

# Sommaire

1. Composition du jury
2. Avant-propos et informations statistiques
3. Réglementation
4. Distributions des notes aux épreuves écrites et orales
  - Épreuves écrites : distribution des notes de l'ensemble des candidats
  - Épreuves écrites : distribution des notes des candidats admissibles
  - Épreuves orales : distribution des notes des candidats admissibles
5. Enoncé de la composition de physique
6. Rapport relatif à la composition de physique
7. Enoncé de la composition de chimie
8. Rapport relatif à la composition de chimie
9. Enoncé du problème de physique
10. Rapport relatif au problème de physique
11. Déroulement des épreuves orales
12. Enoncé des sujets des épreuves orales de la session 2009
13. Rapport sur la leçon de physique
14. Rapport sur la leçon de chimie
15. Rapport sur le montage de physique
16. Sujets des épreuves orales de la session 2010
17. Sujets de l'épreuve de montage de la session 2011

# 1. Composition du jury

<b>FABRE Claude (M)</b>	<i>Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie - Paris 6 Président du Jury</i>
<b>SECRETAN Daniel</b>	<i>Inspecteur Général de l'Education Nationale Vice-Président du Jury</i>
<b>DANIEL Jean-Yves</b>	<i>Inspecteur Général de l'Education nationale Vice président du jury</i>
<b>BOUGAULT Catherine Grenoble</b>	<i>Maître de conférences à l'Université Joseph Fourier de Grenoble</i>
<b>BOURSIER Corinne</b>	<i>Maître de conférences à l'Université Pierre et Marie Curie</i>
<b>CAVAILLES Aristide</b>	<i>Professeur au lycée Chaptal</i>
<b>CHAPUIS Claude</b>	<i>PRAG à l'Université de Versailles</i>
<b>CHIREUX Véronique</b>	<i>Professeur au lycée Joffre de Montpellier</i>
<b>CHOIMET Nicolas</b>	<i>Professeur au Lycée Montaigne à Bordeaux</i>
<b>CHOPART Jean-Paul</b>	<i>Professeur à l'Université de Reims</i>
<b>COTE Denis</b>	<i>Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie - Paris 6</i>
<b>DUBOURG Patrick</b>	<i>Professeur au Lycée Montesquieu au Mans</i>
<b>DUPUIS Gérard</b>	<i>Professeur au Lycée Faidherbe à Lille</i>
<b>FAYE Suzanne</b>	<i>Professeur au lycée Chaptal</i>
<b>GUÉRILLOT Annie</b>	<i>Professeur au Lycée Albert Schweitzer à Mulhouse</i>
<b>GUIYOU Marie</b>	<i>Maître de conférences à l'Université de Marne la Vallée</i>
<b>HARE Jean</b>	<i>Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie - Paris 6</i>
<b>LABASTIE Pierre</b>	<i>Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse</i>
<b>LEBLANC Anne</b>	<i>Professeur au Lycée Marcelin Berthelot à St Maur</i>
<b>LOUNIS Brahim</b>	<i>Professeur à l'Université de Bordeaux 1</i>
<b>MICHEL Olivier</b>	<i>Professeur à l'Université de Nice</i>
<b>MONANGE Alain</b>	<i>Professeur au Lycée Paul Cézanne à Aix-en-Provence</i>
<b>SANZ Marie-Noëlle</b>	<i>Professeur au Lycée Saint Louis à Paris</i>
<b>VIGNERON Michel</b>	<i>Inspecteur Pédagogique Régional, Académie de Versailles</i>

## 2. AVANT-PROPOS

### ET INFORMATIONS STATISTIQUES

	2009	2008	2007	2006
Inscrits	1455	1591	1691	1785
Présents aux trois épreuves	663	748	815	853
<b>Admissibles</b>	<b>255</b>	<b>253</b>	<b>289</b>	<b>290</b>
Barre d'admissibilité	50,2/120	53/120	51,8/120	52/120
Moyenne générale du candidat classé premier	16,54/20	18,35/20	17,76/20	19,02/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	9,85/20	10,1/20	9,99/20	9,95/20
<b>ADMIS</b>	<b>112</b>	<b>112</b>	<b>135</b>	<b>135</b>

Le nombre de postes mis au concours en 2009 était égal à celui de 2008, soit 112. On note une réduction appréciable du nombre de candidats inscrits et du nombre de candidats présents aux trois épreuves. L'incertitude sur le nombre de postes et sur l'avenir du système français de recrutement des professeurs y a certainement contribué. Néanmoins le niveau des admis est identique à celui des années précédentes, comme l'atteste le fait que la barre d'admission reste à peu près constante aux alentours de 10/20.

Nature de l'épreuve écrite	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	7,47	12,15
Composition de chimie	8,16	12,49
Problème de physique	6,44	10,51

Les épreuves écrites, pour lesquelles on trouvera la distribution des notes dans la suite du rapport, ont permis de faire une première sélection sur les connaissances des candidats en physique et en chimie et leur capacité à résoudre des questions nouvelles liées aux récents développements de la science et de la technologie. Les sujets d'écrit cherchent à tester de manière progressive les qualités des candidats, et comportent une partie appréciable de questions qui sont à la portée de tout étudiant ayant réussi un M1. Si le jury a apprécié l'excellent niveau en physique et chimie d'un grand nombre de candidats et les remarquables performances de certains d'entre eux, il a aussi constaté, comme chaque année, un nombre important de copies très insuffisantes, qui témoignent du manque de préparation de certains candidats.

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Ecart-type
Leçon de physique	8,73/20	4,62
Leçon de chimie	8,7/20	3,97
Montage de physique	8,33/20	4,17

Les épreuves orales ont pour but de tester les aptitudes théoriques, pratiques et pédagogiques des candidats, mais aussi leur « charisme », c'est-à-dire leur aptitude à faire passer auprès des élèves leur enthousiasme pour les sciences physiques, à les passionner, à éveiller leur curiosité pour les sciences en général, à leur donner le goût de l'expérience, de la technologie, et si possible, à éveiller des vocations. Le jury est attentif à l'ensemble de ces éléments, et ne s'attend donc pas à ce que les candidats reproduisent un quelconque « modèle » pré-établi de leçon ou de montage pour chacun des sujets proposés. Il est prêt à récompenser l'initiative et la prise de risque, pourvu que la présentation soit rigoureuse, claire, et dans le sujet.

Les leçons doivent être traitées à un niveau donné : la Licence pour la physique, et un niveau indiqué pour chaque leçon pour la chimie. Le candidat doit donc faire un exposé qui suppose que son auditoire possède les connaissances correspondantes, mais sans nécessairement s'astreindre à suivre au pied de la lettre le programme de la classe indiquée. En effet les programmes changent au cours des années, et un professeur agrégé doit pouvoir s'adapter à leur évolution. En physique, il peut s'il le désire dépasser ce niveau dans une partie de son exposé, mais en s'efforçant de rester simple et compréhensible pour un étudiant en licence ou en classe préparatoire.

Les candidats utilisent en général avec compétence et à propos les outils informatiques mis à leur disposition, notamment la banque de documents graphiques et de séquences vidéo. Mais l'outil informatique n'est pas sans danger : un logiciel de traitement de données ou de traçage de courbes n'apporte un supplément à la prestation d'un candidat que s'il est vraiment maîtrisé. Dans le cas contraire, il risque de lui faire perdre un temps précieux. Les candidats ont aussi la possibilité d'utiliser une caméra vidéo orientable (flexcam) pour projeter sur un écran le déroulement d'une expérience de petite taille difficile à voir de loin. Cet outil extrêmement utile est encore insuffisamment utilisé.

Il est enfin vivement recommandé aux candidats de lire avec attention les commentaires figurant dans les rapports successifs du jury avant de commencer à préparer leur épreuve, notamment les commentaires spécifiques au sujet qu'ils ont tiré. Ils y puiseront un ensemble de recommandations très utile pour leur préparation.

## Éléments statistiques

### Répartition par date de naissance des candidats

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1987	10	5
1986	66	40
1985	72	40
1984	32	12
1983	10	4
1982	8	2
1981	1	1
1980	7	1
1979	7	0
1978	5	1
1977	5	1
1976	2	1
1975	7	0
1974	4	2
1973	5	1
1972	3	1
1968 à 1971	5	0
antérieure à 1968	6	0

### Répartition par titres et diplômes

Titre ou diplôme	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Doctorat		
DEA ou M2		
Ingénieur , diplôme grande école		
M1 ou équivalent		
CAPES, CAPLP		
Autres		

*Répartition par profession*

<b>Profession</b>	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Etudiant	118	57
Elèves d'une ENS	55	40
Elève IUFM 1 <sup>ère</sup> année	20	3
Certifiés et PLP stagiaires	20	2
Enseignant MEN	30	4
Autres ministères	1	0
Hors fonct publique/sans emploi	3	3
Autres	8	3

*Répartition par sexe*

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
<b>Homme</b>	164	69
Femme	91	43

On constate que la plupart des candidats admis ont passé l'agrégation juste après le M1. L'agrégation externe permet donc de recruter effectivement de jeunes enseignants (94% ont moins de 30 ans). La proportion des femmes admises a encore augmenté cette année et atteint 38%.

Le jury a le plaisir, cette année comme les années précédentes, d'accueillir au sein du corps des agrégés de très bons physiciens/chimistes, qui dominant à l'évidence leur matière et qui savent présenter avec talent un sujet donné. Ces excellents enseignants nouvellement recrutés ont toutes les qualités nécessaires pour transmettre aux nouvelles générations leur passion pour les sciences physiques.

