapport du concours.

Notons par ailleurs que la proportion des femmes admises se maintient (36% cette année, 35% en 2011, 36% en 2010, 38% en 2009).

Le but du concours d'agrégation est de recruter des enseignants de grande qualité.

Cette exigence se manifeste globalement sur trois plans, qui sont ceux par exemple sur lesquels un évaluateur fondera son expertise lors d'une activité « en classe » :

- *scientifique*. Le candidat doit avoir une excellente maîtrise du programme des classes dans lesquelles il est susceptible d'enseigner, dans le secondaire et dans les classes préparatoires aux grandes écoles, mais aussi une bonne connaissance des sciences physiques et chimiques en général, pour pouvoir mettre en perspective son enseignement, être à même de faire face aux évolutions des programmes, et pour pouvoir répondre aux questions des élèves, auxquels il doit donner envie de se poser des questions, de comprendre les phénomènes naturels et le fonctionnement des appareils de haute technologie qu'ils utilisent tous les jours, comme une mémoire d'ordinateur, un GPS, ... Il doit donc maîtriser deux aspects indissociables de la physique : son côté expérimental, concret, technique, et son côté théorique, conceptuel, nécessitant l'utilisation d'outils mathématiques élaborés.

- *pédagogique*. Le candidat, s'il est reçu, devra animer une classe, interagir avec ses élèves, en pratiquant un mode d'interrogation qui les associe de façon personnalisée aux différentes étapes de la progression, afin de susciter au mieux leur investissement et d'évaluer in situ la pertinence de sa pratique. Il doit donc être un « communicant », au meilleur sens du terme, qui sache dialoguer, mettre en valeur et développer le potentiel de ses élèves, éveiller leur curiosité et leurs vocations par son enthousiasme pour les sciences, le plaisir du savoir partagé, l'exemplarité de son comportement.

- *didactique*. Le candidat doit être capable de faire des choix d'objectifs en fonction du sujet choisi et du niveau éventuellement imposé, de développer une progression rigoureuse, naturelle, articulée, à partir d'exemples pertinents, dans la recherche d'un équilibre entre théorique et expérimental adapté au type d'épreuve. Il doit savoir déterminer l'outil technique de l'information et de la communication (TIC) le mieux à même d'appuyer et d'illustrer son propos. Il doit garder à l'esprit que c'est l'activité intellectuelle et pratique de ses élèves qu'il importe de développer, et qu'à ce titre, plutôt que d'agir en dépositaire incontestable d'un savoir intangible, il doit savoir être un accompagnateur d'élèves en initiation aux compétences fondamentales de la démarche scientifique.

Si l'on rapporte tout cela à un concours de recrutement comme l'agrégation, les épreuves écrites permettent une première sélection de nature scientifique (encore que la qualité de la forme et de l'orthographe soit très appréciée...) sur les connaissances des candidats et leur capacité à les mobiliser pour aborder et résoudre des questions nouvelles, en liaison avec des sujets tirés de la recherche récente.

L'oral, quant à lui, où le public scolaire est remplacé par une commission de professionnels faisant référence, doit permettre d'ajouter aux critères scientifiques les critères pédagogiques (adaptés à ce public très spécifique qu'est la commission), et didactiques évoqués, dont la qualité de réalisation est essentielle. Ainsi, chaque sujet de leçon (de physique ou de chimie) permet au candidat de présenter et d'expliquer des phénomènes (physiques ou chimiques), de présenter le cadre théorique dans lequel ils s'insèrent, de les illustrer par des expériences bien choisies ou des exemples concrets, et d'en montrer si possible des applications. Le jury est évidemment sensible à la qualité de la construction de la leçon, à sa rigueur et sa clarté. Il apprécie l'enthousiasme et la force de conviction. L'épreuve de montage est l'occasion pour le candidat de démontrer son habileté expérimentale, sa rigueur dans la définition et la réalisation du protocole expérimental, sa capacité à exploiter les résultats de mesure et à évaluer leur fiabilité.

Il faut le rappeler à chaque fois une fois : en leçon comme en montage, y compris dans l'épreuve « Agir », il n'existe pas de modèle attendu par le jury pour chacun des sujets proposés, et l'originalité est appréciée lorsqu'elle est maîtrisée. Les titres des sujets proposés évoluent progressivement de manière à laisser une plus grande liberté aux candidats dans leur choix de présentation. La liberté pédagogique de l'enseignant est la traduction dans l'enseignement de la liberté du chercheur dans la démarche scientifique.

Au bout du compte, le candidat à l'agrégation de sciences physiques et chimiques devra avoir à l'esprit les grands objectifs qui sont ceux de sa discipline :

- promouvoir les vocations scientifiques et techniques dont notre pays a besoin, alors que sa matière première essentielle est la grise, afin de garder sa place dans le concert concurrentiel des nations ;
- faire acquérir par le plus grand nombre cette culture scientifique et technique contenant en elle-même les moyens de son propre dépassement, dont tout citoyen a besoin pour comprendre les grands enjeux du développement moderne et agir en responsabilité ;
- contribuer à la réussite scolaire de tous, par la mise en œuvre de moyens spécifiques faisant notamment appel à des qualités de réalisation concrètes, de sensibilité au « faire », d'aptitude à l'action sur le réel, qui ne sont pas nécessairement valorisées dans les parcours d'excellence « standard » actuels.

Serviteur de l'État ou assimilé, cadre du savoir, éducateur, le maître des sciences physiques et chimiques est d'abord un enseignant comme les autres.

Mais devant être celui qui va jusqu'au « cœur et à la moelle » d'un réel subtil, initié ainsi aux exigences de l'expérimental, artisan patient et passeur rigoureux d'une connaissance en évolution dans un monde qui change, ce maître ne saurait craindre de l'avenir quant à la pertinence de son rôle et de ses missions, même si les péripéties sociales et les modes du moment ne sont pas à la hauteur de cette légitimité. Contrairement à ce qu'affirment les dogmatiques, la connaissance du réel n'est pas achevée, elle est en devenir permanent. Elle exige en particulier le recrutement tout aussi permanent de maîtres de sciences au plus haut niveau.

Tel est, aux côtés d'autres concours, le sens de l'agrégation de physique.

**Jean-Yves DANIEL**

Président du jury

Inspecteur général de sciences physiques et chimiques

## **Réglementation de la session 2012**

Les textes officiels régissant les concours du second degré sont consultables sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.

Les programmes et les modalités de la session 2012 de l'agrégation externe de sciences physiques option physique sont consultables sur ce même site.

## Informations statistiques

75 places ont été mises au concours.

Le tableau ci-dessous donne des informations générales relatives à la sélection progressive des candidats au cours des épreuves, les valeurs des trois années précédentes étant rappelées à titre de comparaison.

	2012	2011	2010	2009
Inscrits	1585	1409	1439	1455
Présents aux trois épreuves	552	515	620	663
<b>Admissibles</b>	<b>170</b>	<b>168</b>	<b>229</b>	<b>255</b>
Barre d'admissibilité	56/120	57,8/120	49,8/120	50,2/120
Moyenne générale du candidat classé premier	17,8/20	15,42/20	19,56/20	16,54/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	9,5/20	9,66/20	9,33/20	9,85/20
<b>Admis</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>102</b>	<b>112</b>

### EPREUVES ECRITES

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible : ..... 20/20

Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible : ..... 9,3/20

Nature de l'épreuve écrite	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	6,9/20	13,2/20
Composition de chimie	7,4/20	12,9/20
Problème de physique	7,1/20	13,1/20

### EPREUVES ORALES

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Écart-type
Leçon de physique	7,7/20	5,0/20
Leçon de chimie	6,1/15	3,4/15
Agir en fonctionnaire	2,5/5	1,2/5
Montage de physique	7,6/20	4,9/20

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats admis	Écart-type
Leçon de physique	11,6/20	4,3/20
Leçon de chimie	8,0/15	3,2/15
Agir en fonctionnaire	2,9/5	1,2/5
Montage de physique	10,9/20	4,5/20

**Répartition par date de naissance des candidats**

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1992	1	1
1991	1	1
1990	7	6
1989	25	18
1988	35	24
1987	16	7
1986	9	5
1985	4	0
1984	8	4
1983	4	2
1982	4	0
1981	2	0
1980	4	0
1979	6	1
1978	10	2
1977	5	0
1971 à 1976	22	4
antérieure à 1971	7	0

**Répartition par profession**

Profession	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Étudiant	55	27
Élève d'une ENS	47	39
Certifié et PLP	49	4
Autre enseignant MEN	7	1
Autres ministères	2	0
Hors fonct. publique/sans emploi	8	2
Autre	2	2

**Répartition par sexe**

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Hommes	114	48
Femmes	56	27



## **Épreuves d'admissibilité**

Les épreuves se sont déroulées du 20 au 22 mars 2012.  
L'intégralité des sujets des épreuves écrites d'admissibilité sont consultables  
sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.

## Rapport sur la composition de physique 2012

### Contexte du sujet

La composition de physique de la session 2012 abordait plusieurs aspects de mécanique des fluides, s'appuyant notamment sur des analogies avec des problèmes traités en électromagnétisme et sur un modèle de résistance à l'avancement fondé sur l'étude de chocs élastiques élémentaires relevant de la théorie cinétique. Il s'agissait d'établir les lois fondamentales de l'aérodynamique permettant d'expliquer la notion de portance d'un objet volant, tout en identifiant les conditions qui permettent de minimiser la résistance à l'avancement caractérisée par la force de traînée.

### Organisation du sujet

L'énoncé était divisé en trois parties, dont les deux dernières étaient indépendantes l'une de l'autre. La première partie constituait une étude préliminaire de cinématique des fluides définissant le cadre de l'étude, le concept de particule de fluide, la notion de déformations dans les écoulements, ainsi qu'un exemple de dispositif expérimental de mesure de vitesse d'un écoulement, l'anémomètre à fil chaud. Dans la seconde partie, on se plaçait dans le cadre d'un écoulement parfait, potentiel, autour d'un obstacle de type cylindrique (dimension transversale ou envergure infinies), et on étudiait quelques éléments de la théorie de la portance basée sur la superposition d'écoulements potentiels. On mettait en évidence le rôle crucial de la circulation du champ de vitesse en établissant le théorème de Kutta-Joukowski. Des applications pratiques étaient ensuite discutées. Dans la dernière partie, afin de répondre au paradoxe de d'Alembert, on étudiait l'influence de la viscosité au voisinage d'un obstacle pour aborder la notion de couche limite dans le modèle de Prandtl. On s'intéressait, pour terminer, à la recherche d'une surface de moindre résistance à l'avancement grâce à une approche microscopique proposée originellement par Newton dans son ouvrage « Principia ».

### Remarques générales

Le jury rappelle qu'il attend de la part de futurs enseignants une bonne qualité de rédaction et un vocabulaire précis. Même si des progrès sensibles ont été constatés, dans les bonnes copies, par rapport à l'an passé, trop de copies sont encore insuffisantes de ce point de vue.

Bien qu'un certain nombre de candidats lise attentivement l'énoncé et s'efforce de répondre aux questions posées telles qu'elles sont libellées, encore trop de candidats proposent des solutions qui répondent partiellement aux questions posées ou, lisant mal l'intitulé, confondent, par exemple, « établir telle loi » et « exprimer telle loi ». Le jury invite également les candidats à justifier de manière claire et concise les lois ou les hypothèses utilisées (un bilan d'énergie doit spécifier le système étudié, et l'étude de l'anémomètre les hypothèses envisagées).

Les applications numériques qui jalonnent l'épreuve et les commentaires physiques pertinents des diverses courbes rapportent un nombre de points non négligeable. Les candidats qui ont fait l'effort de consacrer du temps à ces questions ont donc été récompensés.

Le jury a eu le plaisir de corriger de très bonnes copies qui prouvent que leurs auteurs possèdent une bonne connaissance du sujet ainsi qu'un savoir-faire physique adapté. Malheureusement, les copies faibles restent nombreuses et le but de ce rapport est de permettre qu'à l'avenir leur nombre diminue.

### Commentaires spécifiques à certaines questions

#### Première partie.

##### Question A

La caractérisation des ordres de grandeur des différentes échelles a donné lieu à une dispersion surprenante des valeurs numériques. Il est essentiel pour un futur enseignant de connaître les ordres de

grandeur caractéristiques du domaine qu'il enseigne. La différence entre les descriptions lagrangienne et eulérienne n'est pas toujours clairement expliquée et illustrée.

#### Question B

La classification des écoulements selon leur caractère rotationnel, compressible et stationnaire et leur identification à des cartes de lignes de champ n'a pas toujours eu un franc succès.

#### Question C

L'estimation du coefficient de conducto-convection  $h$  nécessite la description d'un modèle simple de diffusion thermique au voisinage de l'interface solide -fluide. Une analyse dimensionnelle était bienvenue mais pas suffisante pour obtenir tous les points relatifs à cette question. L'estimation des faibles variations de température selon un modèle de calcul d'incertitude a été rarement bien conduite, ainsi que l'estimation de la fréquence maximale d'utilisation de l'anémomètre.

### Seconde partie

#### Question A

Dans l'illustration et l'établissement de l'effet Coanda, la notion de circulation d'un champ de pression vers le centre de courbure, par exemple n'est pas toujours comprise. Beaucoup de candidats basent leur discussion sur la dépendance du gradient de pression vis-à-vis du rayon de courbure, au lieu d'analyser les conséquences de la direction et du sens de ce gradient. Quand une description d'expérience est demandée il est important de la décrire avec suffisamment de détails.

La partie sur la détermination des écoulements élémentaires fondamentaux potentiels a été bien traitée dans l'ensemble. Néanmoins pour l'écoulement dipolaire cylindrique l'analogie avec le dipôle électrostatique constitué de deux charges ponctuelles a été souvent abusivement utilisée. Le tracé des lignes de champs a été rarement effectué.

#### Question B et C

Le jury invite les candidats à réfléchir aux signes dans les résultats physiques ; il est tout de même étonnant de voir des candidats prétendre que la force de poussée sur les ailes était dirigée vers le bas...

#### Question D

La théorie de Kutta-Joukowski peut s'interpréter comme une simulation en **fluide parfait** des effets de portance d'un profil placé en **fluide visqueux**. La superposition d'une singularité de type tourbillon permet de traduire mathématiquement l'existence d'une circulation résultant physiquement des effets de viscosité en fluide réel. La détermination plus générale de la force linéique de portance verticale ou force de Magnus a été très rarement effectuée avec soin. Le bilan de quantité de mouvement nécessite une définition claire du système étudié avant d'appliquer un théorème fondamental.

#### Question E

Cette partie, très peu abordée, modélise l'écoulement autour d'une aile cabrée et introduit le coefficient de portance  $C_y$ . Elle donnait lieu à des applications numériques permettant d'évaluer la pertinence du modèle et le bon sens physique du candidat.

### Troisième partie

#### Question A

Il est très étonnant de voir de nombreuses copies ne pas être en mesure de distinguer un terme diffusif d'un terme convectif dans l'équation de Navier Stokes, ou encore de ne pas savoir en déduire l'expression du nombre de Reynolds.