Le Président du jury

## 03. REGLEMENTATION

### Programme

Il est identique à celui de la session 2008

#### Programme des épreuves écrites:

Epreuve A (composition de physique) : voir le [BO n°25 du 19/6/97](#)

Epreuve B (composition de chimie) : voir le [BO spécial n°13 du 30/05/2002](#)

Epreuve C (problème de physique) : voir le [BO n°25 du 19/6/97](#)

Le programme des classes préparatoires auquel il est fait référence est celui défini par les BO suivants :

-classes de MPSI, PCSI, PTSI : [BO hors série n°5 du 28/8/2003](#)

-classes de MP, PC, PT, PSI : [BO hors série n°6 du 16/9/2004](#)

-classes de BCPST1 : [BO hors série n°3 du 26/6/2003](#)

-classes de BCPST2 : [BO hors série n°3 du 29/4/2004](#)

#### Programme des épreuves orales

Voir le [BO spécial n°7 du 1/7/2004](#)

### Epreuves :

Les épreuves écrites comportent :

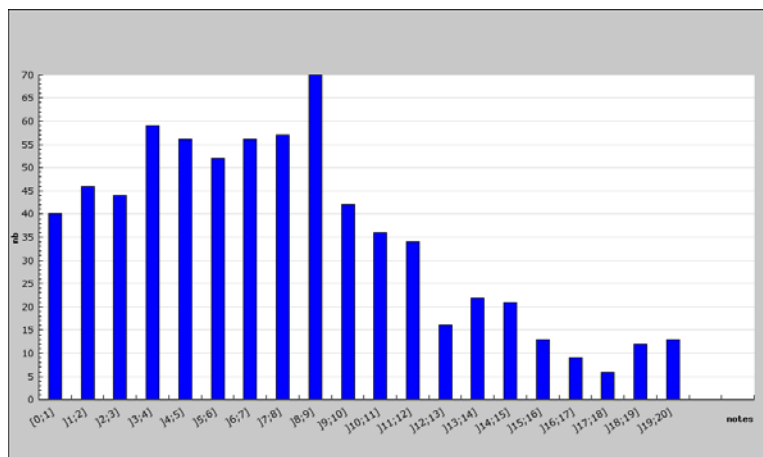
- Une composition de physique de durée 5 h (coefficient 2)
- Une composition de chimie de durée 5 h (coefficient 2)
- Un problème de physique de durée 6 h (coefficient 2)

Les épreuves orales comportent :

- Une leçon de physique (coefficient 4)
- Une leçon de chimie (coefficient 3)
- Un montage de physique (coefficient 3)

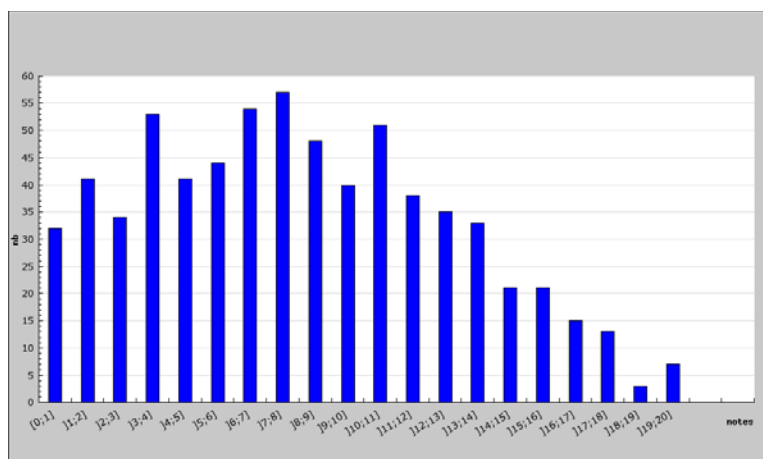
## 4-1 Distribution des notes pour l'ensemble des candidats aux épreuves écrites

### Composition de physique



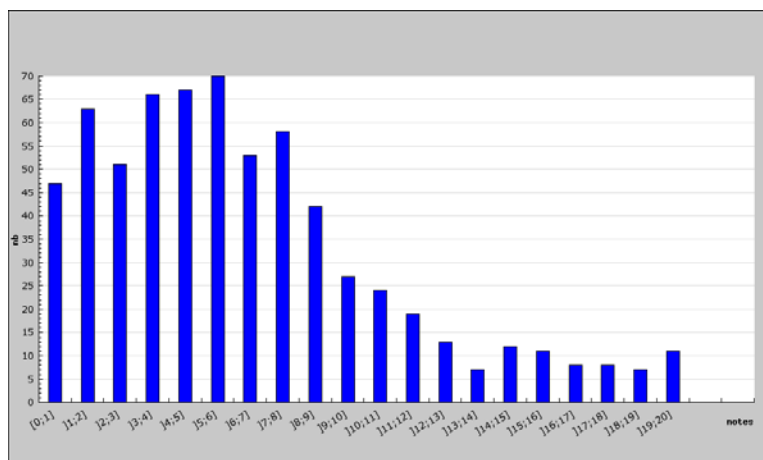
<b>Moyenne :</b>	7.47
<b>Ecart-type :</b>	4.68

### Composition de chimie



<b>Moyenne :</b>	8.16
<b>Ecart-type :</b>	4.64

### Problème de physique

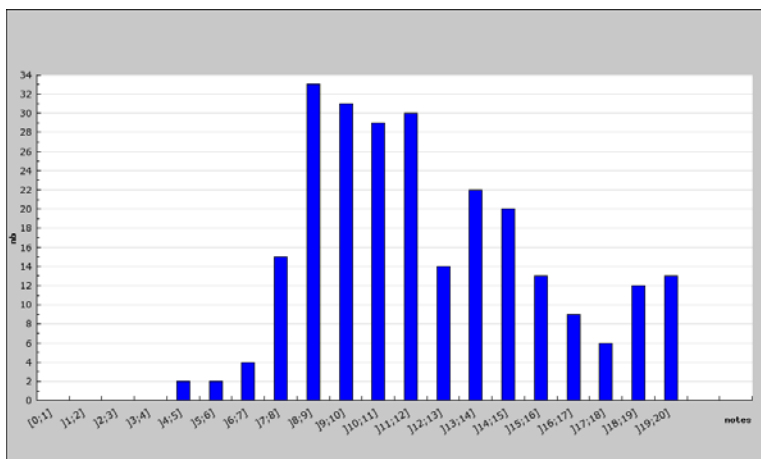


<b>Moyenne :</b>	6.44
<b>Ecart-type :</b>	4.53



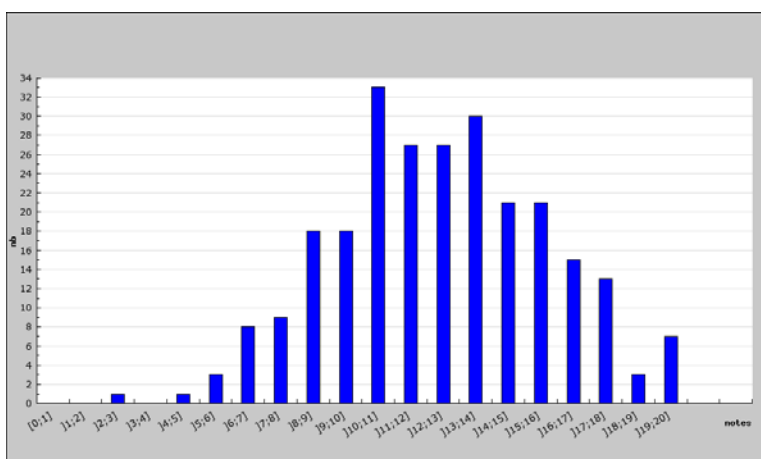
## 4-2 Distribution des notes pour les candidats admissibles aux épreuves écrites

### Composition de physique



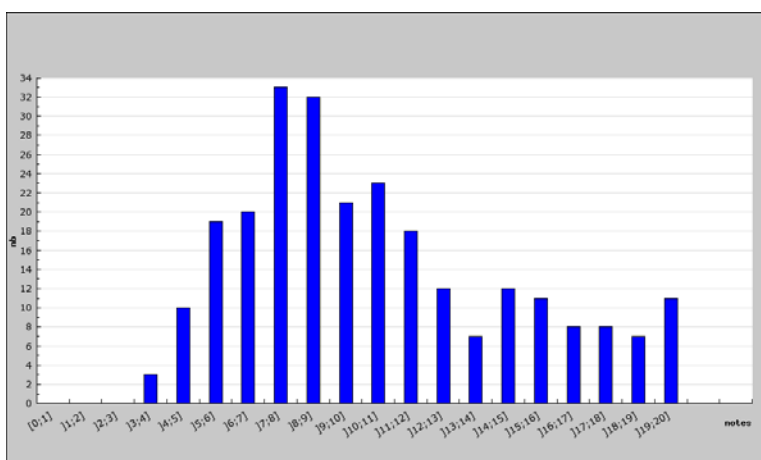
<b>Moyenne :</b>	12.15
<b>Ecart-type :</b>	3.54

### Composition de chimie



<b>Moyenne :</b>	12.49
<b>Ecart-type :</b>	3.28

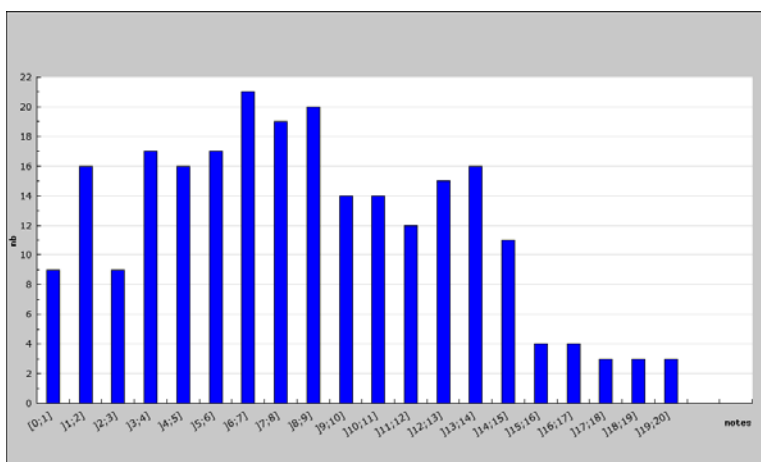
### Problème de physique



<b>Moyenne :</b>	10.51
<b>Ecart-type :</b>	4.16

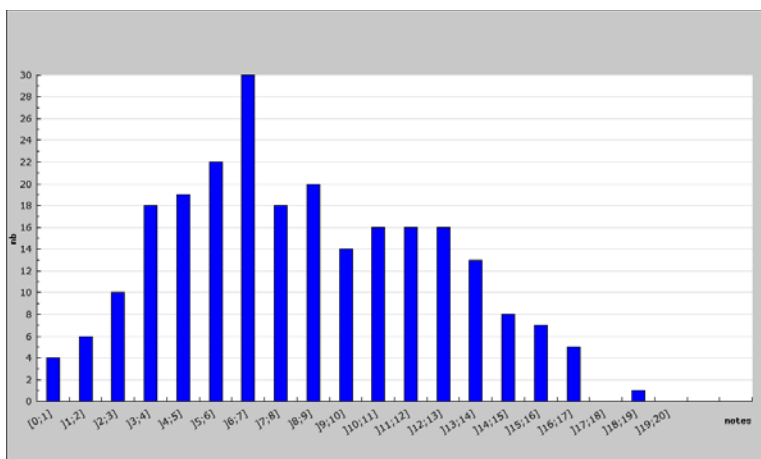
## 4-3 Distribution des notes aux épreuves orales

Distribution des notes d'oral des candidats admissibles pour la leçon de physique



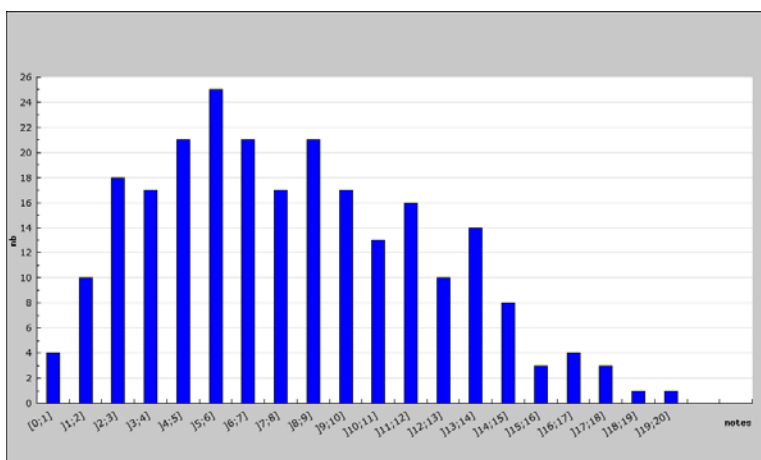
<b>Moyenne :</b>	8.73
<b>Ecart-type :</b>	4.62

Distribution des notes d'oral des candidats admissibles pour la leçon de chimie



<b>Moyenne :</b>	8.7
<b>Ecart-type :</b>	3.97

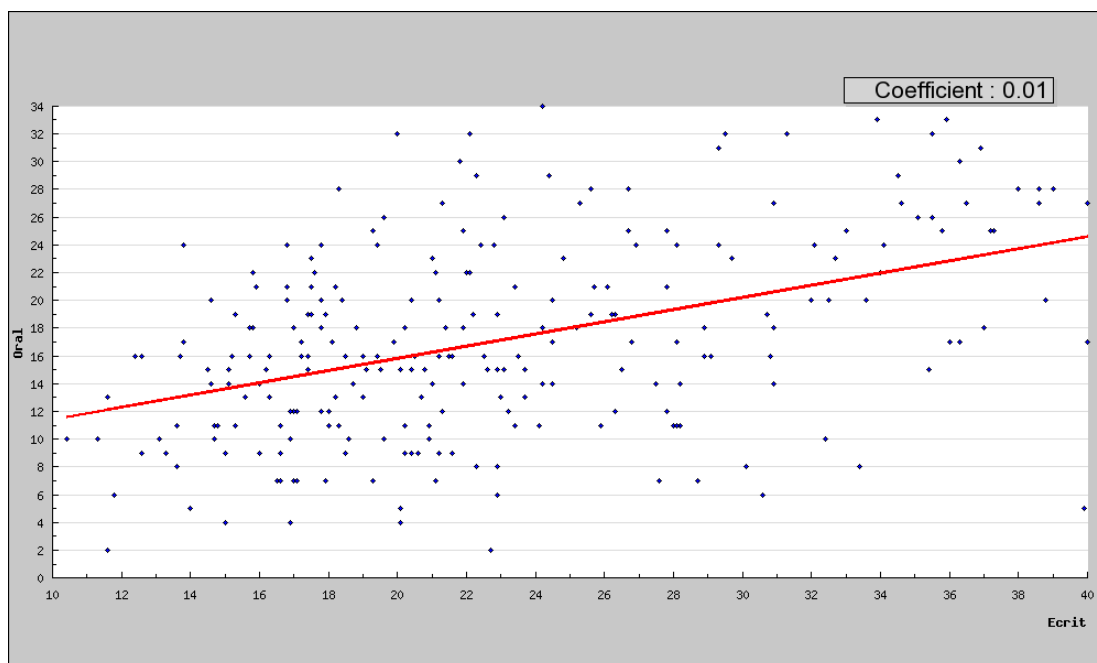
Distribution des notes d'oral des candidats admissibles pour le montage



<b>Moyenne :</b>	8.33
<b>Ecart-type :</b>	4.17

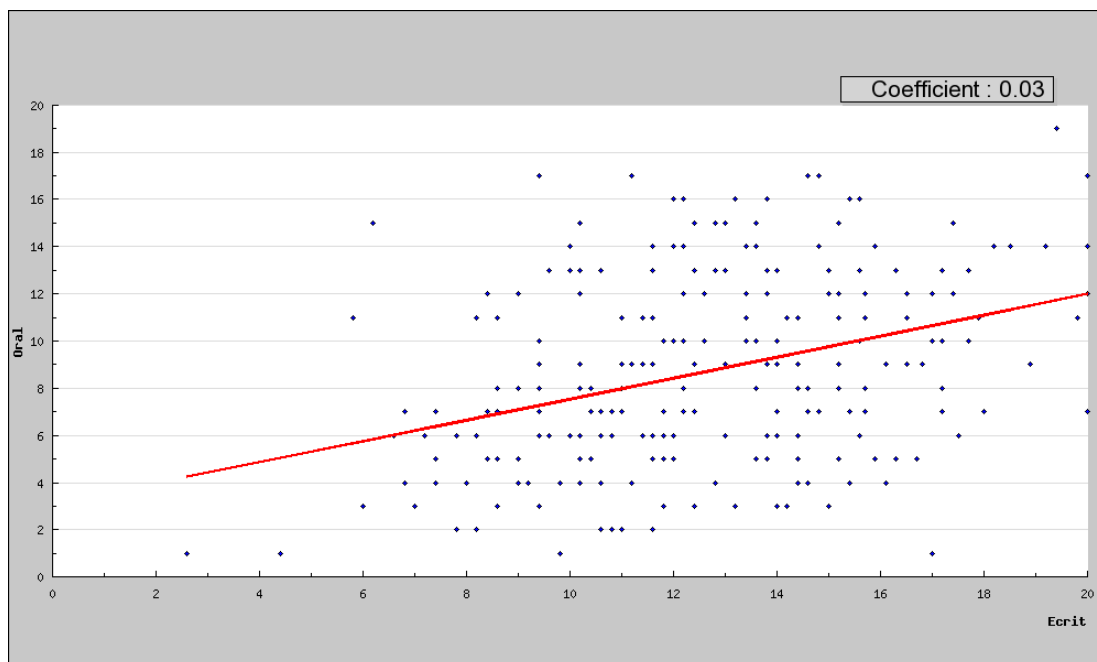
## 4-4 Corrélation épreuves écrites / épreuves orales

Composition de physique + Problème de physique / Leçon de physique + Montage



Coefficient : coefficient de corrélation

Composition de chimie / Leçon de chimie



Coefficient : coefficient de corrélation

## 6 Rapport sur la composition de physique 2009

La composition de physique porte sur quelques aspects de la physique des instruments de musique. Elle comporte quatre parties indépendantes :

- La première partie présente un modèle simple d'instrument à corde basé sur l'étude des cordes vibrantes, les approximations (prise en compte de la pesanteur puis de la raideur de la corde) étant discutées dans les deux dernières questions.
- La deuxième partie généralise à deux dimensions l'étude précédente en s'intéressant aux membranes vibrantes pour l'étude de certains instruments à percussion. Dans ces deux parties, le couplage de la corde ou de la membrane avec l'instrument n'est pas étudié.
- La troisième partie propose une étude simplifiée d'instruments à vent, modélisés par un tuyau sonore, tout d'abord supposé infini, puis de longueur finie.
- Enfin, la dernière partie s'intéresse à la restitution du son par un haut-parleur et à l'onde sonore rayonnée par la membrane de celui-ci.