La force de traînée agissant sur une sphère se décompose en deux contributions, une traînée de pression et une traînée de viscosité. Une première relation montre que la traînée de pression n'est pas nulle et contribue pour le tiers du montant total de la résistance à l'avancement de la sphère. En effet, bien que les lignes de courant présentent une symétrie « amont-aval », le champ de pression n'est pas symétrique de part et d'autre de la surface de la sphère (maître couple). Il n'existe donc pas de paradoxe de d'Alembert pour cet écoulement, contrairement à la situation homologuée en fluide parfait.

Il faut regretter que très peu de candidats arrivent à mener le calcul de la résultante de traînée de pression à son terme ; on somme la norme de la contribution élémentaire selon un vecteur de la base locale (donc

« tournant »)! Le jury déplore que dans la majorité des cas aucune analyse de symétrie préalable ou analyse critique du résultat ne soit faite.

#### Question B

A grand nombre de Reynolds et pour un écoulement sans décollement autour d'un obstacle, les effets de la viscosité sont localisés à l'intérieur d'une zone de faible épaisseur relative dénommée couche limite. A l'extérieur de la couche limite, la viscosité du fluide joue un rôle négligeable et l'écoulement est solution des équations d'Euler. La région de couche limite se caractérise par une géométrie, une cinématique et une dynamique particulière se traduisant par les deux hypothèses de Prandtl :

- 1 les distorsions géométriques et cinématiques sont du même ordre de grandeur,
- 2 les forces d'inertie, de pression et de viscosité sont de même ordre de grandeur dans cette région de couche limite.

Dans cette zone, l'écoulement est solution du modèle de Prandtl. Les quelques candidats qui ont abordé cette partie l'ont fait généralement avec succès. Les raisonnements de type analyse dimensionnelle, fréquents en mécanique des fluides et électromagnétisme laissent encore beaucoup les candidats perplexes.

#### Question C

Cette partie de mécanique de vol en régime de croisière horizontale a été peu abordée et donnait lieu à de nombreuses applications numériques.

#### Question D

Dans cette partie, un modèle élémentaire de chocs élastiques avec réflexion spéculaire est abordé pour construire en plusieurs étapes une surface de moindre résistance à l'avancement. Il s'agit d'un exemple de calcul variationnel. Un manque de rigueur a été constaté dans la mise en équation de ce problème et la détermination de la forme de la force de traînée. Parfois une approche de type énergétique a été proposée, mais ici elle ne pouvait être utile pour la détermination explicite d'une force vectorielle. Quelques candidats se sont lancés, avec succès, dans l'étude du premier problème d'extremum. La suite de cette question n'a été que rarement abordée.

## Rapport sur la composition de chimie 2012

La composition de chimie de la session 2012 abordait l'étude de quelques propriétés chimiques des acides aminés et des peptides. L'analyse de données expérimentales issues de la littérature scientifique permettait de construire des modèles de description des phénomènes observés, plus ou moins élaborés.

L'épreuve se composait de deux parties pratiquement indépendantes, elles-mêmes constituées de sections abordant des thèmes bien diversifiés. La première partie s'organisait autour de la glycine et de ses propriétés acido-basiques et complexantes en chimie inorganique. La seconde partie s'intéressait à la synthèse et à l'hydrolyse d'un peptide, ainsi qu'aux propriétés structurales de ce type de composés. On envisageait successivement :

1. les propriétés acido-basiques de la glycine (partie 1.1) ;
2. les propriétés complexantes de celles-ci, dans le cadre de l'étude thermodynamique puis cinétique de la formation de complexes des ions cuivre(II) – partie 1.2. Sont alors abordées l'étude spectroscopique puis structurale de ces complexes à l'état solide, dans le cadre de la théorie du champ cristallin (partie 1.3) ;
3. la synthèse d'un dipeptide, l'hippurylphénylalanine (partie 2.1) ;
4. l'hydrolyse de ce peptide (partie 2.2), avec un retour sur la cinétique chimique via la catalyse enzymatique.

Le sujet comportait un grand nombre de questions très classiques, s'appuyant sur les connaissances et compétences exigibles en second cycle du lycée et en premier cycle universitaire, ainsi que quelques questions plus ouvertes, nécessitant une réflexion plus approfondie.

### Remarques générales

Les remarques faites ici reprennent en grande partie celles des rapports précédents, mais il semble utile au jury de rappeler quelques points importants. Il invite à ce propos les candidats, futurs enseignants, à la lecture attentive de ces textes, rédigés à leur attention non pour les décourager, mais pour les aider au mieux dans l'organisation de leur travail de préparation à un concours difficile et exigeant.

Le jury se félicite d'avoir corrigé de très bonnes copies, où la clarté et la concision du raisonnement s'allient à la qualité de la présentation, mais regrette aussi la présence de trop nombreuses productions truffées de fautes d'orthographe. Il regrette aussi les incohérences entre les questions successives, l'absence de rigueur dans les raisonnements, le vocabulaire flou ou la lecture insuffisamment précise de l'énoncé. La chimie est une discipline scientifique à part entière, où les raisonnements sont précis et argumentés, les dispositifs expérimentaux décrits et représentés avec soin, les calculs menés à leur terme. Il est aussi nécessaire de vérifier que l'on a bien répondu à la totalité de la question, quand elle est constituée de plusieurs sous-questions.

En chimie organique les représentations de LEWIS sont trop souvent écrites sans que tous les doublets non liants soient représentés, les formules mésomères limites sont confondues avec des isomères structuraux, les mécanismes réactionnels sont trop souvent bâclés, les flèches courbes partent de n'importe où pour arriver nulle part. Quand la chimie organique est abordée de manière conséquente, la copie est souvent de qualité. En thermodynamique, en chimie des solutions et en cinétique, les raisonnements sont très souvent incomplets, les formules sont assénées sans démonstration ni réflexion chimique préalable.

### Remarques à propos de la section « Dosages d'une solution de glycine »

Même si le caractère ampholyte de l'espèce  $\text{GH}^\pm$  est souvent reconnu, le terme « zwitterion » ou celui d'« amphion » semble méconnu de nombre de candidats. Le calcul du pH d'une solution de glycine, pourtant très classique, pose problème à la plus grande partie des candidats : même ceux qui ont reconnu le caractère ampholyte de l'espèce prédominante ne tiennent compte que de son caractère acide, sans parler de ceux qui la considèrent, au hasard, comme un acide (ou une base) fort(e). Plus grave, le Jury s'étonne du nombre extrêmement élevé de candidats incapables de nommer correctement les électrodes nécessaires à la mesure du pH d'une solution aqueuse. L'électrode standard à hydrogène est une électrode fictive *du fait même de sa définition*.

Dans l'ensemble, les candidats reconnaissent l'équation support du titrage et savent en calculer la constante thermodynamique d'équilibre, mais affirment que sa valeur suffit à rendre la transformation totale, alors que le but des questions qui suivent est justement de montrer que la transformation n'est totale que loin de l'équivalence. L'analyse de la courbe conductimétrique est rarement menée à son terme puisque les ions sodium sont fréquemment oubliés et la comparaison avec la méthode de Gran n'est jamais complète : pratiquement aucun candidat n'observe que les deux méthodes reposent sur le même principe (linéarisation des courbes loin de l'équivalence, liée au caractère total de la transformation), en apportant un bémol sur l'utilisation des valeurs du pH, pas toujours faciles à raccorder à la concentration molaire en ions hydrogène du fait de la difficile prise en compte des coefficients d'activité. Le fonctionnement du conductimètre est souvent méconnu. Quand il est décrit correctement, il est rare que soit justifiée convenablement l'utilisation d'une tension alternative. Il en est de même des ordres de grandeur de la tension et de la fréquence. Enfin, une lecture attentive de l'énoncé aurait évité à beaucoup de candidats d'attribuer à l'oxydation par le dioxygène dissous la formation d'acide méthanoïque dans la solution aqueuse de méthanal.

### **Remarques à propos de la section « Interactions entre les ions Cu(II) et la glycine »**

Il subsistait malheureusement une coquille dans l'énoncé (question 17), que nombre de candidats ont rectifié. Le jury en a tenu compte dans sa correction. La détermination des constantes de formation des complexes (questions 17 à 22) a rencontré peu de succès auprès des candidats. Cette partie nécessitait de mener des calculs assez lourds, en écrivant les relations de conservation de la matière et de la charge électrique. Quelques rares candidats ont réussi à aller au terme de ceux-ci.

L'étude thermodynamique de la formation du complexe  $\text{CuG}^+$  (questions 23 à 32) a mis en lumière chez de nombreux candidats des lacunes en thermodynamique. Les calculs un peu techniques sont très rarement menés à leur terme, l'usage de la différentielle logarithmique semble méconnu. Le jury a rencontré deux types de copies : ou bien les raisonnements étaient menés avec clarté et rigueur, ou bien ce n'était que formules plus ou moins exactes affirmées sans la moindre argumentation.

Le critère d'évolution spontané d'un système chimique est souvent connu, mais rarement établi avec la rigueur qui s'impose. La définition de l'état standard d'un soluté n'est pratiquement jamais complète (il manque souvent l'indication de dilution infinie dans le solvant). Montrer que l'enthalpie de réaction se réduit à l'enthalpie standard se résume souvent à une confusion avec l'approximation d'ELLINGHAM, ou au caractère isotherme de la transformation. La loi de modération (loi de VAN'T HOFF) est souvent énoncée correctement mais rarement démontrée et trop souvent confondue avec la *relation* de VAN'T HOFF qui donne la dépendance de la constante thermodynamique d'équilibre avec la température. Le calcul du transfert thermique entre le système et son extérieur pendant la relaxation n'est qu'exceptionnellement mené à son terme.

L'étude cinétique (questions 33 à 35) est très rarement achevée. On trouve souvent l'expression correcte de la loi de vitesse, mais la majorité des candidats ne pousse pas plus loin le raisonnement alors que ce calcul est très classique dans les deux premières années post bac.

La dernière section de la première partie (questions 36 à 50) s'intéressait à la synthèse et à l'étude structurale de complexes solides cuivre-glycine. L'équation de formation du complexe, mettant en lumière le rôle basique des ions acétate, n'est pratiquement jamais écrite. L'analyse du protocole expérimental est souvent bien décevante. Le protocole de rinçage, pourtant classique, n'est pas compris. La majorité des dispositifs de chauffage à reflux sont dangereux (ballon non attaché, absence de support élévateur). Le jury a été déçu par la qualité des schémas souvent bâclés et trop approximatifs.

Le caractère bidenté du ligand glycinat est reconnu par un certain nombre de candidats qui, le plus souvent mais pas toujours, dessinent et identifient dès lors les deux bac du complexe. Quelques rares candidats ont réussi à analyser les spectres d'absorption IR en reconnaissant les modes propres de vibration des liaisons.

Le jury rappelle que les règles d'établissement de la configuration électronique d'un atome ou d'un ion doivent être énoncées avec précision et que, dans un élément de transition, ce sont les électrons de l'orbitale ns qui sont les moins retenus par le noyau. La forme et la nomenclature des parties angulaires des orbitales atomiques 3d ne sont connues que par très peu de candidats. La théorie du champ cristallin est souvent énoncée par les candidats ayant abordés cette partie et la configuration électronique de l'ion cuivre(II) dans l'environnement octaédrique régulier est établie. Mais le théorème de JAHN-TELLER n'est qu'exceptionnellement vérifié.

### Remarques à propos de la section « Synthèse de l'hippurylphénylalanine »

Dans cette section (questions 51 à 72), on synthétise un dipeptide en faisant réagir les groupes carboxyle et amino de deux acides  $\alpha$ -aminés. Il convient donc de protéger les groupes qui ne doivent pas réagir et d'activer ceux qui le doivent...

Les candidats qui ne maîtrisaient pas la réactivité fondamentale des dérivés d'acide étaient évidemment très handicapés dans toute cette partie. Le jury rappelle que le mécanisme réactionnel de base, pour ces composés, est l'addition suivie d'élimination et non la simple substitution, ce qui peut se démontrer par des considérations de type orbitalaire. Il convenait aussi d'analyser avec soin les conditions opératoires pour ne pas écrire d'intermédiaire ou de produit incompatibles avec ces conditions.

Dans l'ensemble, les candidats identifient correctement nucléophile et électrophile. Mais le caractère électrophile de l'atome de carbone fonctionnel est trop souvent associé à la présence d'atomes électronégatifs sur celui-ci, ou à la présence de charges formelles positives, et non à la présence du groupe carbonyle insaturé. Le mécanisme de formation de la base conjuguée de l'acide hippurique, faisant intervenir vraisemblablement l'ion carboxylate comme nucléophile, a été reconnu par quelques candidats, le mécanisme d'acylation classique ayant été néanmoins validé par le jury quand il était clairement argumenté.

Les formules mésomères limites du chlorure de thionyle (question 58 et suivantes) posent de gros problèmes à de très nombreux candidats, certains les confondent avec des isomères structuraux, d'autres oublient systématiquement le doublet libre porté par l'atome de soufre. Le jury rappelle que la première étape dans l'écriture d'une représentation de LEWIS consiste à décompter le nombre de doublets d'électrons de valence à répartir.

Très peu de candidats ont réussi à analyser la formule brute du produit d'estérification de la phénylalanine (question 63), la présence de l'atome de chlore étant due à la basicité du groupe amino et à la formation du chlorure d'ammonium correspondant, du fait de l'excès de chlorure d'hydrogène. En revanche, le mécanisme de l'estérification est maîtrisé par la majorité des candidats qui ont traité cette question.

Le rôle basique de la pyridine est souvent signalé, mais l'équation de la réaction de formation de l'amide (question 67 et suivantes) n'est que très rarement écrite avec précision. En revanche, le rôle catalytique de la pyridine (formation d'un acylpyridinium) est méconnu de la très grande majorité des candidats.

Le mécanisme de la saponification est souvent connu, mais le caractère faiblement nucléofuge de l'ion méthanolate, compensé par une activation acide liée à l'existence des liaisons hydrogène avec les molécules de solvant, n'est pratiquement jamais évoqué.

### Remarques à propos de la section « Hydrolyse de l'hippurylphénylalanine »

Dans cette section, on présente la méthode de détection de quantités infimes d'acide aminé pour suivre l'hydrolyse extrêmement limitée d'un peptide, puis on s'intéresse à l'hydrolyse acidocatalysée de celui-ci. Enfin, une étude simplifiée de la catalyse enzymatique de la transformation est présentée.

Les candidats qui ont traité la première partie (questions 73 à 77), très guidée, ont en général écrit des mécanismes acceptables, souvent même tout à fait corrects. La seule étape un peu délicate était la dernière, l'élimination conduisant au dérivé fluorescent noté 9.

L'hydrolyse acidocatalysée de l'amide a été un peu moins bien traitée dans l'ensemble. L'équation de la réaction n'est pratiquement jamais écrite avec les espèces compatibles avec le milieu acide (l'ion méthylammonium et non la méthanimine, par exemple). Le mécanisme est en revanche souvent bien écrit, pour les candidats qui se sont investis dans cette partie, mis à part souvent le site de protonation qui est l'atome d'oxygène de l'amide et non l'atome d'azote.