Les trois premières parties sont basées sur l'étude des ondes mécaniques. Elles font appel à des résultats très généraux sur l'équation d'onde de d'Alembert. La quatrième partie traite d'une application directe du phénomène d'induction électromagnétique. Ces domaines doivent être maîtrisés par de futurs enseignants de Sciences Physiques.

### Remarques générales

Bien qu'un certain nombre de candidats lise attentivement l'énoncé et s'efforce de répondre aux questions telles qu'elles sont libellées, beaucoup de candidats proposent des solutions qui répondent partiellement aux questions ou développent des étapes intermédiaires qui sortent de la procédure de résolution imposée par l'énoncé et relèvent donc du « hors sujet ».

Ce n'est pas au correcteur de chercher le numéro de la question à laquelle répond un candidat, mais au candidat d'indiquer clairement ce qu'il fait et d'indiquer au moment opportun la réponse appropriée. De plus, les réponses doivent être rédigées à l'encre et non au crayon. La précision de la rédaction et la qualité de l'expression sont des qualités que l'on doit retrouver chez un enseignant.

Les applications numériques qui jalonnent l'épreuve rapportent un nombre de points non négligeable à condition qu'elles soient présentées avec un nombre de chiffres significatifs raisonnable et accompagnées d'une unité. De même, les discussions sur l'homogénéité des expressions doivent être traitées avec rigueur et précision. Enfin, une réponse affirmée mais non justifiée n'a aucune valeur. La justification peut être très concise mais elle est nécessaire.

Les commentaires qu'ils soient spontanés ou sollicités par l'énoncé ne doivent pas être des lapalissades mais un discours argumenté, accompagné d'une conclusion. Les réponses attendues à ce type de questions doivent rester concises et précises. En ce sens on rappelle qu'une grandeur ne peut être considérée comme négligeable que si elle est comparée à une autre grandeur qui lui est homogène.

Enfin, il s'avère peu rentable de se disperser et d'essayer de grappiller des points en essayant de répondre à quelques questions piochées çà et là dans l'énoncé. Le jury a apprécié les candidats faisant l'effort de traiter à fond une partie. Le barème a récompensé ces candidats sous forme de points de bonus réservés aux copies dans lesquelles une partie entière était traitée de manière significative.

Le jury a eu le plaisir de corriger des copies montrant que leurs auteurs possèdent parfaitement les connaissances mises en jeu dans ce sujet ainsi que la maîtrise suffisante pour expliquer clairement leur pensée. Malheureusement, les copies faibles restent nombreuses et le but de ce rapport est de permettre qu'à l'avenir leur nombre diminue.

### Remarques de détail

#### Première partie

**Question A** - Les correcteurs ont pu observer un certain manque de rigueur dans l'établissement de l'équation de d'Alembert, surtout au niveau de l'analyse des ordres de grandeur de perturbation des différents termes. Outre ceux qui ont choisi leur méthode personnelle pour établir cette équation, ceux qui ont utilisé le texte n'ont que rarement fait apparaître tous les termes et négligés après inventaire exhaustif, les ordres supérieurs à un.

**Question B** - L'établissement de la solution en ondes stationnaires n'a pas été abordé correctement. Peu de candidats ont utilisé l'équation de d'Alembert pour établir, à partir d'une fonction générale de la forme  $f(t)g(x)$ , l'expression non divergente dans le temps d'une onde stationnaire.

La question B.1.g) demandait de proposer une expérience permettant d'observer les modes propres d'une corde et d'en mesurer les paramètres. Les correcteurs ont été surpris de constater que le stroboscope suscitait une telle fascination chez les candidats qu'ils en ont même oublié de parler de la corde. Peu importe que la fréquence soit déterminée par lecture sur un GBF alimentant un vibreur ou celle alimentant un stroboscope, l'important est le protocole d'excitation d'un mode propre et de s'assurer qu'il s'agit bien de ce mode !

La question B.2) étudie la solution générale de l'équation d'onde pour une corde fixée à ses deux extrémités satisfaisant à des conditions aux limites données. Pour cette question, beaucoup de candidats se sont contentés de réécrire le texte ou de retranscrire les solutions sans aucune démonstration.

**Question C** - L'établissement de l'énergie potentielle est une partie délicate que n'a été que peu abordée ou à défaut de manière très maladroite. La question C.1.b.i) a été le point de départ des erreurs de raisonnement qui ont compromis cette partie. En effet, les candidats ont majoritairement oublié que le système en question subit des actions en  $x$  mais aussi en  $x + dx$ .

**Question D** - La partie «Influence de la pesanteur» a été plutôt mieux traitée que les autres. On note cependant l'oubli des constantes d'intégration à la question 3-a) et lors de la conclusion 3-d) quant à l'aspect négligeable du champ de pesanteur,  $h$  est trop souvent considéré comme « petit » sans aucun critère de comparaison. Enfin cette étude ne se plaçait pas dans l'hypothèse de petits déplacements transversaux, ce que beaucoup de candidats ont oublié malgré la phrase explicite de l'énoncé. A ce sujet, le jury rappelle encore une fois

l'importance d'une lecture *détaillée* de l'énoncé. **Question E** – Cette question, plus difficile, a été moins souvent abordée que les précédentes. Dans cette partie, comme le mentionne le texte, le vecteur  $\vec{T}$  n'est plus tangent à la corde et on ne peut donc plus écrire  $\tan(\alpha) = \frac{T_y}{T_x}$ .

Par ailleurs, on rappelle qu'un couple peut être considéré comme un système de deux forces opposées, de moment non nul et que ce couple ne doit donc pas apparaître dans la loi de la résultante.

### Deuxième partie

**Question A** – La résultante des forces de tension étant donnée dans l'énoncé, le jury ne se contente pas d'une paraphrase mais attend une justification précise de l'expression demandée. L'analyse dimensionnelle demandée à la question A3b) a donné lieu à de nombreuses erreurs : la tension  $T$  est ici une force par unité de longueur.

**Question B** – La séparation des variables doit faire apparaître clairement des termes dépendant de variables indépendantes pour que l'on puisse affirmer que ces termes sont constants.

La question B.2.b) comportait une erreur d'énoncé : il fallait lire :  $K' = -m^2$  et non  $K' = -4\pi^2 m^2$ . Le barème a tenu compte de cette erreur et n'a aucunement pénalisé les candidats qui ne l'ont pas détectée. En revanche, les candidats qui ont poussé leur raisonnement jusqu'au bout et qui ont signalé cette erreur ont été récompensés.

Les candidats qui ont abordé la fin de cette partie et les applications numériques demandées l'ont fait avec beaucoup de réussite.

### Troisième partie

**Question A** - Cette question a pour but d'établir les équations de propagation dans le cadre de l'approximation acoustique. L'énoncé proposait une démarche ainsi que des notations et un certain nombre de candidats n'en a pas tenu compte et a traité cette partie à leur manière.

Les équations linéarisées sont parfois données sans justification et l'évolution isentropique a souvent été utilisée de la propre initiative des candidats en question 5a) alors que la question 5b) et la suite établit la cohérence de ce modèle. En ne suivant pas la démarche imposée par le sujet les candidats se mettent dans un contexte de hors sujet.

**Question B** – La question B.1) demandait d'établir l'expression de l'impédance acoustique, ce que peu de candidats ont su faire.

La résolution en ondes stationnaires pour l'étude de la propagation guidée nécessite la même démarche technique que celle de la B21) et B22) pour la membrane circulaire consistant à séparer les variables à partir de l'écriture de l'équation de d'Alembert. Cette méthode doit ici être appliquée rigoureusement pour faire apparaître les trois constantes  $k_x^2$ ,  $k_y^2$  et  $k_z^2$ . Cette question n'a pas été traitée de façon suffisamment rigoureuse et ainsi la relation entre  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $k_z$  et  $\omega$  a été compromise.

L'expression des modes propres  $p_{nm}$  a souvent donné lieu à un trafic opportuniste conduisant à la solution fournie par le texte plus qu'à un raisonnement précis exploitant les conditions limites.

**Question C** – La question est basée sur l'expression, donnée dans l'énoncé, de la relation entre les impédances acoustiques aux deux extrémités du tuyau sonore. Cette relation est ensuite exploitée pour étudier le son émis par une flûte et une clarinette. Là encore, les candidats qui ont choisi un autre mode de raisonnement pour répondre à ces questions se sont mis dans un contexte de hors sujet et ne peuvent donc prétendre à la totalité des points attribués à la question.

La fin de cette question (questions 4 et 5) n'a quasiment jamais été abordée.

#### **Quatrième partie**

**Question A** - Il s'agit ici d'un exercice classique d'induction qui se résout classiquement à l'aide des équations électriques et mécaniques couplées. En effet, l'équation électrique fait intervenir la force électromotrice d'induction dépendant de la vitesse de l'équipage mobile et l'équation mécanique, la force de Laplace dépendant de l'intensité dans le circuit. Les correcteurs ont été surpris du nombre non négligeable de candidats oubliant la force électromotrice d'induction dans l'équation électrique ce qui compromet toute la suite. Il faut par ailleurs faire preuve d'un minimum de rigueur dans l'établissement de l'expression de la force de Laplace et de la force électromotrice d'induction, en particulier au niveau du signe.

**Question B** - Le circuit électrique équivalent faisant apparaître l'impédance motionnelle traduisant le couplage électromécanique était fourni ; l'identification des composants s'est avérée fastidieuse avec des erreurs d'homogénéité, les calculs étant souvent menés de façon très maladroite. L'utilisation de l'admittance équivalente au bloc  $(L_m, C_m, R_m)$  plutôt que l'impédance simplifie beaucoup les calculs.

Les commentaires des courbes n'utilisent que rarement les expressions littérales (*je propose une permutation*) obtenues pour étudier les comportements et demeurent souvent très imprécis.

**Question C** – Un haut-parleur n'est pas utilisé au voisinage de la résonance mais dans une gamme de fréquences où la puissance fournie dépend peu de la fréquence.

**Question D** – Un certain nombre de candidats ayant abordé cette question confond la vitesse de déplacement du haut-parleur avec la célérité des ondes sonores.

La suite de cette question a été très rarement traitée.

## 8 Rapport sur la composition de Chimie

Largement présent dans la nature à l'état libre et élément clé dans des développements technologiques majeurs de l'histoire de l'humanité, le silicium est au centre du sujet de la session 2009. Seuls toutefois quelques uns des domaines de recherche actuels sont abordés :

- Les zéolithes, dont les principaux constituants aluminium et silicium sont dosés respectivement par complexométrie en solution aqueuse et par spectroscopie RMN, et qui sont mis en exergue dans la première partie, pour leur activité catalytique (par exemple ici dans la nitration des dérivés aromatiques).
- La production de silicium de qualité intermédiaire entre le grade métallurgique et le grade électronique, dont l'utilisation principale vise la conception de panneaux solaires, est étudiée, dans la seconde partie, à partir de données thermodynamiques impliquant les diagrammes d'Ellingham pour l'oxydo-réduction en phase sèche de la silice et les diagrammes binaires solide-liquide pour l'élimination d'impuretés métalliques telles que le fer.
- La préparation de puces pour les nanotechnologies. Elle met en jeu dans la troisième et dernière partie du sujet, des savoir-faire dans le domaine des matériaux et de l'électrochimie, mais également en synthèse organique pour la fonctionnalisation des dites surfaces par des molécules conjuguées susceptibles d'assurer le transfert électronique entre un substrat potentiel en solution et la puce elle-même.

Si le sujet évoque des applications modernes de la chimie, les connaissances requises par les candidats ne dépassent généralement pas le cadre des programmes de classes préparatoires. Les questions ont été élaborées dans le but d'évaluer les aptitudes des candidats dans des domaines très variés de la chimie organique, minérale et générale par des approches qualitatives et quantitatives, théoriques et expérimentales, formelles et plus intuitives, aptitudes toutes importantes pour l'enseignement des sciences chimiques. Le jury a pu apprécier les qualités assurées d'un nombre, malheureusement insuffisant, de candidats dans ces différents domaines.

### Remarques générales

L'expression écrite scientifique, y compris celle de futurs enseignants, ne peut se satisfaire d'un manque de rigueur vis-à-vis de l'orthographe ou des tournures grammaticales. De plus, les réponses aux questions posées doivent être rédigées avec clarté, précision et concision ; il en va de même des définitions. Les efforts dans ce sens ont pu être appréciés et récompensés sur quelques copies.

Le sujet comporte une erreur quant à la valeur numérique de la masse de l'électron (valeur erronée de  $9,11 \times 10^{-27}$  au lieu de  $9,11 \times 10^{-31}$  kg). Le calcul de l'énergie des orbitales occupées par les électrons de valence à la question C.1.4 et de l'énergie d'ionisation à la question C.1.5 s'en trouvent affectées. Le jury a pris en compte ces erreurs de valeurs numériques lors de la correction : les candidats qui ont fait preuve d'un regard critique sur les ordres de grandeur obtenus, ou qui, mieux encore, ont identifié la source d'erreur ou ont montré leur connaissance de la constante de Rydberg, ont reçu une petite gratification. Dans un autre registre, non sans lien avec le précédent, le jury a dû constater les difficultés d'un grand nombre de candidats à réinvestir des connaissances de base dans un contexte scientifique différent : analyse des pKa d'un polyacide complexe tel l'EDTA pour déterminer la forme prépondérante à un pH donné, concepts du formalisme de Lewis pour l'écriture de structures moléculaires, substitution électrophile aromatique en

Agrégation externe de physique : 8 Rapport sur la composition de chimie 2009



présence d'un catalyseur au silicium, analogie entre la chimie du silicium et du carbone... De manière surprenante, certains candidats déroulent un raisonnement logique en accord avec les données, mais, poussés par des notations traditionnelles de la littérature, énoncent des conclusions en complet désaccord avec les précédents résultats. Regard critique et analyse logique d'observations ou de résultats sont des critères d'évaluation importants des épreuves écrites. En conséquence, des questions conduisant à une réponse binaire (augmentation ou diminution de la pente, stœchiométrie d'un composé défini,...) doivent être argumentées.

Comme les années précédentes, le traitement superficiel du sujet et la recherche des questions les plus immédiates ne se trouvent souvent gratifiés que d'un nombre minimal de points (calcul ponctuel, nom d'un réactif ou d'un produit...). Au contraire, les candidats qui ont montré leur capacité à résoudre l'ensemble d'une ou plusieurs parties du sujet, y compris l'analyse qualitative de données expérimentales, sont généralement récompensés de leurs efforts. Ces dernières remarques s'inscrivent dans le contexte plus général de la gestion de l'épreuve, qui fait partie des savoir-faire à acquérir lors de la préparation.

## Remarques spécifiques

### Partie A

A.1- Si l'EDTA fait partie des ligands les plus utilisés dans les programmes et les plus connus des candidats sous le symbole  $Y^{4-}$ , sa réactivité acido-basique en compétition des réactions de complexation semble beaucoup moins connue. Dans les cas les plus favorables, où la forme prépondérante de  $H_2Y^{2-}$  a été identifiée à  $pH = 4,5$ , la formule développée incluant les fonctions amines sous forme acide protonée et les fonctions carboxyliques sous forme basique déprotonée n'a été proposée que dans un nombre de cas très faible (A.1.2).

Les candidats ont également éprouvé de réelles difficultés à associer le type de réaction chimique considérée (réaction de complexation) et les conditions expérimentales de sa réalisation (milieu acide) dans l'écriture correcte d'une équation de réaction (A.1.4 et A.1.7).

Si la dithizone n'a pas toujours été reconnue comme un complexant, sa réactivité avec les ions  $Zn^{2+}$  a souvent été proposée à juste titre (A.1.8), conduisant les candidats à identifier la réaction de dosage indirect pour le calcul des concentrations en ions  $Al^{3+}$  dans la solution initiale (A.1.9).

A.2- La résonance magnétique nucléaire (RMN), présente dans les programmes de classes préparatoires, fait l'objet de nombreuses confusions quant à la définition exacte du déplacement chimique, son intérêt par rapport à la fréquence de résonance (A.2.2.a), ou encore la proportionnalité entre l'intégrale du signal et la quantité de spins équivalents dans l'échantillon (A.2.3.a et A.2.3.b). La différence entre les notions de non-équivalence chimique et de couplage scalaire est également inconnue d'un nombre important de candidats. Cette partie souvent mal traitée s'est vue toutefois attribuer quelques points sur des connaissances en atomistique concernant les notions d'électronégativité (A.2.2.b).

A.3- Les concepts de charges partielles et, avant tout, le respect de la règle de l'octet pour des éléments de la seconde ligne du tableau périodique (azote, N) sont des connaissances indispensables en chimie. Force est de constater qu'elles restent non acquises par une population trop grande de candidats (A.3.1).

Le tracé de graphe à l'aide d'une calculatrice requiert l'obtention d'un coefficient de régression linéaire très proche de 1, gage de validation d'un modèle physique ou chimique. Tout manquement à cette règle a été sanctionné (A.3.2.b). A contrario, les candidats qui ont traité cette partie ont pour la plupart pu extraire des constantes caractéristiques de la cinétique du premier ordre étudiée (A.3.2.c et A.3.2.d). Des commentaires

montrant un sens physique sur la détermination de  $t_{1/2}$  et sa comparaison à une valeur qualitative ayant pu être déterminée à partir du graphe de l'énoncé ont pu être appréciés dans quelques cas.

Les candidats ayant traité les aspects mécanistiques des questions A.3.4 à A.3.7 ont pu reconnaître une substitution électrophile aromatique, même si parfois les détails innovants de la réaction proposée leur ont échappé. La partie des règles de Holleman conduisant à discuter la régiosélectivité de la réaction est souvent correctement présentée, par contre les aspects cinétiques expliquant la polysubstitution sont souvent ignorés.

## Partie B

B.1- L'écriture d'une équation de réaction d'oxydoréduction dans des conditions de température données et la détermination de l'état physico-chimique d'un mélange après carboréduction sont conditionnées par la lecture du diagramme d'Ellingham. Une lecture trop rapide de l'énoncé serait-elle à l'origine d'un trop grand nombre d'erreurs rencontrées dans les questions B.1.4 et B.1.5 ?