De nombreux candidats reconnaissent l'incompatibilité du modèle VSEPR appliqué à l'atome d'azote de l'amide avec la planéité de celui-ci mais ne précisent pas qu'elle est liée au fait que ce modèle ne s'applique que si les électrons ne sont pas délocalisés. En revanche, lorsque ce point est bien compris, la suite des questions (82 à 84) est bien traitée.

Enfin, l'étude cinétique de l'hydrolyse enzymatique est souvent bien menée, mis à part les questions

« qualitatives » qui ne reçoivent pas souvent de réponses. Appliquer l'approximation de l'état stationnaire à un intermédiaire réactionnel consiste à écrire que la vitesse d'apparition de celui-ci est égale à sa vitesse de disparition. Elles sont donc égales et l'intermédiaire ne disparaît donc pas *plus vite* qu'il ne se forme, mais plus *facilement* qu'il ne se forme... En outre, cette approximation ne s'applique pas à tous les intermédiaires réactionnels. Par ailleurs, la vitesse d'apparition de P n'est égale à la vitesse de disparition de S que si l'acte est élémentaire ou si l'approximation de l'état stationnaire peut s'appliquer à d'éventuels intermédiaires. Dans d'autres cas, notamment celui d'accumulation d'intermédiaires, ce serait faux.

### **Conclusion**

Comme il a déjà été dit, l'objectif de ce rapport est d'aider les futurs candidats, professeurs de demain, dans leur préparation au concours. Le jury espère leur avoir été utile et tient aussi à féliciter les candidats qui ont su, dans leurs copies, faire état de leurs compétences en chimie. Leur investissement dans la discipline en a ainsi été récompensé. Le jury apprécie aussi que les candidats aient passé du temps sur les questions plus difficiles, ce qui est aussi une façon de gagner des points.



## Rapport sur le problème de physique 2012

Le problème de physique de la session 2012 portait sur l'étude de deux instabilités pour lesquelles la tension superficielle joue un rôle prépondérant, l'instabilité de Saffman-Taylor et l'instabilité magnéto-hydrostatique. L'objectif était d'établir les critères d'apparition de ces instabilités à partir d'une approche perturbative. La première partie était consacrée à la notion de tension superficielle/interfaciale. Les deux parties suivantes permettaient de traiter l'étude de l'instabilité de Saffman-Taylor. Enfin, les deux dernières parties étaient centrées sur l'étude de l'instabilité magnéto-hydrostatique de ferrofluide.

Pour mémoire, ce problème a été construit en s'appuyant sur les deux articles fondateurs de l'étude théorique de ces instabilités, celui de Saffman et Taylor en 1958 (The penetration of a fluid into a porous medium or Hele-Shaw cell containing a more viscous liquid, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, **245**, 312, 1958) et celui de Cowley et Rosensweig en 1967 (The interfacial stability of a ferromagnetic fluid, Journal of Fluid Mechanics, **30**, 671, 1967).

### Remarques générales

Ce problème abordait des champs disciplinaires différents, permettant aux candidats de montrer l'étendue de leurs connaissances et culture scientifique. Un certain nombre de questions mettaient en avant l'analyse physique, d'autres reposaient sur des compétences plus mathématiques. Les parties II) et IV) étaient classiques et se rapportaient à des notions fondamentales de physique.

Nous rappelons aux candidats que la stratégie du « grapillage », qui consiste à aller chercher des questions faciles et d'y répondre de manière totalement décousue et dépourvue de cohérence et de réflexion, n'incite pas le jury à la clémence. En revanche, le jury a pu constater qu'un certain nombre de candidats ont préféré traiter une (plus ou moins) modeste fraction du sujet, mais l'ont fait avec rigueur et réflexion. Nous ne saurions que trop encourager cette démarche.

Insistons aussi sur le soin apporté aux applications numériques, leur précision ou la pertinence des ordres de grandeur trouvés, ainsi que les unités. Le jury a trop souvent vu des applications numériques sans unité pour des grandeurs dimensionnées !

Enfin, lorsque le résultat de la question est donné dans l'énoncé, il est impératif que les étapes du raisonnement apparaissent clairement et soient articulées avec rigueur.

### Remarques sur la partie I)

Cette partie faisait appel à quelques connaissances générales sur la tension superficielle/interfaciale, concept qui gouverne nombre d'instabilités hydrodynamiques.

**1)a)** on attendait une explication microscopique de la tension superficielle, qui correspond à un excès d'énergie pour les molécules situées à l'interface. Un certain nombre de candidats confondent tension superficielle et viscosité.

**1)c)** un ordre de grandeur suffisait pour les valeurs de  $\gamma$ ,  $\gamma_{H_2O} > \gamma_{Huile}$ .

**2)b)** la démonstration pouvait être réalisée par différentes méthodes (par exemple travaux virtuels, utilisation du potentiel thermodynamique  $G^*$ ) à condition de définir clairement le système concerné (la goutte d'huile en l'occurrence). Peu de candidats ont traité correctement cette question.

**3)a)** les rayons de courbure principaux appartiennent toujours à deux plans perpendiculaires.

**3)b)** dans l'expression de  $ds$  en fonction de  $dx$ , le jury attendait une remarque sur le signe lorsqu'on prend la racine carrée.

### Remarques sur la partie II)

Cette partie fait appel à des notions assez classiques de mécanique des fluides.

**2)** Il s'agissait d'une question qualitative, il fallait utiliser certaines données du texte (cellule de section constante et absence de forces de volume) pour justifier la réponse.

**3)** Les candidats devaient évoquer l'incompressibilité de l'écoulement (équation de continuité), et là aussi, la réponse a été trop souvent mal justifiée.

**4)** et **5)** le jury attendait un travail bien justifié sur la projection de l'équation de Navier Stokes (réduite aux seuls termes de pression et viscosité), projetée respectivement sur  $Ox$  puis  $Oy$  et  $Oz$ .

Les questions **6) à 9)** ont été traitées correctement par un nombre non négligeable de candidats. Le phénomène de glissement résulte des interactions moléculaires, donc la longueur de Navier est de l'ordre de grandeur de la portée de ces interactions ( $\geq 10$  nm).

**10)** Cette question technique est calculatoire et montre que peu de candidats maîtrisent les séries de Fourier, qui pourtant sont un outil précieux pour le physicien. Le jury est conscient de la longueur et de la technicité de ces calculs et a apprécié et valorisé les copies des candidats qui ont porté les calculs jusqu'au bout.

### Remarques sur la partie III)

Cette partie porte sur l'étude de l'instabilité de Saffman-Taylor, et sur les conditions de croissance de la perturbation de l'interface.

**3)** Beaucoup de candidats ont traité cette question, mais elle a été rarement réussie. En effet, dans l'intégration de la dérivée partielle de  $P$  en  $x$ , le temps intervient dans la « constante » d'intégration, de telle sorte que  $P$  dépendait à la fois de  $x$  et de  $t$ .

**6)** Bien que la loi de Darcy ait été établie en terme de vitesse moyennée sur une section droite de l'écoulement, on suppose ici qu'elle peut être utilisée comme une loi locale reliant la vitesse de l'écoulement au gradient local de pression.

**9)** Pour cette question, il fallait comprendre que dans l'état non perturbé (sans instabilité), la courbure est  $C=1/R_1$  et  $R_1$  est de l'ordre de  $b/2$ . La différence de pression non perturbée est reliée à cette courbure par la loi de Laplace. En présence de la perturbation, se rajoute la courbure  $1/R_2$ : c'est cette courbure supplémentaire qui intervient dans la différence des pressions perturbées et qui gouverne donc la dynamique de l'instabilité. Le jury a été indulgent sur cette question car il a reconnu qu'elle était peu explicite. La solution étant donnée dans l'énoncé, les candidats pouvaient continuer le problème.

### Remarques sur la partie IV)

Cette partie comporte un bon nombre de questions classiques d'électromagnétisme, et le jury a relevé de nombreuses confusions dans les définitions des vecteurs aimantation et excitation magnétiques, s'accompagnant d'un manque de rigueur dans la manipulation des grandeurs scalaires et vectorielles (grandeur vectorielle et grandeur scalaire dans deux membres d'une égalité, par exemple). Le jury a constaté une erreur d'unité dans l'énoncé pour la perméabilité magnétique du vide qui ne portait pas à conséquence.

**3)** Le jury n'a attribué les points qu'aux candidats qui donnaient les équations de Maxwell en régime stationnaire, dans le milieu matériel, et non pour les équations de Maxwell en régime quelconque, qui plus est dans un milieu qui aurait les caractéristiques du vide !

**7) et 8)** Si les correcteurs ont constaté que l'expérience évoquée est assez largement connue des candidats, ils ont souvent déploré le manque de précision sur le schéma demandé.

**11)** Beaucoup d'erreurs sur cette question, de nombreux candidats donnent la courbe de première aimantation puis le cycle d'hystérésis associé à un matériau ferromagnétique, alors qu'on a affaire ici à un fluide, donc sans hystérésis.

**12) 13) 14)** De très fréquentes erreurs de signe, que le jury a surtout sanctionnées lorsqu'elles conduisaient à une absurdité à la question 15) pour le facteur de Boltzmann.

**17)** La théorie permettait entre autre de retrouver la loi de Curie.

### Remarques sur la partie V)

Cette dernière partie, certes assez difficile dans la manipulation des grandeurs et des opérateurs, permet d'établir la relation de dispersion caractéristique de l'instabilité, et de calculer la longueur d'onde critique au seuil d'apparition. Cette partie a été traitée par peu de candidats.

**1)** Question de physique fondamentale, souvent mal réussie.

**7)** Cette question a dérouté un bon nombre des candidats qui sont arrivés jusque-là. Il s'agissait d'un calcul perturbatif.

**16)** Pour trouver le vecteur d'onde critique, il fallait dériver la relation de dispersion de la question 15) et non prendre  $M_{0,1}$  nulle, comme il a été vu dans la plupart des copies des candidats qui ont traité cette partie.

## **Épreuves d'admission**

Les épreuves se sont déroulées du 23 juin au 7 juillet 2012  
au lycée Marcelin Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés).

## Rapport sur la leçon de physique

### Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve consiste en la présentation d'une leçon de 50 minutes, dont le sujet a été tiré au sort par le candidat parmi une liste qui figure dans le rapport du jury de l'année précédente. A l'issue de la présentation, le jury interroge le candidat durant une vingtaine de minutes au maximum. Cet entretien permet au jury de juger de la solidité des connaissances du candidat, de l'interroger sur ses choix ou d'aborder des points de la leçon qui seraient restés obscurs ou ambigus.

Le candidat dispose de quatre heures pour préparer sa leçon. Au cours de cette préparation, il a accès à l'ensemble des documents de la bibliothèque du concours. Cette bibliothèque possède de très nombreux ouvrages, de tous niveaux, dont la liste est disponible en ligne sur le site <http://agregation-physique.org/>. Le candidat bénéficie également durant cette préparation du soutien du personnel technique pour la mise en place du matériel expérimental souhaité pour illustrer la leçon. Les expériences sont préparées et réalisées conformément aux instructions du candidat, cependant leur présentation devant le jury s'effectue sous la seule responsabilité du candidat et en l'absence de technicien.

Un ordinateur et un vidéoprojecteur sont disponibles dans chaque salle. Le candidat peut ainsi projeter des documents tirés d'une base de données (schémas descriptifs, animations, photographies, ...) et classés par thèmes. Les programmes usuels (Word, Excel, Maple, ...) sont installés sur les ordinateurs. Le candidat dispose également d'un rétroprojecteur. Pour autant, il doit apporter lui-même ses transparents et feutres.

### Remarques générales

La leçon est une épreuve permettant au jury d'évaluer les capacités du candidat à enseigner, c'est-à-dire à transmettre un message clair et cohérent qui s'appuie sur des connaissances maîtrisées. Il ne s'agit donc pas de tenter d'éblouir le jury en exposant rapidement une vaste étendue de connaissances sur le sujet présenté, mais de se placer dans une situation d'enseignement devant un public d'étudiants qui découvrirait pour la première fois le sujet de la leçon.

Le candidat doit préciser dès le début de sa leçon, le niveau auquel il se place (classes préparatoires, première année, seconde année ou troisième année de licence), les pré-requis nécessaires et les objectifs de la leçon. Rappelons une évidence : l'intitulé des leçons en impose le sujet, même si c'est de façon assez large. Tout développement hors sujet, même correctement traité, est mal perçu par le jury, qui considère que le candidat n'a pas compris le sujet, ou qu'il a tenté de le contourner.

Une leçon se place dans une progression pédagogique. Certaines leçons sont des leçons d'introduction de concepts nouveaux, alors que d'autres se placent en fin progression et permettent un éclairage plus transversal des notions abordées.

Le candidat aura à cœur de faire ressortir très clairement quelques messages forts de sa leçon. Il ne faut pas se borner à des descriptions ou des commentaires de résultats mais le jury attend des candidats qu'ils détaillent les démonstrations de résultats importants.

Certaines leçons concernent des domaines tellement vastes qu'il est impossible d'être exhaustif : certains choix sont à faire, qui doivent être précisés et justifiés (cette remarque ne concerne évidemment pas les sujets dont l'intitulé comporte la conjonction « et », qui impose donc l'étude de tous les aspects énoncés).

Le jury est particulièrement sensible à la précision et la rigueur du candidat, à son honnêteté intellectuelle, et à la logique qui sous-tend le déroulement des idées au cours de l'exposé. Les notions et grandeurs nouvelles doivent être introduites avec soin, les conditions de validité des approximations discutées. Les signes et conventions doivent être traités avec la plus grande rigueur car derrière ceux-ci se cachent bien souvent les points clés d'une notion physique. C'est le cas pour l'induction où les candidats font trop souvent

preuve d'une négligence que le jury est enclin à sanctionner. On comprendra que le jury soit contrarié lorsque les systèmes dont on parle ne sont pas bien définis, lorsqu'il voit des égalités entre vecteur et scalaire, lorsque le discours se veut trop général et en perd par suite sa substance ou lorsqu'une expression « tombe du ciel » sans que le candidat soit en mesure de justifier ni son origine ni son sens physique.

Le jury apprécie également l'emploi de l'analyse dimensionnelle, les analogies, les ordres de grandeur, les applications et valeurs numériques. Concernant ce dernier aspect, les conditions expérimentales doivent être précisées. Des schémas au tableau aident souvent à lever des ambiguïtés et à préciser un raisonnement, le candidat aurait tort de s'en priver.

Le jury invite les candidats au cours de leur année de préparation à se poser des questions, à prendre du recul, à dégager des idées physiques à partir des formules mathématiques et à ancrer les leçons dans la réalité. Il est important, dans la présentation d'un modèle, d'en connaître et d'en discuter les limites, et de donner l'interprétation physique des éléments du modèle. De même, il nous semble important pour un enseignant de savoir dégager la généralité des concepts présentés. Par exemple, lorsque la notion de facteur de qualité est présentée, il est opportun de mentionner son importance dans d'autres domaines de la physique. De même, la notion de quantification peut être abordée dans différents contextes.