B.2- Si la forme aux dérivées partielles des équations de Kirchoff est très généralement connue, son intégration et son application à une réaction chimique particulière sont l'objet d'erreurs fréquentes pour un très grand nombre de candidats (B.2.1.c-d) : définition incorrecte des Cp, oubli de constantes d'intégration... Les diagrammes binaires solide-liquide ne peuvent être confondus avec des diagrammes d'état de corps purs (B.2.2.b) et les paramètres de la règle des phases de Gibbs doivent être explicités pour le calcul de la variance, dont la valeur numérique seule n'est pas acceptable.

Le lien entre phénomène de partage d'un composé entre deux phases (le fer par exemple) et le coefficient de ségrégation n'a été établi que dans de très rares cas, suggérant que la méthode de la fusion de zone est inconnue de la plupart des candidats (B.2.3.e).

## Partie C

C.1- L'analogie entre le carbanion et l'anion silylé n'a été que très rarement dégagée (C.1.10). Ce constat est-il à mettre sur le compte de simples problèmes de nomenclature ou de difficultés à transposer la chimie d'un élément à l'autre ?

C.2- Des notions d'électronique élémentaire peuvent être réinvesties avec profit dans l'établissement du montage à 3 électrodes utilisé pour des mesures électrochimiques (C.2.5.c). Il est surprenant de constater que ces notions plus proches de la physique ne soient pas mieux comprises par les candidats.

Les phénomènes de corrosion différentielle peuvent paraître contre-intuitifs parce qu'ils conduisent à l'oxydation de la partie la moins en contact avec l'oxydant (C.2.5.h). Cette question a été l'une des moins bien traitée du sujet avec la RMN.

Très peu de candidats ont reconnu dans le fluorure d'ammonium un pseudo-tampon (C.2.5.e).

C.3 et C.4- Des efforts dans l'écriture de mécanismes plausibles en chimie organique ont conduit à des résultats plutôt bons sur cette partie malgré des difficultés à transposer le mécanisme de la polymérisation radicalaire éthylénique dans le cas de la présente étude. Les principes physiques des techniques de caractérisation chromatographiques et spectroscopiques sont par contre à l'origine de nombreuses incorrections et imprécisions : confusion IR et RMN, question C.3.11 ignorée, calculs de rendement faux...

Les questions ayant trait au contrôle orbitalaire sont généralement bien traitées (C.2.4.c-f) quand elles sont abordées.

## Conclusion

Si le jury a mis en exergue les difficultés et faiblesses des candidats, cette démarche n'a pour objet que de faire progresser les futurs agrégatifs. Il tient à féliciter les candidats qui se sont préparés avec sérieux et ténacité pour cette épreuve et tout particulièrement ceux qui ont traité avec rigueur et exactitude les deux-tiers du sujet et se sont vus attribués de bonnes, voire d'excellentes, notes.

## 10 Rapport sur le problème de physique

Le problème de physique portait sur l'influence relative du couplage et des pertes sur la dynamique de deux oscillateurs couplés linéairement. Ce même thème était décliné suivant trois domaines de la physique : en électrocinétique sur l'exemple de deux circuits RLC couplés, en optique classique avec une cavité Fabry-Perot contenant un milieu présentant une absorption étroite, en mécanique quantique avec le couplage d'un état discret avec un continuum.

Cette variété de domaine a permis aux candidats de mobiliser leurs connaissances et savoir-faire dans le domaine de leur choix : si la majorité des candidats a abordé le problème dans l'ordre proposé, de nombreux candidats n'ont pas hésité à se lancer directement dans la partie optique ou quantique. Le jury constate avec satisfaction que, malgré la longueur du sujet, certains candidats ont eu le temps de traiter au moins deux parties du problème et d'appréhender les analogies entre celles-ci.

On rappelle l'importance de la présentation et de la rédaction. Les réponses sont rarement équilibrées : soit on a des réponses extrêmement détaillées à des questions très simples, soit on a des réponses très lapidaires, avec parfois une simple équation écrite sans explications ni justifications. Il faut de même veiller à l'homogénéité des résultats proposés. On peut étendre la notion d'homogénéité pour les scalaires et les vecteurs, que l'on a pu rencontrer, sommés dans une même équation.

Les applications numériques proposées ont été peu traitées. Le jury renouvelle cette année encore sa demande d'un effort dans ce domaine, gratifiant sur le plan de la notation.

### Remarques sur les différentes parties

1) La première partie s'appuyait sur un exemple académique d'électrocinétique pour introduire les notions de couplages fort et faible. Selon les intensités relatives du couplage et de l'amortissement, le comportement du système couplé étudié peut être très différent vis-à-vis de la résonance (un pic ou deux) ou des modes propres (une ou deux pseudo-pulsations propres). Il est remarquable que les résultats établis dans cette partie se retrouvent dans les deux autres.

Ce caractère académique a pu avoir quelque chose de rassurant pour les candidats, les questions étant conceptuellement relativement faciles. C'est un peu à double tranchant, car dans un tel cas, il faut savoir être efficace, être capable de mettre en œuvre sa technicité pour ne pas perdre son temps à des calculs laborieux qu'une réflexion préalable aurait permis d'alléger. Par exemple, à la question 10, où il était demandé de déterminer les extrema de la fonction de transfert, il était utile de remarquer qu'on pouvait écrire :  $|H(\Delta)| = [f(\Delta)]^{-1/2}$ , où  $f$  est un polynôme du deuxième degré de  $\Delta^2$  : les maxima de  $|H(\Delta)|$  sont donc les minima de  $f(\Delta)$ , et inversement : les calculs étaient alors beaucoup plus rapides. De même la bande passante à -3dB s'obtient simplement en égalant deux termes au dénominateur de la fonction de transfert, lorsque  $|H(\Delta)|^2$  est une lorentzienne.

Heureusement, beaucoup de candidats ont su aborder cette partie avec une réelle maîtrise, sans se noyer dans de poussifs calculs.

Les correcteurs ont cependant regretté que la notion de modes propres soit mal définie, et trop souvent confondue avec celle de fréquences propres. Peu de candidats mettent cette notion de mode en application pour discuter le rôle des conditions initiales données, ou pour analyser le phénomène de battements. Ainsi la question 4a avait prouvé que, dans le cas d'oscillateurs de même amortissement, les courants oscillaient en phase pour un mode et en opposition de phase pour l'autre. C'était ce que l'on (re)demandait à la question 24, où le couplage était fort devant la différence d'amortissement des oscillateurs. A la question 25, les deux courants étaient initialement en quadrature : les deux modes propres étaient simultanément excités, ce qui conduisait au classique phénomène de battement.

La représentation complexe des grandeurs harmoniques n'est pas toujours bien comprise ni maîtrisée.

2) Dans la partie optique, la description de la cavité Fabry-Perot a rarement été bien menée. Ainsi l'expression du déphasage dans la cavité était rarement exacte. Ainsi, à la question 29, l'expression du déphasage était souvent fautive, par l'oubli de l'indice de base  $n_B$ . Cette erreur se retrouvait à la question 36. L'énoncé proposait de décrire la cavité au moyen de deux ondes progressives contra-propagatives. De nombreux candidats ont eu du mal à s'adapter à ce raisonnement et ont préféré revenir à une description plus traditionnelle de l'interféromètre, avec sommation d'ondes partielles. Ceci a été accepté.

La cavité Fabry-Perot ayant été présentée, on s'intéressait ensuite au couplage lumière-matière à l'intérieur de celle-ci en s'appuyant sur le modèle purement classique de l'électron élastiquement lié (oscillateur de Lorentz). Si quelques candidats, peu nombreux heureusement, semblaient le découvrir, ce modèle était connu et convenablement maîtrisé par beaucoup. Néanmoins, un certain nombre de candidats ont été pénalisés pour avoir confondu à partir de la question 48 le coefficient d'absorption relatif à l'intensité avec l'indice d'extinction (partie imaginaire de l'indice complexe) : il est regrettable qu'une lecture trop rapide de l'énoncé conduise à de telles confusions. De la même façon, il fallait faire attention à la convention de représentation des grandeurs harmoniques en  $\exp(-j\omega t)$  – suivant la convention de la mécanique quantique – lors des dérivations temporelles de la question 45.

3) Cette troisième partie reprenait, avec le formalisme de la mécanique quantique, la situation de la partie précédente. Bien que la façon d'aborder le même sujet soit très différente, les conclusions sont identiques. Le jury a apprécié de voir des candidats aborder cette partie de physique "moderne".

On peut regretter que beaucoup de candidats n'aient pas su mobiliser leurs connaissances en mécanique quantique dans cette partie, confondant par exemple équation de Schrödinger et équation aux valeurs propres. Mais heureusement, les correcteurs ont eu la satisfaction de constater que nombre de candidats, très à l'aise avec le formalisme de la mécanique quantique, ont su traiter en profondeur cette partie. Ils en ont été largement récompensés.

Rappelons simplement que sa maîtrise du sujet ne dispense pas le candidat d'une rédaction minimale : affirmer un résultat sans aucune justification fait naître le doute, chez le correcteur, que l'auteur n'est pas en mesure de le faire (cette remarque concerne particulièrement les premières questions, 70 à 74, élémentaires à ce niveau, de cette partie).

De même, une maîtrise manifeste ne doit pas conduire le candidat à des raisonnements cavaliers et à des calculs manquant de rigueur : par exemple, aux questions 78 à 80, puis 87 et 88, il était nécessaire de préciser les bornes d'intégration, de distinguer les variables muettes d'intégration et les variables fixées.

En conclusion, ce problème a permis à de bons candidats, qui dominaient bien leur sujet et qui ont su traiter en profondeur des parties entières du sujet, d'obtenir d'excellentes notes.

En revanche, les candidats qui ont cru pouvoir obtenir une note honorable en sautant d'une question à l'autre, sans entrer véritablement dans le sujet, n'ont produit que des copies décousues dont la note décevante a sanctionné leur travail superficiel.

# 11. DÉROULEMENT DES ÉPREUVES ORALES

## SESSION 2009

### Généralités

Les épreuves définitives (pratiques et orales) se sont déroulées au Lycée Marcelin Berthelot de Saint Maur du 28 juin au 21 juillet 2008. Le jury a délibéré immédiatement après la fin des épreuves. Les résultats ont été proclamés le 22 juillet, et le jury a reçu aussitôt les candidats qui le désiraient, afin de commenter leurs épreuves.

Des précisions sur le déroulement des épreuves et des renseignements pratiques figurent sur le site web de l'agrégation de physique (<http://agregation-physique.org/>).

Les candidats admissibles à l'agrégation de physique reçoivent une convocation pour une série d'oral, comportant trois épreuves.

La série commence par un tirage au sort le premier jour. Chaque candidat tire un numéro, auquel correspondent trois enveloppes contenant les sujets :

- leçon de physique (coefficient 4)
- leçon de chimie (coefficient 3)
- montage de physique (coefficient 3)

A la fin du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les bibliothèques et la collection de matériel de physique et de chimie. Les enveloppes sont ouvertes par le candidat au début de chacune des épreuves qui commencent dès le lendemain du tirage au sort. A la session 2008, les horaires ont été les suivants :

Ouverture du sujet	5h10	6h30	7h50	11h20	12h40	14h00
Début de l'épreuve	9h20	10h40	12h00	15h30	16h50	18h10

Il convient de remarquer que les transports en commun ne fonctionnent qu'à partir de 5h30.

Les épreuves, qui sont publiques, se déroulent de la façon suivante :

- ouverture du sujet tiré au sort : un sujet obligatoire pour les leçons, et un sujet à choisir parmi deux proposés pour le montage ;
- 4 h de préparation à l'épreuve (10 minutes supplémentaires étant allouées pour permettre les déplacements entre étages) ;
- 1 h 20 d'épreuve, dont 50 min pour l'exposé d'une leçon ou 40 min pour la présentation du montage, le reste du temps pouvant être utilisé par le jury pour les questions.

Il est demandé aux candidats de se munir d'une pièce d'identité en cours de validité, de transparents vierges, des instruments nécessaires pour écrire sur papier ou sur transparent, ainsi que d'une blouse pour la leçon de chimie. L'usage des calculatrices personnelles et des téléphones portables n'est pas autorisé.

Les candidats ont à leur disposition :

- du matériel scientifique, c'est-à-dire des appareils mis à disposition par les centres de préparation et le lycée Marcelin Berthelot ;

- des livres et manuels fournis par les centres de préparation (les photocopiés de cours sont interdits) ;
- un ordinateur équipé entre autres de la suite Office, du logiciel Synchronie et d'une banque de documents numériques, comportant plus de 2600 diapositives numérisées et une vingtaine de mini séquences vidéo ;
- un vidéo projecteur interfacé avec l'ordinateur, qui permet la projection de documents issus de la banque de données ou mis au point pendant le temps de préparation (feuilles de calculs, graphes, tableau de mesures, ...).

Peuvent être également fournis :

- une calculatrice de poche ;
- une caméra webcam ou flexcam ;
- un rétroprojecteur (les transparents vierges pour rétroprojecteur ne sont pas fournis).

*Les candidats n'ont pas accès à Internet*

Le matériel ainsi que les livres et documents, doivent être envoyés ou déposés (éventuellement par les candidats eux-mêmes), au plus tard avant le début de la première épreuve de la première série. Pour le matériel il est nécessaire de fournir un inventaire et une notice de fonctionnement. Ils sont récupérés le jour de la proclamation des résultats.

Les bibliothèques restent ouvertes aux candidats tous les soirs de 18 h 15 à 19h30.

### **Les équipes techniques**

A chacune des trois épreuves orales, le candidat est accueilli par une équipe technique constituée de techniciens et de professeurs préparateurs.

L'équipe technique offre aide ou assistance. Elle n'intervient ni dans le choix des expériences qui est de la seule responsabilité du candidat ni dans l'interprétation des résultats obtenus par celui-ci.

➤ **Les techniciens** restent à la disposition du candidat tout au long de l'épreuve pour lui fournir les livres et les appareils dont il a besoin. Ils apportent les indications nécessaires au bon fonctionnement du matériel (sécurité notamment) et participent à la mise en œuvre de celui-ci en effectuant les branchements nécessaires. Les appareils sont accompagnés d'une notice que le candidat peut consulter. Les techniciens assistent le candidat dans la prise en main du matériel, en particulier, dans celle des appareils dont la diffusion est récente (spectromètres dits « de poche » ou « USB », flexcam, webcam, vidéo-projecteurs, ...) et dans celle des outils informatiques ou numériques. Même si tous ces outils, qui sont une aide très appréciable pour les expériences, sont d'une utilisation aisée, une connaissance minimale de ces derniers est néanmoins utile. Si un candidat est dérouté par un matériel précis auquel il est peu ou pas habitué, les techniciens le font alors bénéficier de leur savoir-faire.



Pour les leçons de physique ou de chimie, les techniciens fournissent au candidat une aide sur sa demande et en respectant ses indications. Ils aident à la réalisation des expériences de cours que les candidats ont prévues pour illustrer leur propos.

La situation est différente au montage où il s'agit d'une assistance. En effet, le candidat, qui est évalué notamment sur son habileté expérimentale et ses capacités à effectuer des mesures, doit réaliser lui-même les expériences. Les techniciens l'assistent dans la mise en œuvre des protocoles expérimentaux en particulier lorsqu'il s'agit d'effectuer des mesures répétitives.

➤ **Les professeurs préparateurs** ont pour mission de coordonner les travaux de l'équipe technique dans la préparation de chacune des trois épreuves. Leur rôle est également de veiller au bon fonctionnement des appareils durant la préparation. Ils peuvent proposer du matériel spécifique et, plus généralement, des solutions aux problèmes que les candidats peuvent rencontrer.

➤ **Les équipes techniques** (techniciens et professeurs préparateurs) n'ont pas de contact avec le jury. Celui-ci ignore les conditions dans lesquelles se sont déroulées les quatre heures de préparation.

# LEÇONS DE PHYSIQUE 2009

*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. Equilibrage statique et dynamique. Exemples.
4. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
5. Utilisation des lois de conservation dans le problème à deux corps. Applications.
6. Principes de la cinématique relativiste. Conséquences.
7. Collisions en relativité restreinte : application à l'étude des particules élémentaires.
8. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique indépendant du temps. Applications.
9. Notion de viscosité d'un fluide. Ecoulements visqueux. Nombre de Reynolds. Exemples simples.
10. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide; validité. Relation de Bernoulli ; limites et applications.
11. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides : applications.
12. Modèle du gaz parfait.
13. Fonctions d'état caractéristiques d'un système à l'équilibre thermodynamique. Identités thermodynamiques. Applications.
14. Evolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé. Potentiels thermodynamiques. Exemples.
15. Thermodynamique des phénomènes irréversibles.
16. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
17. Etude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases. Exemples.
18. Notion d'état microscopique. Interprétation statistique de l'entropie. Exemples.
19. Introduction au facteur de Boltzmann à partir d'un exemple au choix.
20. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir. Application aux transferts thermiques radiatifs.
21. Etude d'un phénomène de transport : conduction thermique ou diffusion de particules. Applications.
22. Conversion de puissance électromécanique. Exemples et applications.
23. Induction électromagnétique : circuit mobile dans un champ magnétique permanent, circuit fixe dans un champ variable. Applications.
24. Systèmes bouclés. Applications.
25. Traitement analogique d'un signal électrique. Etude 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. Comportement d'une onde électromagnétique monochromatique plane à l'interface de deux milieux diélectriques. Applications.
32. Réflexion des ondes électromagnétiques planes à la surface d'un milieu conducteur dans le cas d'une incidence normale. Effet de peau.
33. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
34. Notion de rayon lumineux. Principe de Fermat. Conséquences et applications.
35. Application 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. Coefficients d'Einstein. 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. Cohésion de la matière de la molécule au solide. Aspects énergétiques.
49. Chaîne unidimensionnelle infinie d'oscillateurs harmoniques. Approximation des milieux continus. Aspects énergétiques.
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.