Bien que les leçons soient issues d'une liste connue à l'avance, il n'existe pas de leçon type ou étalon à l'aune de laquelle le jury évaluerait toute prestation. Pour autant, il y a dans certaines leçons des passages incontournables. Le jury s'est par exemple étonné d'entendre certains candidats parler de cinématique relativiste sans évoquer la composition des vitesses ... L'ensemble des leçons permet d'aborder les grandes étapes des avancées de la connaissance en physique. Il est regrettable à cet égard de constater que les candidats ignorent les prix Nobel associés aux notions qu'ils présentent.

Il est important pour un enseignant de savoir mener des calculs. A ce titre, plusieurs leçons exigent de présenter des calculs. Nous recommandons au candidat de motiver la nécessité de faire le calcul et d'en présenter l'objectif avant de le mener. Les systèmes concernés doivent être clairement circonscrits. De même, les hypothèses qui encadrent ces calculs doivent absolument être explicitées (cela constitue d'ailleurs une partie du travail que le candidat est invité à faire lors de son année de préparation). Dans de rares cas, la présentation exhaustive de la suite des calculs au tableau peut être trop longue relativement au temps imparti : le candidat peut alors avoir recours à des transparents. Toutefois, le jury souhaite d'une part avoir le temps de lire chaque ligne du transparent et d'autre part que le gain de temps correspondant soit consacré à une interprétation ou des commentaires physiques des résultats. Naturellement, il n'est pas raisonnable de mener tous les calculs sous forme de transparents. Les calculs ne doivent pas servir de refuge pour « gagner » du temps. Ils doivent être accompagnés d'interprétation physique et si possible d'applications ou d'illustrations.

### **Les illustrations expérimentales**

Les illustrations expérimentales sont vivement encouragées. Dans la plupart des cas, il est recommandé de présenter un schéma clair et annoté de son expérience soit au tableau, soit sur transparent. L'expérience peut être qualitative mais doit être interprétée avec soin et exploitée au maximum. Il n'est pas nécessaire de multiplier ces expériences mais il est indispensable de bien les utiliser. Si on choisit de présenter une expérience il faut l'analyser et non pas simplement la considérer comme une illustration de la théorie. Il faut également être en mesure de répondre aux questions relatives au montage expérimental. Ces remarques s'appliquent également à la présentation d'expériences historiques.

### **Les applications**

Le jury apprécie toujours une discussion sur les applications des concepts exposés au cours de la leçon, et les candidats doivent dégager du temps pour traiter ces applications. Toutefois, il ne souhaite pas d'inventaire ou de catalogue. Il préfère quelques exemples bien maîtrisés et bien exploités, où l'on retrouve clairement les notions introduites et développées au cours de leçon. Il est toujours regrettable de voir des candidats citer des applications et être incapables de répondre à la moindre question sur les exemples qu'ils ont mentionnés.

Lorsque le titre de la leçon fait apparaître explicitement le terme « application(s) », un temps important doit y être consacré, et non, comme il est vu parfois, un traitement expéditif dans les 5 dernières minutes.

### **Quelques remarques sur la forme**

Beaucoup de candidats choisissent de laisser le plan au tableau ou de l'écrire à l'avance. Il ne s'agit pas d'une demande du jury, cela n'est pas du tout indispensable, en particulier lorsque le plan occupe la moitié de l'espace disponible. Cependant, il est essentiel que ce plan apparaisse clairement au cours de la présentation et il faut toujours réécrire le titre des paragraphes afin de permettre au jury de suivre.

Le candidat doit se soucier de la lisibilité de son exposé : clarté de l'écriture (au tableau ou sur les transparents), des schémas explicatifs, taille raisonnable des caractères, gestion rationnelle du tableau. Un transparent enlevé aussitôt posé ou un tableau effacé sitôt écrit seront très mal perçus. Le jury apprécie peu les prestations dans lesquelles le candidat lui tourne le dos une bonne partie du temps, en recopiant ses notes. De même, le jury est particulièrement sensible au dynamisme et à l'enthousiasme avec lesquels un candidat fera passer son message.

Le candidat dispose de documents d'une banque de données qu'il peut projeter au jury. Ces diapositives permettent de gagner du temps dans le cas de schémas complexes ou de tableaux de valeurs. Elles ne sont pas destinées à remplacer de façon systématique le tracé d'un schéma simple. Rappelons également que lorsque l'on utilise une diapositive toute faite, il importe d'utiliser les mêmes notations ou d'indiquer la correspondance entre les notations de la diapositive et celles qui sont utilisées dans l'exposé. De même, il est indispensable de respecter une uniformité de notation entre les calculs menés au tableau et ceux présentés sur transparents. Signalons enfin que la base de données a été construite à partir de schémas ou d'illustrations (soigneusement) scannés sur des ouvrages de la bibliothèque. Mais la présence d'un document dans la base de données n'est pas un gage absolu de sa qualité, et le candidat doit réfléchir à la pertinence de ses choix pour illustrer clairement tel aspect de la leçon. Enfin, le jury déconseille la projection directe des pages plus ou moins gondolées d'un manuel à l'aide d'une « flex-cam ».

### **Les questions**

Le jury pose différents types de question. Il peut être amené à demander des éclaircissements sur certains passages de la leçon ou à prolonger à un niveau plus avancé certains points de la leçon. Le candidat peut naturellement appuyer ses réponses sur ses connaissances de niveau master.

## **Remarques particulières sur quelques leçons**

**Leçon 1 :** Les candidats sont invités à réfléchir sur la notion de contact ponctuel et à la réalité microscopique de ce contact. Il peut être intéressant d'illustrer et discuter la différence entre coefficients de frottement statique et dynamique.

**Leçon 2 :** Il est important de dégager le cas où l'on peut négliger le caractère non galiléen d'un référentiel.

**Leçon 4 :** Les candidats ignorent trop souvent les principes de fonctionnement et les performances des gyroscopes modernes.

**Leçon 6 :** Cette leçon exige une grande rigueur dans l'exposé tant sur les notions fondamentales de relativité restreinte que sur les référentiels en jeu. Elle invite les étudiants à faire preuve d'une grande pédagogie pour présenter des notions a priori non intuitives et faire ressortir les limites de l'approche classique. Un exposé clair de la notion de composition des vitesses et de ses propriétés est incontournable dans cette leçon. Les notions de dilatation du temps et contraction des longueurs doivent être discutées.

**Leçon 8 :** L'exemple de l'écoulement de Poiseuille cylindrique n'est pas celui dont les conclusions sont les plus riches. Les candidats doivent avoir réfléchi aux différents mécanismes de dissipation qui peuvent avoir lieu dans un fluide.

**Leçon 9 :** La notion de viscosité peut être supposée acquise. L'essentiel de l'exposé doit porter sur les fluides newtoniens : le cas des fluides non newtoniens, s'il peut être brièvement mentionné ou présenté, ne doit pas prendre trop de temps et faire perdre de vue le message principal.

**Leçon 10 :** Le lien avec les potentiels thermodynamiques n'est pas souvent maîtrisé. Il est important de dégager clairement l'origine microscopique du phénomène.

**Leçon 11 :** Les candidats doivent avoir réfléchi à ce qu'est une collision à l'échelle microscopique et prendre du recul vis-à-vis du modèle des sphères dures. L'introduction de la notion de pression cinétique doit être effectuée avec soin.

**Leçon 12 :** Il est important de montrer que l'on peut remonter aux fonctions thermodynamiques caractéristiques à partir de mesures expérimentales.

**Leçon 13 :** Nous ne saurions que trop insister sur l'importance d'écrire systématiquement les variables et paramètres des fonctions thermodynamiques introduites au cours de la leçon. Si l'analogie avec la mécanique peut se justifier, nous invitons les candidats à bien identifier le message qu'ils souhaitent transmettre. Bien que ne faisant pas partie de la leçon, l'interprétation statistique des potentiels thermodynamiques à l'aide de la fonction de partition doit être connue des candidats.

**Leçon 14 :** La division de la fonction d'état entropie en deux termes introduit plus de confusion qu'elle n'apporte en général d'éclaircissement. Quel est en effet le statut mathématique de chacun des deux termes ? Cette décomposition est plus naturelle pour la thermodynamique de systèmes proches de l'équilibre et les liens entre flux et affinités. Pour autant, ces notions qui doivent être connues des candidats ne sont pas indispensables à la présentation de la leçon elle-même.

**Leçon 18 :** Le jury invite les candidats à définir proprement le cadre statistique dans lequel ils se placent, et les variables pertinentes associées.

**Leçon 21 et 22 :** Dans ces deux leçons, le plus grand soin dans la définition des orientations et des conventions de signe s'impose. Les applications doivent occuper une place significative dans la présentation. Pour la leçon 22, il n'est pas nécessaire de traiter en détail les deux types d'induction. Pour la leçon 21, ce ne sont pas les machines de technologie complexe qui illustrent le mieux les idées en jeu et les notions de base sur l'induction sont supposées connues.

**Leçon 23 :** Le jury souhaiterait que le terme de résonance soit dûment justifié sans oublier une discussion du facteur de qualité.

**Leçon 24 :** Le jury n'attend pas une présentation abstraite et très générale de la notion de système bouclé. Il estime indispensable de s'appuyer sur au moins un exemple concret et détaillé avec soin.

**Leçon 27 :** Cette leçon peut être l'occasion d'introduire le modèle limite de l'onde plane progressive harmonique et de la comparer éventuellement à l'onde sphérique.

**Leçon 28 :** Les candidats doivent avoir réfléchi à la notion de vitesse de groupe et à son cadre d'utilisation.

**Leçon 29 :** Les notions de modes et de fréquence de coupure doivent être exposées. On peut envisager d'autres ondes que les ondes électromagnétiques.

**Leçon 37 :** Les conditions de l'approximation de Fraunhofer doivent être clairement énoncées. Pour autant, elles ne constituent pas le cœur de la leçon.

**Leçon 38 :** Cette leçon donne souvent l'occasion de présenter les travaux de Bragg ; malheureusement, les ordres de grandeur ne sont pas toujours maîtrisés.

**Leçon 39 :** Trop souvent, il y a confusion entre les processus élémentaires pour un atome et un ensemble d'atomes. De même le candidat doit préciser au cours de sa leçon le caractère monochromatique ou non du champ de rayonnement qu'il considère.

**Leçon 40 :** Le transfert de quantité de mouvement est souvent présenté par le biais de l'expérience de

Compton, il peut également être illustré à l'aide d'applications modernes de l'interaction atome-rayonnement. Cette leçon peut éventuellement permettre de parler de la notion de superposition d'états. Le jury invite les candidats à réfléchir sur la physique à l'œuvre à l'échelle de la longueur d'onde Compton.

**Leçon 42 :** Cette leçon ne doit pas se résumer à un catalogue d'expériences retraçant l'histoire de la mécanique quantique, ni à une juxtaposition d'exemples sans une logique didactique. On attend par suite du candidat un choix raisonné d'un petit nombre d'exemples, traités de manière suffisamment approfondie afin de faire ressortir quelques concepts propres à la mécanique quantique.

**Leçons 43 et 44 :** Dans le traitement de l'effet tunnel, les candidats perdent souvent trop de temps dans les calculs. Le jury invite les candidats à réfléchir à une présentation à la fois complète et concise sans oublier les commentaires physiques relatifs à la dérivation de la probabilité de transmission. Certains candidats choisissent d'aborder le cas de la désintégration alpha mais ne détaillent malheureusement pas le lien entre la probabilité de traversée d'une barrière et la durée de demi-vie de l'élément considéré. La justification des conditions aux limites est essentielle ! Le microscope à effet tunnel peut être un bon exemple d'application s'il est analysé avec soin (hauteur de la barrière, origine de la résolution transverse, ...)

**Leçon 45 :** Le modèle de la goutte ne peut être simplement énoncé. Le candidat qui ferait le choix d'en parler doit commenter la physique inhérente à chaque terme du modèle. Cette leçon ne peut se réduire à un catalogue d'informations diverses et variées, mais les candidats doivent dégager du temps pour les applications.

**Leçon 47 :** Il faut clairement dégager l'origine de la stabilité de la liaison chimique. Cette leçon ne doit pas se réduire à une succession de calculs, on attend des ordres de grandeur et une discussion sur la physique du phénomène.

**Leçon 48 :** L'énergie de cohésion doit être définie de façon précise.

**Leçon 51 :** Le moment magnétique, son image semi-classique et son ordre de grandeur doivent être maîtrisés. De même, le lien avec l'ordre de grandeur de l'aimantation d'un aimant doit être connu.

**Leçon 55 :** Une simulation numérique bien présentée peut enrichir cette leçon.

**Leçon 56 :** Les invariances peuvent être traitées dans cette leçon.



## Rapport sur la leçon de chimie

### Généralités

Le présent rapport concerne les épreuves de la session 2012. Il est destiné à aider les candidats à préparer l'épreuve orale de chimie de la prochaine session. Les rapports précédents sont toujours disponibles à l'adresse suivante : <http://agregation-physique.org>. Leur lecture est vivement conseillée aux candidats, les remarques qu'ils contiennent restant toujours d'actualité. Le rapport de l'année vient compléter et actualiser les précédents rapports, compte tenu de l'évolution des sujets et des épreuves. Si certains commentaires sont redondants, cela provient de la constatation que les remarques ne sont pas suffisamment prises en compte et intégrées par les candidats.

Nous rappelons que, depuis 2010, les intitulés des leçons de chimie ne se reportent plus à des niveaux particuliers de classe mais à des niveaux soit lycée (L), soit classes préparatoires (CP). L'objectif est d'inciter les candidats à construire leur propre exposé à partir de différentes sources de documentation provenant des différentes séries, plutôt que de se limiter au programme ou à des chapitres d'ouvrages d'une classe donnée. Il est également judicieux de placer certaines notions théoriques en pré requis.

Durant cette session, le jury a assisté à des présentations d'excellente qualité au cours desquelles les candidats ont pu, sur un thème donné, montrer leur aptitude de mise en situation à travers une démarche scientifique rigoureuse révélant des compétences solides ainsi qu'une approche démontrant la maîtrise de leurs savoirs et leurs capacités à les transmettre.

Néanmoins, certaines prestations ont révélé chez des candidats des lacunes graves en chimie, ou un manque de structuration ou de raisonnement face à une problématique.

Le manque de rigueur ou d'honnêteté dans l'exploitation des résultats expérimentaux, ainsi que le manque d'esprit critique ne sont pas acceptables et ont été sévèrement sanctionnés. Le jury recommande donc vivement une lecture attentive de ce rapport pour les candidats ayant échoué et les futurs candidats. De plus, la mise en place de la réforme du lycée s'accompagne de préconisations pédagogiques importantes que ne peuvent ignorer les candidats à un concours de recrutement d'enseignants. On ne saurait trop recommander aux candidats de s'imprégner de ces nouveaux programmes et en particulier des préambules des différents niveaux des diverses filières pour construire une leçon en adéquation avec les principes d'une démarche scientifique.

### La leçon de chimie

Après une préparation d'une durée de 4 heures pour l'ensemble comprenant la leçon de chimie et l'épreuve « Agir en fonctionnaire de l'Etat et de façon éthique et responsable », les candidats disposent de 50 minutes pour exposer de leur leçon. Un entretien avec les membres du jury d'une vingtaine de minutes environ fait suite à cet exposé.

### La préparation

#### Les ressources documentaires

Pendant la préparation de la leçon, les candidats ont accès à une bibliothèque contenant des ouvrages du secondaire et du supérieur (programmes en cours et anciens programmes), ainsi que des tables de données, quelques articles et revues spécialisées. Ces ouvrages peuvent être transportés dans la salle de préparation et de présentation de la leçon.

Par ailleurs, la salle de présentation est équipée d'un ordinateur et d'un vidéoprojecteur. Les ordinateurs contiennent des logiciels de traitement de données et des logiciels de simulation. La banque de données numérisées mise à disposition des candidats jusqu'à 2011 a été supprimée pour cette session 2012, en raison de difficultés d'adaptation et du manque de regard critique souvent constaté de la part de certains candidats par rapport à cette base. Des transparents (non fournis) peuvent être réalisés **à la main** et utilisés avec un rétroprojecteur mais il faut faire attention à ne pas en abuser. La flexcam peut être un outil pédagogique très performant, mais le jury souhaiterait que son utilisation ne se limite pas à une projection de l'image (souvent floue et penchée) d'un morceau de page de livre.

Le jour du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les lieux et découvrir les documents et logiciels mis à disposition.

Ces différentes ressources doivent aider les candidats, après lecture attentive de l'intitulé de la leçon, à bâtir

un plan, à rechercher les protocoles d'expériences possibles et à prévoir les différentes illustrations iconographiques utiles lors de la présentation. Il est cependant indispensable que le candidat ait une réflexion, déconnectée des ressources, sur le contour et l'équilibre de sa leçon, afin d'éviter des parties hors sujet ou des pans de sujet quasiment non traités.

### **Le rôle de l'équipe technique**

Les candidats bénéficient pendant la préparation de l'aide d'une équipe technique. Ils doivent, après avoir pris connaissance de leur sujet, fournir à cette équipe une fiche comportant la liste détaillée du matériel et des produits demandés. Compte tenu des contraintes locales, il peut parfois être nécessaire d'adapter un protocole issu de la littérature. L'équipe offre son aide notamment pour la prise en main de logiciels ou l'acquisition de mesures répétitives et apporte son assistance à la demande du candidat en respectant ses indications pour la mise en place et la réalisation de certaines expériences. Le candidat peut bénéficier de cette assistance durant tout le temps de la préparation. La mise en oeuvre effective des expériences et leur exploitation sont naturellement sous la responsabilité du candidat.

Il est conseillé, pendant la préparation, d'avoir testé l'ensemble des manipulations présentées devant le jury afin d'éviter toute improvisation au moment de l'épreuve. Le jury conseille également de réfléchir soigneusement pendant la préparation aux parties d'expériences qui seront présentées, le candidat veillera ainsi à disposer en quantités suffisantes du matériel et des produits qui lui seront utiles lors de la présentation. Pré-peser ou mesurer les quantités de réactifs utiles peut permettre de gagner un temps précieux lors de la réalisation de certaines manipulations. Le soin apporté au rangement de la paillasse avant l'exposé permet lui aussi de gagner du temps lors de la présentation. La bonne organisation du candidat est aussi un élément d'appréciation du jury.

La prise en main des logiciels ne saurait être improvisée le jour de l'oral, cependant l'équipe technique apporte une aide précieuse qu'il serait dommage de négliger. Le jury regrette que, dans certaines leçons, des candidats échouent dans l'interprétation des données enregistrées, par une méconnaissance avouée du logiciel.

### **La présentation de la leçon (50 minutes)**

**L'exposé** dure au maximum 50 minutes. Le jury avertit lorsque le temps de présentation approche de son terme (5 minutes avant la fin, correspondant à 10 % du temps de présentation). Les leçons écourtées significativement sont sanctionnées et les candidats dépassant les 50 minutes réglementaires sont interrompus. La gestion du temps est importante : il convient de ne pas déséquilibrer la leçon en traitant à la hâte et, par conséquent, de manière confuse dans les dernières minutes, un pan entier du sujet proposé. Les dernières minutes de la leçon sont souvent mal utilisées : la conclusion doit être pensée à l'avance et ne pas reprendre mot pour mot une introduction éventuelle. La leçon a permis, en principe, d'avancer dans la compréhension de la chimie et cela doit apparaître naturellement en fin d'exposé.

Lors de l'exposé, les candidats peuvent utiliser plusieurs moyens de communication : tableau, vidéoprojecteur, rétroprojecteur. Souvent, les candidats le font avec dextérité et efficacité. Le jury recommande également de laisser apparent le plan de l'exposé, que ce soit sur le tableau ou sur transparent, selon la configuration de la salle et la taille du tableau disponible. Les schémas de montages doivent être soignés et réalistes. Le vocabulaire ne doit pas être relâché mais précis (on préférera les quantités de matière aux « nombres de moles » et les équations de réaction aux « équations bilan »). Enfin, les candidats doivent se détacher suffisamment de leurs notes pour donner à la présentation le dynamisme nécessaire. L'utilisation d'ouvrages pendant la leçon est également à proscrire.

Quelques candidats font un usage parfois abusif de transparents pour y présenter tous les calculs ou écritures d'équations un peu délicats. Le jury apprécie que le candidat montre ses capacités à mener un calcul, ou à équilibrer une équation d'oxydoréduction, par exemple.

Les leçons dont le titre indique « applications » nécessitent une réflexion pour que cette partie ne soit pas reléguée en fin de leçon et souvent déconnectée de la réalité industrielle.

Quel que soit le titre de la leçon, l'exposé doit être contextualisé et inclus dans une démarche d'apprentissage à un niveau donné (lycée ou classes préparatoires). Les choix des notions abordées pendant la leçon doivent être justifiés en regard de cette démarche, qu'il s'agisse de savoirs nouveaux ou d'une mise en perspective par l'expérimentation de savoirs théoriques déjà acquis. En ce sens, la leçon ne peut en aucun cas être conçue par le candidat comme une séance de travaux pratiques, elle doit s'articuler comme une progression des savoirs et savoir-faire à acquérir à un niveau donné, une fois l'exposé achevé.

Les expériences présentées peuvent alors permettre d'appréhender, de valider ou démontrer les limites de certains modèles (et non pas les illustrer !) en s'appuyant sur des exemples concrets rencontrés au laboratoire ou dans l'industrie.

De plus, la présentation ne saurait être uniquement un exposé isolé dans le temps d'apprentissage des élèves. En cela, l'introduction ne peut se limiter à des pré-requis, mais les concepts doivent être appréhendés de façon plus globale (transdisciplinaire, entre autres) par rapport aux connaissances supposées assimilées jusque là par les élèves auxquels s'adresse le candidat. Le jury a apprécié que certains candidats aient eu le souci de présenter des expériences simples introductives, malheureusement pas toujours reprises au cours de la leçon. L'objectif d'une leçon n'est pas l'exhaustivité dans le domaine proposé. Il vaut mieux faire des choix et les annoncer, plutôt que de vouloir tout (mal) traiter trop rapidement. Le jury précise qu'il n'a pas d'idée préconçue sur la leçon, à ceci près qu'il attend une vision d'ensemble et non la reproduction naïve d'un chapitre d'un ouvrage.

Le jury attend également de la part des candidats une maîtrise des concepts théoriques énoncés. Il n'est pas concevable pour un futur agrégé d'exposer des notions qu'il ne domine pas. Ainsi les structures, les noms des composés chimiques utilisés lors de la présentation doivent être connus ainsi que leurs propriétés physico-chimiques élémentaires (états physiques, propriétés de solubilité, etc.). Les états de la matière doivent être précisés lors de l'écriture des équations de réaction. Certaines notions fondamentales comme la notion d'élément chimique, la variance, la définition d'une transformation totale, les phénomènes de corrosion et les courbes intensité-potentiel posent encore trop souvent beaucoup de problèmes aux candidats. Le jury attend également des ordres de grandeur des valeurs numériques, dans tous les cas (énergies de liaison, production de polymères, etc.)

Même si le jury note un réel effort de la part des candidats pour illustrer leur démarche par des expériences, certaines prestations n'en comportent aucune. Or aucune leçon ne saurait être constituée uniquement de calculs formels, ne présentant que des modèles théoriques sans lien avec la réalité et sans illustrations pratiques ; il en est notamment ainsi des leçons qui traitent des concepts thermodynamiques, cinétiques ou de la description microscopique de la matière. Une leçon dépourvue d'expériences adaptées sera donc toujours jugée incomplète et évaluée à cette aune.

**Les expériences** sont alors présentes dans toutes les leçons. Elles permettent d'une part d'illustrer la leçon et d'autre part de mettre en valeur les compétences expérimentales du candidat. La description claire du montage « réel » sur la paillasse est parfois plus efficace et pertinente qu'un schéma peu soigné ou incomplet.

S'agissant de la réalisation des expériences, le jury remarque de façon récurrente que les candidats ne comprennent pas toujours l'expérience menée, ou font souvent preuve de peu de recul par rapport aux protocoles expérimentaux qu'ils mettent en œuvre, laissant paraître une démarche scientifique biaisée. Les protocoles types issus de la littérature, même de référence, ne doivent pas être considérés comme faisant foi dans toutes les circonstances et doivent être adaptés aux choix pédagogiques du candidat. Le jury apprécie fortement de la part d'un candidat qu'il fasse preuve d'esprit critique dans la mise en œuvre des protocoles et qu'il diversifie ses sources. La maîtrise des protocoles évite bien souvent au candidat d'énoncer des généralités à partir des données d'une seule expérience, et lui permet d'adapter ces résultats à sa progression.

On attend que les expériences soient abouties et qu'elles conduisent, au cours de l'exposé, lorsqu'elles sont qualitatives, à des conclusions et, lorsqu'elles sont quantitatives, à des exploitations rigoureuses. Le jury regrette que le candidat évoque des expériences qu'il aurait pu faire, ou seulement ébauchées en préparation mais non présentées.

Le jury note par ailleurs un effort sur les calculs d'incertitudes, mais il déplore parfois la nature des facteurs pris en compte qui ne reflètent pas toujours la réalité expérimentale, notamment lors des dosages. Les confusions entre calculs d'incertitudes et écarts type sont également nombreuses dans ce type d'analyse. De même le jury rappelle que le nombre de chiffres significatifs donné pour un résultat fait partie intégrante d'une démarche rigoureuse. Il est également rappelé que la différence entre un résultat trouvé et une indication fournie par le fabricant, qui n'est pas une donnée théorique, n'est pas une incertitude sur la valeur.

Si le tracé d'une courbe a été réalisé en préparation, il convient de reprendre deux ou trois points devant le jury afin de prouver la reproductibilité de la méthode.

Les modèles moléculaires et les outils de simulation sont trop peu utilisés par les candidats alors qu'ils

permettent d'illustrer avec les précautions nécessaires certaines notions pratiques ou théoriques, ou de justifier certains choix de protocoles expérimentaux. Mais, bien évidemment, la simulation ne doit pas se substituer purement et simplement à l'expérimentation et doit compléter et étayer des résultats expérimentaux.

Les manipulations doivent être réalisées avec soin et maîtrise des conditions opératoires ainsi qu'en respectant les consignes élémentaires de sécurité. Le jury souhaite ainsi apporter quelques commentaires, suite à de nombreuses erreurs constatées lors des présentations :

- En ce qui concerne la sécurité, le jury rappelle que l'usage des lunettes est obligatoire pour la manipulation de quasiment tous les produits chimiques. En revanche, les gants doivent être utilisés avec lucidité et uniquement lors de prélèvements ou manipulations de substances dangereuses et nocives, puis ils doivent être jetés.
- Les caractéristiques et modes de fonctionnement des appareils utilisés doivent être connus par le candidat : en particulier la constitution et le mode de fonctionnement des électrodes, du conductimètre et du spectrophotomètre.
- Les solutions tampons ont, par définition, des propriétés particulières, et ne sauraient être remplacées par des solutions de pH donné.
- Les expériences réalisées doivent être autant qualitatives que quantitatives, et ce à tous les niveaux.
- Il est parfois préférable de réaliser une caractérisation plutôt qu'un calcul de rendement sur un produit que les conditions de l'épreuve n'ont pas permis de sécher ou de purifier correctement.
- Adapter les concentrations des solutions pour les tests, pour s'assurer des précipitations, dissolutions et décolorations sans avoir à utiliser de trop grandes quantités de réactifs.
- Dans un titrage, pour utiliser la méthode de la dérivée, multiplier suffisamment les mesures au voisinage de l'équivalence pour avoir suffisamment de points et une dérivée de qualité. Par ailleurs, le maximum de la dérivée ne donne pas l'équivalence mais le point d'inflexion.
- Une transformation peut être totale quelle que soit la valeur de sa constante d'équilibre (et inversement, ce n'est pas parce que la constante d'équilibre  $K^\circ$  est plus grande que  $10^4$  que la transformation associée sera totale).
- Les techniques de caractérisation par spectroscopie, même si elles ne sont pas disponibles, restent très peu évoquées et leur théorie très mal connue, ce qui est regrettable pour de futurs agrégés au vu des nouveaux programmes de lycée.
- La chimie est une science expérimentale, elle doit amener à des résultats précis et argumentés, notamment lors de la réalisation des expériences ou de la confrontation à la théorie.

### **L'entretien (20 minutes environ)**

Le candidat ne peut pas consulter ses notes dans cette partie de l'épreuve. Les questions du jury ont plusieurs objectifs. Le premier est d'amener les candidats à corriger d'éventuelles erreurs ponctuelles. Le second, essentiel, est de vérifier la capacité des candidats à faire preuve de réflexion, tant dans le domaine théorique que dans le domaine expérimental. Les questions amènent la plupart du temps des réponses assez courtes : se lancer dans un développement de plusieurs minutes n'est pas une bonne stratégie. L'étendue des connaissances des candidats est parfois mise en évidence lors de cet entretien, mais le jury tient à faire savoir qu'il est sensible à la pertinence de la réflexion mise en jeu et à la capacité du candidat à proposer des hypothèses raisonnables face à une situation parfois inattendue. L'honnêteté intellectuelle est là aussi de rigueur.

### **Remarques particulières**

(Les numéros indiqués correspondent aux titres des leçons de chimie de la session 2012)

Le candidat doit faire une lecture attentive du titre de la leçon pour présenter au jury une prestation y correspondant au plus près, sans partie hors sujet, ni partie écourtée ou oubliée, en faisant attention au pluriel (illustrations, applications...).

Remarques regroupant les leçons 3 ; 11 ; 15 ; 16 ; 17 ; 19 ; 24 ; 25 ; 30 et 37 : ces leçons ne sont pas des séances de travaux pratiques, juxtaposant des expériences. Les expériences doivent s'articuler dans une

progression de savoirs et de savoir-faire à acquérir à un niveau donné.

Remarques regroupant les leçons traitant des concepts thermodynamiques, cinétiques ou de la description microscopique de la matière : une leçon ne peut être constituée uniquement de calculs formels, ne présentant que des modèles théoriques déconnectés de toute réalité et sans illustrations pratiques.

Quelques candidats restent dans le domaine théorique en utilisant des composés virtuels M, L, ML ou des réactions du type :  $A + B = C + D$ .

### **Conclusion**

La chimie est présente dans de nombreux aspects de la vie quotidienne. Elle est aussi au cœur de nombreuses questions de société, dans les domaines notamment du développement durable et des enjeux énergétiques.

De nombreux candidats, en faisant preuve d'une bonne maîtrise des fondamentaux de cette discipline, ont pu montrer qu'ils en comprenaient aussi les enjeux ; le jury les félicite. Il espère que les commentaires de ce rapport aideront les autres et les futurs candidats à réussir cette épreuve.

## **Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »**

### **Modalités de l'épreuve**

Chaque candidat doit traiter le sujet suivant : **à partir d'activités prenant appui sur le sujet de votre leçon et qui pourraient être mises en œuvre par des élèves ou par leur professeur de sciences physiques, illustrer la compétence : « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable ».**

La préparation de l'exposé doit être réalisée pendant les quatre heures de préparation qui précèdent la leçon de chimie.

Les candidats disposent de dix minutes pour présenter leur exposé au jury ; cet exposé est suivi d'un entretien de dix minutes.

Cette épreuve se déroule après cinq minutes de pause à l'issue de la leçon de chimie et de l'entretien correspondant.

### **Notes**

L'épreuve est notée sur cinq points. Les candidats ayant obtenu des notes de 1 ou 2 sur 5 ont bien souvent réalisé des présentations improvisées, non structurées, abrégées ou qui révélaient une réflexion trop superficielle sur la compétence 1.

### **L'exposé du candidat**

Au travers de l'exposé, le jury vérifie que le candidat a conduit une réflexion sur le métier qu'il exerce ou qu'il souhaite exercer, sur les valeurs et les responsabilités qui y sont attachées, sur son rôle et sa place au sein du système éducatif. Dans sa manière de s'adresser au jury lors de son exposé liminaire, le candidat doit absolument éviter de donner l'impression de « dérouler » un discours appris par cœur et prétendument transposable à toutes les situations. Ainsi, le candidat peut, par exemple :

- partir de la compétence 1 pour mettre en regard l'action du professeur avec les obligations légales et morales de tout agent public ; préciser les responsabilités que le professeur doit assumer dans et hors de la classe vis-à-vis des élèves qui lui sont confiés et illustrer son propos à l'aide d'exemples d'activités empruntés au thème de la leçon abordée ;
- s'appuyer sur des activités ancrées dans le thème de la leçon pour élargir progressivement son propos aux éléments de la compétence 1. La correction de la langue, la clarté du propos, l'honnêteté intellectuelle ainsi que l'expression d'une grande sincérité dans les convictions contribuent évidemment à disposer favorablement le jury.

Le jury attire l'attention des candidats sur les points suivants :

- trop d'exposés sont centrés davantage sur les compétences « concevoir et mettre en œuvre son enseignement », « organiser le travail de la classe », « prendre en compte la diversité des élèves » ; cela témoigne d'un manque de préparation et de réflexion pendant l'année sur le sens de la compétence 1 ;
- la partie éthique est peu abordée ou alors de façon trop vague et sans mise en perspective avec le métier de professeur.

### **L'entretien**

Les questions qui font suite à l'exposé permettent au jury d'affiner son opinion sur les arguments avancés par le candidat. Elles peuvent l'amener, dans un premier temps, à demander au candidat de préciser tel ou tel point évoqué lors de son exposé. Elles ont également pour objectif de tester la réflexion du candidat sur l'éthique et de la responsabilité du professeur dans l'exercice de son métier. Les questions posées au candidat, même si elles peuvent paraître parfois pointues, n'ont pas pour but de le mettre en difficulté sur la connaissance de telle ou telle circulaire, ni de vérifier sa conformité à telle ou telle mode intellectuelle ou

idéologique concernant l'éducation, mais plutôt de tester sa capacité à organiser une analyse, à conceptualiser une question, à repérer les ressources en matière d'information... Lors de cet entretien, le candidat doit faire preuve à la fois de capacité d'écoute et de réactivité. Il peut aussi élargir son propos, par exemple, à des situations liées aux sciences en général et pas seulement à la chimie, à des problématiques liées à la vie de l'établissement et pas uniquement au travail dans la classe.

## Conclusion

Ce que le jury attend :

- Le candidat doit mener une réflexion sur la compétence 1 illustrée par des activités liées à la leçon et ne pas se contenter d'un exposé censé convenir à tous les thèmes. Une partie des quatre heures de préparation doit ainsi être réservée à la construction d'un exposé structuré et argumenté.
- Le candidat doit faire preuve d'ouverture et d'esprit d'analyse, lors de l'entretien, pour conduire un dialogue nourri et réflexif avec le jury.
- Le candidat doit utiliser judicieusement son temps de parole : l'exposé ne doit être ni lapidaire, ni constitué de peu d'éléments développés exagérément et de façon répétitive.

Ce que l'épreuve n'est pas :

- une compilation de textes administratifs, déconnectés de la pratique professionnelle, à réciter devant le jury ;
- un prolongement des aspects pédagogiques de la leçon sans aucun lien avec la compétence 1 ;
- un exposé abstrait sans illustrations.

Les candidats sont invités à se tenir informés des évolutions du système éducatif en consultant, en particulier :

- le Bulletin officiel de l'éducation nationale ;
- le site du ministère de l'éducation nationale ;
- le site Eduscol.

## Rapport sur le montage de physique

### Introduction

Les expériences sont au fondement des sciences physiques et les capacités expérimentales doivent donc faire partie du bagage de tout physicien. Hélas, les candidats, qui ont plutôt de bonnes connaissances théoriques, sont bien souvent désarmés devant la pratique, si bien qu'ils redoutent l'épreuve de montage.

Cette année, le jury a cependant pu assister à d'excellents montages combinant des expériences choisies avec pertinence, des manipulations soignées et des analyses correctes des résultats. Globalement, le jury a d'ailleurs constaté une amélioration de la moyenne des prestations. Malheureusement, le jury a encore assisté à trop de prestations faibles, soit par méconnaissance de la nature de l'épreuve, qui ne doit pas être confondue avec une leçon ou un « TP-cours », soit parce que les manipulations expérimentales proposées sont mal maîtrisées ainsi que, trop souvent, les notions associées, soit enfin parce que les expériences choisies ou leurs interprétations sont hors sujet.

Ce rapport a pour objectif d'aider les candidats à se préparer à cette épreuve en donnant des indications générales ainsi que des remarques spécifiques aux différents sujets de montage.

### Déroulement de l'épreuve

Le montage de physique est la seule épreuve où le candidat a le choix entre deux sujets. Une fois ce choix effectué, il n'est pas possible de revenir en arrière. Le candidat dispose ensuite de 4 heures pour monter des dispositifs expérimentaux et réaliser des mesures illustrant le thème choisi.

A l'issue de cette préparation, la présentation devant le jury dure 40 minutes. Ce temps doit être utilisé à réaliser des mesures quantitatives et à analyser la pertinence des résultats obtenus dans le cadre du thème choisi. Durant la présentation, le jury peut être amené à se déplacer pour voir de plus près les expériences réalisées par le candidat, qui ne doit pas pour autant s'interrompre dans sa présentation.

Au terme de l'exposé, le jury interroge le candidat au sujet :

- de ses choix de protocoles expérimentaux et du matériel utilisé ;
- de ses mesures et des analyses effectuées ;
- de ses interprétations en lien avec le thème du montage.

Ces questions visent à évaluer, outre la compréhension des phénomènes physiques impliqués, les capacités du candidat à réaliser des mesures correctes et à les interpréter.

### L'épreuve de montage

Cette épreuve nécessite une **approche expérimentale** des phénomènes étudiés. Contrairement à l'épreuve de leçon, les lois physiques n'ont pas à être démontrées.

En revanche, les points suivants sont exigés:

**1 – Vérifier l'homogénéité des relations utilisées.**

**2 – Connaître les domaines de validité** des lois utilisées car ils conditionnent les choix des protocoles expérimentaux ainsi que la discussion des valeurs obtenues lors des mesures.

Cette question de la validité des hypothèses utilisées dans l'établissement d'une loi physique au regard des expériences réalisées est parfois cruciale dans la discussion des résultats obtenus.

**3 – Prévoir les ordres de grandeur**, contrôler les puissances de 10 ; ceci peut servir de garde-fou par la suite.

**4- Maîtriser les protocoles** utilisés pour les mesures et manipulations effectuées pendant la préparation, en les complétant lors de la présentation, dans des conditions identiques afin d'en montrer la compatibilité.

**5 –Faire l'analyse critique des valeurs mesurées**, analyse incluant une **étude des erreurs systématiques éventuelles et des incertitudes** ; les résultats doivent être discutés et comparés, si possible, à des valeurs tabulées ou attendues, ou à défaut à une évaluation de l'ordre de grandeur attendu.

**6 – Effectuer une ou plusieurs mesures devant le jury, et situer ces mesures par rapport à celles**



### **faites en préparation.**

L'utilisation des mesures réalisées devant le jury est primordiale. Certains candidats, trop nombreux, se contentent de présenter le principe d'une mesure, sans la réaliser et exploitent ensuite uniquement les résultats obtenus en préparation. Le jury n'en tient alors pas compte.

A cette fin, il est conseillé de choisir un point situé dans l'intervalle d'étude utilisé en préparation, plutôt qu'un point extérieur.

**7 – Conclure** quant à la validité de l'expérience réalisée.

## **Remarques générales issues des observations du jury de la session 2012**

### **Choix des expériences**

#### **Comment choisir les expériences ?**

Les candidats sont libres de choisir les expériences illustrant le sujet retenu. Il n'existe pas d'expérience « incontournable ». Par ailleurs, la multiplication des manipulations peut s'avérer dangereuse. Mieux vaut deux expériences pertinentes bien réalisées et bien exploitées que quatre inabouties. En revanche, trop d'expériences sont systématiquement utilisées (voire usées) dans plusieurs montages (4, 5 ou plus), sans aucun effort d'adaptation au sujet. Certains candidats semblent avoir étudié un nombre limité d'expériences passe-partout et ne font que les reproduire, sans en examiner la pertinence dans le cadre du montage préparé.

#### **Peut-on introduire une expérience qualitative ?**

Des expériences qualitatives permettant de mettre en évidence les phénomènes étudiés et de préciser les ordres de grandeurs peuvent servir d'introduction. Il ne faut cependant pas les multiplier sous peine de se ramener à une succession « d'expériences de cours ».

#### **Quels écueils éviter ?**

Certains montages expérimentaux peuvent illustrer des sujets différents. Néanmoins, la reproduction intégrale d'un protocole vu en cours d'année pour telle ou telle expérience n'est pas toujours pertinente. Il faut en particulier prendre soin de choisir les grandeurs physiques mesurées et interprétées en fonction du sujet du montage. Le circuit RC a encore connu une excessive popularité cette année et a été utilisé dans une grande variété de montages allant des régimes transitoires au filtrage de signaux en passant par les mesures électriques. Si ce choix reste possible, il est alors vivement souhaitable qu'une deuxième expérience plus ambitieuse soit présentée.

#### **Comment élargir l'éventail des expériences ?**

La relation science-société apparaît dans les nouveaux programmes de terminale. Cela peut susciter des expériences quantitatives en lien avec l'actualité scientifique et technologique. Par exemple, pourquoi se limiter à l'utilisation de la table à coussin d'air en mécanique, quand tous les appareils photos, téléphones portables ou autres, sont équipés d'accéléromètres sensibles ? On peut aussi penser à exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Les changements de programmes des lycées ont amené l'élaboration de nouvelles ressources didactiques allant dans ce sens ; on peut se reporter aux sites ministériels sur Eduscol.

### **Conduire les 4 heures de préparation**

#### **Visiter les collections :**

Les collections ne se visitent que le jour du tirage au sort. Il est impossible d'y avoir accès entre ce jour et le moment de l'épreuve.

#### **Préparer les expériences :**

La préparation s'effectue avec l'assistance de l'équipe technique. C'est au candidat, et non aux techniciens, de choisir les composants et de réaliser la manipulation des logiciels de traitement de données. Les techniciens peuvent, si nécessaire, réaliser des mesures répétitives pour le candidat en suivant strictement le protocole expérimental (même erroné) établi par celui-ci, et éventuellement saisir les valeurs mesurées.

#### **Valider les résultats :**

Vérifier la pertinence des résultats (Handbook, estimations...) ; préparer les évaluations d'incertitudes.

Les candidats devraient plus souvent consulter les notices et/ou spécifications des appareils ou composants utilisés. Comme on ne dispose pas de la notice de tous les appareils, il leur est donc recommandé de choisir ceux qu'ils connaissent ou ceux dont la notice est disponible.

#### **Préparer le tableau :**

Il faut consacrer une petite partie de la préparation à l'organisation du tableau. Cela permet d'éviter de perdre du temps pendant la présentation (à chercher une valeur tabulée non indiquée sur le tableau par exemple).

Indiquer au tableau le titre et le plan du montage, les expériences choisies, schémas, valeurs numériques, valeurs tabulées, modélisations utilisées, de façon à compléter rapidement quelques points pendant la présentation.

#### **Présentation**

Dans la mesure du possible, les candidats doivent organiser leurs montages de façon à ne pas passer 40 minutes à manipuler des appareils.

Il est également conseillé aux candidats de réserver quelques minutes avant l'arrivée du jury pour reprendre en main le début de la présentation, de manière à débiter celle-ci dans de bonnes conditions.

Le jury rappelle que le tableau ne doit pas être effacé, ni pendant la présentation, ni au moment des questions.

Les salles sont équipées d'ordinateurs reliés à des vidéoprojecteurs, ce qui facilite la présentation des résultats devant le jury.

Le candidat doit expliquer clairement, mais sans digression, le but et le protocole de chaque expérience. Lors de la prise de mesure, il explique au jury comment il est en train de procéder.

#### **Questions de base : comment et pourquoi ?**

Quel que soit le montage, le candidat doit pouvoir justifier ses divers choix, tant du point de vue du matériel que du modèle, et des conditions expérimentales : quels composants, quels appareils de mesures, quels détecteurs, quelles approximations, quelles relations, quelles lois, quelles relations affines, quelles relations linéaires, pourquoi avoir tracé telle variable en fonction de telle combinaison d'autres variables ...

#### **Manipulations et mesures.**

Une connaissance des principes de fonctionnement des appareils utilisés est attendue dans l'épreuve de montage. Notamment, l'utilisation d'un capteur plutôt qu'un autre pour une mesure donnée, ne peut se faire qu'en connaissant leurs caractéristiques : linéarité, temps de réponse, bande passante, saturation éventuelle.

De même, les candidats doivent connaître les unités utilisées y compris la signification d'unités comme le lux.

L'utilisation de « boîtes noires » telles que diverses plaquettes de montages électroniques, spectrophotomètre interfacé sur ordinateur ..., n'est pas à recommander aux candidats qui les découvrent lors de l'épreuve. En effet, on attend que soient connues la signification physique de ces outils, ainsi que l'incidence sur les mesures des divers paramètres, réglables ou non, qui interviennent.

#### **A propos des traitements informatiques.**

Le jury a constaté des progrès dans l'utilisation des logiciels de traitement des données. Cependant, certaines lacunes subsistent : si une FFT est obtenue d'un simple clic, la résolution spectrale est bien souvent confondue avec le déplacement des curseurs « de part et d'autre du pic » et les paramètres d'obtention sont ignorés. Les candidats doivent, en outre, connaître les propriétés élémentaires de la transformée de Fourier discrète pour pouvoir interpréter correctement leurs résultats. Il faut par ailleurs être conscient que, même si le critère de Shannon est respecté, la représentation du signal peut paraître singulièrement déformée si la période d'échantillonnage est mal choisie. Et penser enfin à choisir convenablement le temps d'acquisition et le temps d'échantillonnage.

Lors de l'exposition des résultats obtenus et de leur traitement, l'utilisation de logiciels est souhaitable, à condition qu'elle ne se substitue pas – en termes d'effort et de temps passé – à la physique ; en outre, elle devient **contre-productive lorsque le candidat connaît mal les logiciels qu'il utilise**. La médiation technique ne peut se substituer à l'aisance expérimentale. La plupart des candidats savent désormais faire apparaître sur les graphes obtenus en préparation les points de mesure réalisés devant le jury.

L'acquisition de données sur ordinateur est un outil extrêmement utile, à condition que le signal existe et ait

été identifié à l'aide d'appareils traditionnels (oscilloscope ou autre). On risque autrement de faire de nombreux essais « à l'aveugle » avant d'obtenir un résultat satisfaisant.

### **A propos des expériences d'optique**

Le jury voit encore trop souvent des montages mal alignés avec des images présentant des aberrations. Rappelons que de nombreux bancs d'optique existent dans la collection. Cette remarque s'applique à tous les montages où l'optique est utilisée, pas seulement à ceux qui ont spécifiquement trait à l'optique. D'autre part, il convient de savoir tirer parti des propriétés spécifiques des diodes laser : longueur de cohérence plus petite que celle des lasers He-Ne ; accordabilité, ouverture numérique, effet de seuil (fonctionnement en LED, fonctionnement en laser).

Attention aussi aux lasers dits « non polarisés », dont la polarisation est en fait partielle et fluctuante, ce qui peut conduire à des signaux très fluctuants.

### **A propos de la présentation graphique des mesures**

Le jury attend :

- que les points de mesure soient bien visibles et qu'on ne voit pas seulement les lignes qui les joignent. Penser à représenter les barres d'erreurs ;
- que les points résultant des mesures réalisées devant le jury et ceux obtenus en préparation soient clairement identifiables ;
- que les grandeurs associées aux axes avec leurs unités soient clairement indiquées ;
- que les pentes dans les modélisations affines ou linéaires soient données avec leurs unités.

### **Validation des mesures**

Cette validation suppose 4 étapes ; il faut :

- Vérifier rapidement, avant de se lancer dans un calcul d'incertitude, la pertinence des résultats en contrôlant les ordres de grandeur trouvés et en comparant aux valeurs attendues ; les candidats disposent pour cela, en bibliothèque, d'ouvrages de référence de type Handbook qu'ils doivent utiliser, comme dit plus haut, pour obtenir les valeurs tabulées des grandeurs qu'ils mesurent.
- Rechercher les éventuelles sources de biais systématiques et les discuter.
- Relever toutes les sources d'incertitude, évaluer les plus importantes, de façon à ne pas s'encombrer des parties négligeables.
- Une fois la pertinence de la mesure vérifiée, et les incertitudes significatives identifiées, terminer par l'encadrement quantitatif du résultat.

### **Discussion des incertitudes**

- Les notions de barres d'erreurs, d'incertitudes, d'intervalle de confiance et les hypothèses (indépendance des variables aléatoires, nature statistique des erreurs, absence de biais) qui permettent d'établir les formules utilisées sont globalement mal maîtrisées par la majorité des candidats, ce qui conduit souvent à des évaluations d'incertitudes non pertinentes.
- Ne pas confondre incertitudes et erreurs systématiques. On ne peut espérer diminuer ces dernières en faisant une statistique sur plusieurs mesures. Il faut plutôt chercher à réviser le protocole expérimental.
- Beaucoup de déterminations expérimentales présentent une erreur de pointé qui est souvent prépondérante devant l'incertitude provenant des appareils de mesure. Cette erreur doit donc être évaluée avec soin et le protocole de mesure choisi pour la minimiser.
- Étudier quantitativement si les caractéristiques du protocole utilisé sont dans le domaine de validité du modèle servant à l'interprétation de l'expérience.
- La proportionnalité entre deux grandeurs physiques doit être validée en traçant un graphe et non en calculant une succession de rapports.
- Les discussions sur les intervalles de confiance obtenus par régression à l'aide de calculs sur ordinateur sont les bienvenues ; cependant, l'interprétation des grandeurs statistiques issues des logiciels utilisés ainsi que la notion d'intervalle de confiance doivent être bien maîtrisées.
- Les candidats ne doivent pas surestimer leurs erreurs pour tenter de retrouver une valeur tabulée dans l'intervalle de confiance. Ce camouflage, mal apprécié du jury, ne traduit pas la démarche scientifique attendue.

## Commentaires sur certains montages

### 1 Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.

Il faut bien différencier mécanique du point et mécanique du solide pour valider un modèle théorique. Les trois aspects de l'intitulé sont d'égale importance. Les systèmes isolés ou pseudo-isolés ne sont pas les seuls pouvant illustrer ce montage. On se reportera aussi au paragraphe (ci-dessus) « *Comment élargir l'éventail des expériences* » (accéléromètres des appareils grand public, effet Doppler...)

### 2 Phénomènes de surface.

La tension superficielle (intitulé 2010) n'est pas le seul phénomène de surface pouvant être mis en évidence.

### 3 Dynamique des fluides.

Comme recommandé par les précédents rapports, les candidats pensent à évaluer le nombre de Reynolds mais les conclusions qu'ils en tirent sont souvent incomplètes ou erronées. Rendre l'expérience de l'écoulement de Poiseuille quantitative nécessite certaines précautions. Le principe des anémomètres utilisés doit être connu.

### 4 Thermométrie.

Ce montage est trop souvent réduit à un catalogue de capteurs thermométriques sans hiérarchie : la notion de points fixes est trop souvent inexploitée, ou mal exploitée. En 2013, il devient « Echelles et mesures de température ». Lors de l'utilisation de thermocouples, il faut en connaître le principe, la température de référence, et le domaine de validité. Ceci vaut aussi pour le montage suivant.

### 5 Transitions de phase.

Ce montage peut et doit être quantitatif. Il faut pour cela avoir bien réfléchi aux conditions permettant d'atteindre l'équilibre thermodynamique. Dans ce domaine, les mesures « à la volée » sont souvent très imprécises. La chaleur latente peut provenir de mesures calorimétriques, pas seulement de la courbe  $p(T)$ .

### 6 Instrument(s) d'optique

Les candidats doivent connaître et comprendre les conditions d'obtention d'images de bonne qualité. Il ne faut pas appliquer sans discernement un protocole trouvé dans un livre. Les conditions de stigmatisme (approché ou rigoureux), les conditions de Gauss, les aberrations géométriques et les aberrations chromatiques ... doivent être connues. Les manipulations proposées doivent illustrer réellement le fonctionnement de l'instrument choisi.

### 7 Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.

Les dispositifs d'interférences sont très divers. En choisir deux bien maîtrisés permet des présentations de qualité sur les cohérences spatiale et temporelle, et une analyse du lien entre les considérations théoriques et les observations expérimentales. Des montages bien réglés et bien utilisés fournissent des résultats quantitatifs précis si le candidat s'y prend bien.

Il ne faut pas confondre les annulations périodiques de contraste obtenues avec un doublet (souvent le doublet jaune du sodium) et la teinte plate de fin de cohérence temporelle due à une trop grande différence de marche. Les battements de contraste donnent des informations sur l'écart de longueurs d'onde entre les 2 raies du doublet, mais ne donnent pas d'information sur la longueur de cohérence de la source lumineuse.

### 8 Diffraction des ondes lumineuses.

La différence entre diffraction de Fraunhofer et diffraction de Fresnel doit être connue, et l'on doit s'assurer que les conditions de Fraunhofer (tant sur l'onde incidente que sur le plan d'observation) sont remplies si l'on utilise les formules associées. Rappelons que les phénomènes de diffraction peuvent s'observer avec d'autres sources lumineuses que des lasers, dont le « speckle » peut parfois nuire à la précision des mesures.

*A propos des réseaux :*

- *Attention aux protocoles de réglages* : alignements (bancs d'optique conseillés), orientation, hauteur, conditions de Fraunhofer.
- *Attention aux conditions de validité des relations employées* : l'angle d'incidence n'est pas toujours nul (par exemple dans la relation de Bragg) ; on peut avoir intérêt, ou pas, à se placer à un minimum de déviation.

### **9 Spectrométrie optique.**

Quel que soit l'appareil de mesure utilisé, notamment le spectromètre à entrée fibrée interfacé avec l'ordinateur, son principe, sa manipulation et sa résolution doivent être connus. Le prisme à vision directe doit être réservé aux observations qualitatives.

### **10 Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.**

Le jury a vu de bons montages sur ce sujet. Cependant, la signification de certains termes comme « lame taillée parallèlement ou perpendiculairement à l'axe » ou encore « lignes neutres », doit être connue.

### **11 Production et analyse d'une lumière polarisée.**

Il est indispensable de différencier, si possible par des expériences, polarisation partielle et polarisation elliptique ; même remarque pour la lumière naturelle et la polarisation circulaire. La loi de Malus peut être réalisée et exploitée avec soin. Il faut connaître le principe de fonctionnement du détecteur utilisé (photodiode, luxmètre).

### **12 Émission et absorption dans le domaine optique.**

Les deux aspects de l'intitulé doivent être abordés. Rappelons que la qualité des mesures dans ce montage est souvent liée à une bonne connaissance des spectromètres utilisés.

### **13 Lasers.**

Il est souhaitable de ne pas se limiter à la seule étude de la divergence du faisceau. Des expériences assez simples peuvent être mises en œuvre pour illustrer l'ensemble des propriétés des lasers (outre la directivité, on peut citer la monochromaticité, les notions de modes, les notions d'énergie...). Pour certaines propriétés, les lasers à semi-conducteur présentent une alternative intéressante aux lasers à gaz. L'apparition des tavelures (speckle) doit être bien expliquée.

### **14 Photorécepteurs.**

Ce montage se prête à l'utilisation à la fois de composants fondamentaux et de matériel grand-public (photodiode, cellule solaire, capteur CCD, bolomètre...). Il importe de distinguer les détecteurs photoniques et les détecteurs thermiques, notamment du point de vue de leur réponse spectrale et du temps de réponse. Trop de candidats utilisent une photodiode sans en connaître suffisamment les propriétés. La notion de point de fonctionnement peut être utile pour bien expliquer et justifier un montage avec photodiode. Ne pas confondre une photodiode « nue » avec un « bloc » formé d'une photodiode et d'un circuit de polarisation.

### **15 Production et mesure de champs magnétiques.**

Cette année encore, l'utilisation de la sonde à effet Hall a été mieux maîtrisée et les expériences présentées plus variées. Les différentes stratégies de production de champ magnétique peuvent être mises en regard des applications éventuelles.

### **16 Milieux magnétiques.**

Ne pas se limiter aux milieux ferromagnétiques. L'étude exhaustive du transformateur n'a pas sa place dans ce montage ; cet appareil n'a d'intérêt que dans la mise en évidence des propriétés des ferromagnétiques.

### **17 Métaux.**

Ce montage doit mettre en évidence différentes caractéristiques propres aux métaux (conductivités thermiques et électriques, élasticité...), et leurs liens éventuels. Les mesures doivent être particulièrement soignées. Il est intéressant de montrer la spécificité des valeurs obtenues.

### **18 Matériaux semi-conducteurs.**

La variété des matériaux semi-conducteurs fait qu'il est parfois difficile de savoir quel est le matériau utilisé dans un composant commercial, ou quel est le dopage dans certaines plaquettes. Les candidats mesurent alors des propriétés sans pouvoir les comparer à quoi que ce soit. Il vaut donc mieux utiliser des composants de caractéristiques connues.

### **19 Condensateurs et effets capacitifs. Applications.**

Les expériences ne se réduisent pas à celle du circuit RC ou du condensateur modèle.

### **20 Induction, auto-induction.**

La notion d'inductance mutuelle est souvent oubliée ou mal dégagée, par suite de mauvais choix dans les protocoles expérimentaux.

### **21 Conversion de puissance électrique-électrique.**

Suite aux remarques des années précédentes l'utilisation du régime nominal de fonctionnement a été plus répandue cette session.

Le transformateur n'est pas le seul dispositif pouvant être présenté dans ce montage

### **22 Exemples de conversion électrique mécanique.**

Même si l'étude d'un haut-parleur relève du thème, il existe bien d'autres exemples, et souvent d'intérêt industriel (le moteur électrique est à l'ordre du jour). Il convient d'insister sur l'aspect quantitatif de la conversion électrique-mécanique.

### **23 Capteurs et transducteurs.**

Les notions de temps de réponse des capteurs et de fonction de transfert des transducteurs sont essentielles. On devrait aussi s'intéresser aux qualités de fidélité, sensibilité et justesse qui permettent de transformer ces capteurs en instruments de mesure.

### **24 Mesures électriques (mesure des fréquences exclues).**

Les possibilités d'études offertes par ce montage sont très variées, il ne faut pas se limiter à des mesures au multimètre. Il s'agit plus qu'ailleurs de métrologie ; le choix du candidat doit être argumenté et présenter des articulations logiques ; le souci de la qualité de la mesure doit être clairement exposé.

### **25 Amplification de signaux.**

De nombreux aspects des amplificateurs sont éludés : distorsion, impédance, rendement, en particulier.

### **26 Mise en forme, transport et détection de l'information.**

Comme l'indique son titre, ce montage comporte 3 parties d'égale importance ; il se prête bien à la réalisation d'une chaîne complète traitant des 3 aspects. Il est souhaitable de connaître les différentes solutions technologiques employées dans les applications de la vie quotidienne.

Ce montage ne doit pas se restreindre à la modulation et démodulation d'amplitude. Dans le cas de la démodulation synchrone, le problème de la récupération de la porteuse doit être soigneusement étudié.

Ce montage suppose une connaissance argumentée des choix en radio AM, radio FM, téléphonie mobile...

Il convient aussi de se demander comment passer de l'étude élémentaire d'un signal informatif purement sinusoïdal au cas d'une ou plusieurs conversations téléphoniques par exemple.

Rappelons enfin l'importance des fibres optiques en télécommunications.

### **27 Acquisition, analyse et traitement des signaux.**

Les caractéristiques de la numérisation d'un signal ont été mieux illustrées cette année. L'analyse des signaux ne se limite pas à une FFT sur un oscilloscope. L'aspect traitement du signal est trop souvent absent, notamment le rapport signal/bruit.

### **28 Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).**

La résolution spectrale lors d'une transformée de Fourier discrète n'est pas toujours connue. Même si un stroboscope présente un intérêt pédagogique, il ne saurait être préféré à un fréquencemètre. Lorsqu'on dispose d'une méthode plus précise, l'utilisation du chronomètre n'est pas recommandée.

### **29 Mesure de longueurs.**

Le jury a pu assister à des montages variés et bien structurés, balayant les diverses échelles de longueurs, de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Cependant, les incertitudes, malgré leur importance dans ce montage, sont souvent encore mal gérées et mal hiérarchisées.

### **30 Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).**

Les notions de stabilité, puis de temps de réponse et de précision sont essentielles dans ce montage. Le monde moderne regorge de systèmes asservis et il convient donc d'éviter l'utilisation de « boîtes noires »

présentant des défauts introduits exprès pour qu'on les corrige par asservissement.

Le produit  $\text{Gain} * \text{Bande passante} = \text{constante}$  ne doit pas être attendu aveuglément, les conditions de validité de cette relation doivent être connues et respectées.

### **31 Instabilités et phénomènes non linéaires.**

Les candidats doivent prendre en compte les deux aspects de l'intitulé du montage. Cette année, les présentations se sont trop souvent limitées aux aspects non-linéaires.

### **32 Ondes : propagation et conditions aux limites.**

L'existence de conditions aux limites permet aussi l'apparition de phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, interférence, propagation guidée... La notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

### **33 Ondes acoustiques.**

Le jury attend des notions plus variées que les seules mesures de célérité. On peut penser :

- aux phénomènes de réflexion-transmission, d'interférences et de diffraction, de modes...
- aux notions d'impédance acoustique, de timbre, de hauteur, d'effet Doppler ...
- aux nombreuses applications : instruments de musique, sonar, échographie

### **34 Résonance.**

La résonance ne se limite pas à l'étude du circuit RLC. Les critères de détermination expérimentale de la fréquence de résonance ne sont pas toujours pertinents. Le rapport entre la largeur de la résonance et la durée du transitoire est trop souvent ignoré. La notion de facteur de qualité ou un équivalent est trop souvent absente.

### **35 Oscillateurs auto-entretenus.**

Un oscillateur à quartz serait le bienvenu avec son fort facteur de qualité. Le rôle de la phase pour la détermination de la fréquence d'oscillation est rarement utilisé. Penser aussi aux nombreuses applications.

### **36 Couplage des oscillateurs.**

Les candidats peuvent présenter des systèmes couplés simples, en mécanique, en électricité ... mais il faut analyser correctement les couplages pour éviter une mauvaise utilisation de formules toutes faites.

Le jury met en garde les candidats contre l'utilisation de dispositifs dont la modélisation n'est pas comprise.

### **37 Filtrage de signaux.**

Un filtre RC passif ne permet qu'une présentation parcellaire de la notion de filtrage. Par contre, le clignotement d'une lampe à basse fréquence est un problème réel, qui est un exemple du lien science-société évoqué précédemment. La notion de suiveur, et son utilisation pour transformer un filtre passif en filtre actif est trop souvent méconnue. En optique, un montage de filtrage des fréquences spatiales est bienvenu, mais l'utiliser pour mesurer le pas d'un réseau n'est pas pertinent.

### **38 Régimes transitoires.**

Les régimes transitoires ne se réduisent pas à la relaxation des systèmes linéaires en électricité. Par ailleurs, l'établissement de régimes forcés peut conduire à une physique bien plus variée que le retour à une situation d'équilibre.

### **39 Phénomènes de transport.**

Ce montage est ouvert à de nombreux domaines, pouvant donner lieu à des études comparées ; on pensera à exploiter les régimes transitoires et les régimes permanents.

Le choix des expériences doit veiller à souligner l'aspect transport. Il existe d'autres phénomènes de transport que ceux régis par une équation de type  $\mathbf{j} = \alpha \text{ grad } V$ .

### **40 Phénomènes dissipatifs.**

Ce montage peut donner lieu aux mêmes expériences que le précédent (n°39), puisque de nombreux phénomènes de transport sont dissipatifs. Il est toutefois important de remarquer que ce que l'on veut démontrer et mesurer est assez différent.

## **Sujets des épreuves orales de la session 2012**



## Leçons de physique 2012

*Les leçons sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique.*

1. Contact entre deux solides. Frottement de glissement. Applications au glissement et au roulement.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre. Conséquences.
3. Mouvement d'un solide autour d'un axe fixe. Équilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Exemples d'utilisation des lois de conservation en dynamique des systèmes.
6. Principes de la cinématique relativiste. Conséquences.
7. Dynamique relativiste. Exemples.
8. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux. Nombre de Reynolds. Exemples simples.
9. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
10. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides : applications.
11. Modèle du gaz parfait.
12. Fonctions d'état caractéristiques d'un système à l'équilibre thermodynamique. Identités thermodynamiques. Applications.
13. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé. Potentiels thermodynamiques. Exemples.
14. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
15. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
16. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
17. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
18. Introduction au facteur de Boltzmann à partir d'un exemple au choix.
19. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application aux transferts thermiques radiatifs.
20. Phénomènes de transport. Illustration(s).
21. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
22. Induction électromagnétique. Applications.
23. Résonance magnétique. Exemples et applications.
24. Systèmes bouclés. Applications.
25. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale. Exemples et applications.
26. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
27. Ondes acoustiques dans les fluides.
28. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe. Paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
29. Propagation guidée. Exemples et applications.
30. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisation microscopique.
31. Effet de peau. Comportement d'une onde électromagnétique à la surface d'un conducteur.
32. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
33. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat. Exemples.
34. Application des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix.
35. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.
36. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
37. Diffraction de Fraunhofer. Applications.
38. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
39. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement. Caractéristiques et applications.

40. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
41. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
42. Exemples de phénomènes quantiques.
43. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie. Exemples.
44. Effet tunnel. Applications.
45. Le noyau : stabilité, énergie. Applications
46. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique : modes propres. Systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
47. La molécule : stabilité, énergie. Applications.
48. Cohésion de la matière condensée.
49. Chaîne unidimensionnelle infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus.
50. Capacités thermiques : description, interprétations microscopiques.
51. Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.
52. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques. Applications.
53. Mécanismes de la conduction électrique. Loi d'Ohm. Effet Hall. Applications.
54. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
55. Exemples d'effets de non linéarité sur le comportement d'un oscillateur.
56. Illustration de l'intérêt de la notion de symétrie dans différents domaines de la physique.

## Leçons de chimie 2012

*L* : à traiter au niveau des classes du second cycle des lycées : 1ere S, Terminale S (y compris l'enseignement de spécialité), Terminale ST2S.

*CP* : à traiter au niveau des classes préparatoires : MPSI, PTSI, MP, PSI et PT.

1. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (L)
2. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structure - propriétés (nomenclature exclue). (L)
3. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (L)
4. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)
5. Principe et applications de la spectrophotométrie. (L)
6. Équilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (L)
7. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)
8. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L)
9. Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)
10. Estérification et hydrolyse des esters. (L)
11. Saponification des esters ; applications. (L)
12. Synthèse et dosage d'un composé d'usage pharmaceutique. (L)
13. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L)
14. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)
15. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L)
16. Contrôle de qualité de produits de la vie courante. (L)
17. Colorants et pigments : extraction, synthèse, identification. (L)
18. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)
19. Dosages directs et indirects. (L)
20. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)
21. Illustrations expérimentales des relations structure – propriétés des molécules. (CP)
22. Cristaux ioniques : du modèle à la réalité. (CP)
23. Métaux et alliages : structures. (CP)
24. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)
25. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP)
26. Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP)
27. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)
28. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)
29. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène ; illustrations. (CP)
30. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)
31. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (CP)
32. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrometallurgie. (CP)
33. Hydrometallurgie. (CP)
34. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)
35. Applications des courbes intensité-potentiel. (CP)
36. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)
37. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (CP)
38. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales. (CP)
39. Macromolécules. (CP)

## Montages 2012

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Phénomènes de surface.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Instrument(s) d'optique.
7. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
8. Diffraction des ondes lumineuses.
9. Spectrométrie optique.
10. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
11. Production et analyse d'une lumière polarisée.
12. Émission et absorption dans le domaine optique.
13. Lasers.
14. Photorécepteurs.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Condensateurs et effets capacitifs. Applications.
20. Induction, auto-induction.
21. Conversion de puissance électrique-électrique.
22. Exemples de conversion électrique-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques (mesure des fréquences exclue).
25. Amplification de signaux.
26. Mise en forme, transport et détection de l'information.
27. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
28. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
29. Mesure de longueurs.
30. Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).
31. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
32. Ondes : propagation et conditions aux limites.
33. Ondes acoustiques.
34. Résonance.
35. Oscillateurs auto-entretenus.
36. Couplage des oscillateurs.
37. Filtrage de signaux.
38. Régimes transitoires.
39. Phénomènes de transport.
40. Phénomènes dissipatifs.

## **Sujets des épreuves orales de la session 2013**

## Leçons de physique 2013

*Les leçons sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques ou au niveau de la licence de physique.*

1. Contact entre deux solides. Frottement de glissement. Applications au glissement et au roulement.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre. Conséquences.
3. Mouvement d'un solide autour d'un axe fixe. Équilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Exemples d'utilisation des lois de conservation en dynamique des systèmes.
6. Principes de la cinématique relativiste. Conséquences.
7. Dynamique relativiste. Exemples.
8. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux. Nombre de Reynolds. Exemples simples.
9. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide ; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
10. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides : applications.
11. Gaz parfait, gaz réels.
12. Fonctions d'état caractéristiques d'un système à l'équilibre thermodynamique. Identités thermodynamiques. Applications.
13. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé. Potentiels thermodynamiques. Exemples.
14. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
15. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
16. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
17. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
18. Étude statistique d'un système en contact avec un thermostat. Probabilité canonique. Applications.
19. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application(s).
20. Exemple de phénomène de transport. Illustration(s).
21. Flux conductifs, convectifs, radiatifs. Exemples de bilan thermique en régime stationnaire.
22. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
23. Induction électromagnétique. Applications.
24. Résonance magnétique. Exemples et applications.
25. Rétroaction et oscillations. Exemples en physique.
26. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale. Exemples et applications.
27. Exemples de phénomènes de propagation unidimensionnels. Ondes progressives, ondes stationnaires. Aspects énergétiques.
28. Ondes acoustiques dans les fluides.
29. Propagation dans un milieu dispersif : vitesse de phase, vitesse de groupe. Paquets d'ondes planes et évolution. Exemples.
30. Propagation guidée. Exemples et applications.
31. Dispersion et absorption d'une onde électromagnétique plane dans un milieu diélectrique. Modélisation microscopique.
32. Effet de peau. Comportement d'une onde électromagnétique à la surface d'un conducteur.
33. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
34. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat. Exemples.
35. Applications des lois de l'optique à l'étude d'un instrument d'optique au choix.
36. Obtention d'interférences à deux ondes en optique. Notion de cohérence.
37. Interféromètres à division d'amplitude. Applications.
38. Diffraction de Fraunhofer. Applications.

39. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
40. Absorption, émission spontanée ou induite du rayonnement. Caractéristiques et applications.
41. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
42. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
43. Exemples de phénomènes quantiques.
44. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie. Exemples.
45. Effet tunnel. Applications.
46. Le noyau : stabilité, énergie. Applications.
47. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique : modes propres. Systèmes à deux niveaux d'énergie en physique quantique. Analogies et différences.
48. La molécule : stabilité, énergie. Applications.
49. Chaîne unidimensionnelle infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus.
50. Capacités thermiques : description, interprétations microscopiques.
51. Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.
52. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques. Applications.
53. Mécanismes de la conduction électrique. Loi d'Ohm. Effet Hall. Applications.
54. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
55. Exemples d'effets de non linéarité sur le comportement d'un oscillateur.
56. Illustration de l'intérêt de la notion de symétrie dans différents domaines de la physique.

## Leçons de chimie 2013

Les leçons (L) sont à traiter au niveau des classes de seconde générale et technologique, première S, terminale S (y compris l'enseignement de spécialité), première et terminale STI2D, première et terminale STL (spécialité SPCL), première et terminale ST2S.

Les leçon (CP) sont à traiter au niveau des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles MPSI, PTSI, TSI1 (classes de première année) et MP, PSI, PT, TSI2 (classes de deuxième année).

1. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (L)
2. Le squelette carboné des hydrocarbures : relation structure - propriétés (nomenclature exclue). (L)
3. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)
4. Principes et applications de la spectrophotométrie. (L)
5. Équilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (L)
6. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)
7. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L)
8. Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)
9. Estérification et hydrolyse des esters. (L)
10. Saponification des esters ; applications. (L)
11. Synthèse et dosage d'un composé d'usage pharmaceutique. (L)
12. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L)
13. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)
14. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L)
15. Contrôle de qualité des produits de la vie courante. (L)
16. Colorants et pigments : extraction, synthèse, identifications. (L)
17. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)
18. Dosages directs et indirects. (L)
19. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)
20. Illustrations expérimentales des relations structure - propriétés des molécules. (CP)
21. Cristaux ioniques : du modèle à la réalité. (CP)
22. Métaux et alliages : structures. (CP)
23. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)
24. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP)
25. Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP)
26. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)
27. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)
28. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène : illustrations. (CP)
29. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)
30. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus).(CP)
31. Lecture et illustration des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (CP)
32. Hydrométallurgie. (CP)
33. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)
34. Applications des courbes intensité - potentiel. (CP)
35. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)
36. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (CP)
37. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales. (CP)
38. Macromolécules. (CP)



## Montages 2013

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Phénomènes de surface.
3. Dynamique des fluides.
4. Échelle et mesures de température.
5. Transitions de phase.
6. Instrument(s) d'optique.
7. Interférences lumineuses ; conditions d'obtention.
8. Diffraction des ondes lumineuses.
9. Spectrométrie optique.
10. Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire.
11. Production et analyse d'une lumière polarisée.
12. Émission et absorption dans le domaine optique.
13. Lasers.
14. Photorécepteurs.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Effets capacitifs. Applications.
20. Induction, auto-induction.
21. Conversion de puissance électrique-électrique.
22. Exemples de conversion électrique-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques (mesure des fréquences exclue).
25. Amplification de signaux.
26. Mise en forme, transport et détection de l'information.
27. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
28. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
29. Mesure de longueurs.
30. Systèmes bouclés (oscillateurs exclus).
31. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
32. Ondes : propagation et conditions aux limites.
33. Ondes acoustiques.
34. Résonance.
35. Oscillateurs auto-entretenus.
36. Couplage des oscillateurs.
37. Filtrage des signaux.
38. Régimes transitoires.
39. Phénomènes de transport.
40. Phénomènes dissipatifs.