## 16-b LEÇONS DE CHIMIE 2009

1. Solutions électrolytiques ; mise en solution d'espèces ioniques ou moléculaires. (Niveau 1<sup>ère</sup> scientifique).
2. La conductimétrie : conductivité d'une solution ionique et applications (dosage volumétrique exclu). (Niveau 1<sup>ère</sup> scientifique)
3. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structure - propriétés (nomenclature exclue). (Niveau 1<sup>ère</sup> scientifique)
4. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (Niveau 1<sup>ère</sup> scientifique)
5. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (Niveau terminale sciences et technologies de la santé et du social)
6. Principe et applications de la spectrophotométrie. (Niveau terminale scientifique et Terminale scientifique – Spécialité)
7. Equilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (niveau terminale scientifique)
8. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (niveau terminale scientifique)
9. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (Niveau terminale scientifique)
10. Catalyse et catalyseurs ; applications. (Niveau terminale scientifique)
11. Estérification et hydrolyse des esters. (Niveau terminale scientifique)
12. Saponification des esters. Applications. (Niveau terminale scientifique)
13. L'aspirine : synthèse, dosage, formulations. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
14. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (Niveau terminale scientifique)
15. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (Niveau terminale scientifique)
16. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et ménagers. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
17. Contrôle de qualité de l'eau. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
18. Contrôle de qualité du vin. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
19. Colorants : extraction, synthèse, identification. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
20. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
21. Dosages directs. (Niveau terminale scientifique et spécialité)
22. Dosages indirects. (Niveau terminale scientifique et spécialité).
23. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (Niveau MPSI-PTSI)
24. Structure électronique et géométrie des molécules ; illustrations expérimentales des relations structure - propriétés. (Niveau MPSI-PTSI)
25. Cristaux métalliques. (Niveau MPSI-PTSI)
26. Enthalpie de réaction : mesure et applications. (Niveau MPSI-PTSI)

27. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (Niveau MPSI-PTSI)
28. Principe et illustrations des dosages par précipitation. (Niveau MPSI-PTSI)
29. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (Niveau MPSI-PTSI)
30. Cinétique homogène : étude expérimentale. (Niveau MPSI-PTSI)
31. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène. (Niveau MPSI-PTSI)
32. Illustrations expérimentales et applications des lois de déplacement des équilibres. (Niveau MP-PSI-PT)
33. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (Niveau MP)
34. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (Niveau MP-PSI)
35. Hydrométallurgie. (Niveau PSI)
36. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (Niveau PSI)
37. Applications des courbes intensité-potentiel. (Niveau PSI)
38. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (Niveau PSI)
39. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (Niveau PSI)
40. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales (Niveau PSI)

## 16-c MONTAGES 2009

1. Dynamique newtonienne.
2. Tension superficielle.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Instruments 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. Emission 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 ; effets capacitifs.
20. Induction, auto-induction.
21. Conversion de puissance électrique-électrique.
22. Conversion de puissance électro-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques.
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.

## 13 Rapport sur la leçon de physique

### Déroulement de l'épreuve

L'épreuve de la leçon de Physique consiste en la présentation d'une leçon de 50 minutes, dont le sujet a été tiré au sort par le candidat, parmi une liste publiée dans le rapport de l'année précédente. A l'issue de la présentation, le jury interroge le candidat durant une vingtaine de minutes. Cet entretien est l'occasion de faire préciser les points de la leçon qui seraient restés obscurs ou ambigus. Il permet également au jury de juger de la solidité des connaissances du candidat et de l'interroger sur les choix qui ont été faits durant l'exposé.

Durant la préparation, qui dure 4 heures, le candidat a accès à l'ensemble des documents de la bibliothèque du concours, qui possède de très nombreux ouvrages de tous niveaux (la liste en est disponible en ligne sur le site <http://agregation-physique.org/>). Il bénéficie également du soutien du personnel technique pour la mise en place du matériel expérimental souhaité pour illustrer la leçon. Les expériences sont réalisées conformément aux instructions du candidat, mais leur présentation devant le jury s'effectue sous son entière responsabilité (et en l'absence de technicien).

Un ordinateur et un vidéoprojecteur sont disponibles dans chaque salle. Le candidat peut ainsi projeter des documents illustratifs tirés d'une base de donnée (schémas descriptifs, animations, photographies, .... classés de façon thématique). Les programmes usuels (Word, Excel, Maple, ...) sont installés sur les ordinateurs.

### Remarques Générales

Les leçons sont à traiter, au choix du candidat, au niveau des classes préparatoires ou de la licence de Physique. Quel que soit le niveau choisi, celui-ci doit apparaître clairement au jury. Il importe également de situer la leçon au sein d'une séquence pédagogique bien définie en précisant brièvement, mais avec soin, ses prérequis (ce qui est généralement assez bien fait), et en indiquant ses prolongements (ce que l'on observe plus rarement).

Bien que les leçons soient issues d'une liste connue à l'avance, il ne saurait être question de reproduire une leçon stéréotypée au formatage clairement identifiable. La leçon est le fruit des réflexions du candidat, de ses connaissances et de son recul. Il n'y a aucun « plan type » prédéfini qu'attendrait le jury pour une leçon donnée. C'est la cohérence du plan, son adéquation au message, ainsi que la logique des enchaînements qui sont évalués.

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 a pour objectif de communiquer quelques messages forts auxquels le candidat aura réfléchi en cours d'année et qu'il doit impérativement transmettre à son auditoire. Ces messages, peu nombreux (deux ou trois), qui constituent le cœur de la leçon, sont à traiter en

priorité et doivent ressortir clairement de l'exposé. C'est ainsi que certains candidats, souhaitant peut être montrer l'étendue de leurs connaissances, se trompent d'objectif en développant exagérément les exceptions (parfois mal maîtrisées) à une loi avant d'en avoir présenté tous les aspects. Par exemple, dans la leçon 9 portant sur la viscosité des fluides, 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.

Lorsque le sujet de la leçon impose de traiter des applications ou des exemples, il faut y consacrer une durée suffisante. D'une façon générale, il vaut mieux traiter en profondeur un petit nombre d'applications plutôt que d'en survoler un grand nombre.

Une leçon ne consiste pas à enchaîner des calculs qui n'auraient pour but unique que leur seule démonstration. Le résultat d'un calcul doit toujours être commenté : le candidat doit toujours dégager sa signification concrète et en vérifier la plausibilité en analysant des cas simples ou limites. Par exemple dans les leçons portant sur les phénomènes d'induction (22 et 23), il est bon que les signes des expressions algébriques obtenues soient validés par leur conformité à la loi de Lenz ou au bilan d'énergie électromécanique.

Le jury admet que les calculs les plus longs ne soient pas faits entièrement au tableau. Certaines démonstrations, cependant, lorsqu'elles sont essentielles dans la leçon, ne peuvent être complètement escamotées et doivent être conduites explicitement, de préférence sans l'aide de notes. Dans ce domaine, les **choix** du candidat doivent être **équilibrés**.

Un équilibre de même nature est à rechercher dans l'utilisation des documents illustrés issus de la base de données. Cette utilisation est justifiée lorsque ces schémas font gagner du temps au candidat : elle ne l'est pas pour des schémas très rapides à effectuer au tableau. Par exemple, dans la leçon 34 portant sur le principe de Fermat, il n'est pas justifié d'utiliser une diapositive pour représenter un simple chemin entre deux points A et B. De même, un candidat a présenté sur diapositives un ensemble de schémas optiques sans tracer lui-même un seul rayon lumineux dans une leçon d'optique essentiellement géométrique (leçon 35). 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.

L'emploi d'une « flexcam » pour projeter les pages d'un livre est déconseillé.

Le jury apprécie qu'une leçon soit illustrée par une ou plusieurs expérience(s). Les objectifs sont très différents de ceux des expériences réalisées en montage : il ne s'agit pas nécessairement de faire des mesures mais d'illustrer clairement un aspect précis de la leçon. Toute expérience présentée doit être schématisée de façon précise, au tableau ou sur diapositive ; ses résultats clairement mis en évidence et commentés. Le jury constate que de nombreuses expériences sont montrées mais très peu exploitées. Par exemple, dans la leçon 1 portant sur le frottement solide, un candidat montre, d'ailleurs très bien, l'expérience de Sommerfeld mais n'en fournit aucune explication et passe directement au paragraphe suivant.



L'excès inverse, de surinterprétation, se rencontre également : il importe d'être conscient des limites de l'expérience présentée.

Le jury est également très sensible au dynamisme et à la conviction de la présentation. La leçon doit être menée à un rythme à la fois soutenu et présentant des ruptures permettant de dégager clairement les aspects essentiels ainsi que les transitions entre les différentes parties. De ce point de vue, lorsque le plan de la leçon est affiché d'emblée (ce qui d'ailleurs n'est pas indispensable), au tableau ou sur transparent, il est essentiel de s'y référer clairement en cours d'exposé. Par ailleurs, les candidats doivent avoir à l'esprit que les membres du jury ne sont pas des élèves : il est vivement déconseillé de tout écrire au tableau, qui plus est en répétant ce qui vient d'être dit, ce qui a pour généralement pour effet, outre de lasser le jury, d'entraîner une perte de temps dont le préjudice apparaît en fin de leçon où le candidat se voit contraint d'accélérer, voire d'écourter son propos. En outre, dans cette leçon comme ailleurs, la qualité de l'écriture et le soin apporté aux figures sont des atouts précieux, unanimement appréciés par les membres du jury.

Comme chaque année, le jury a eu le grand plaisir d'assister à plusieurs leçons traitées par des candidats ayant su à la fois atteindre ces divers équilibres et communiquer leur enthousiasme pour la physique. Il espère que ces remarques, ajoutées à celles des rapports précédents, seront utiles aux futurs candidats.

### **Remarques particulières sur quelques leçons**

Leçon 1 : Il importe de distinguer le cas du contact ponctuel et celui du contact étendu sur une surface. La distinction de nature entre les deux lois de Coulomb : condition nécessaire de non glissement et loi du frottement de glissement, n'est pas suffisamment dégagée. Les phénomènes d'hystérésis associés au frottement solide sont oubliés.

Leçon 2 : Les illustrations peuvent également concerner la mécanique des fluides.

Leçon 3 : Les effets indésirables d'un mauvais équilibrage ne se limitent pas à une simple usure des paliers.

Leçon 4 : Les hypothèses de l'approximation sont très rarement énoncées clairement et encore plus rarement vérifiées dans le traitement des applications. L'équation de précession est un concept utile.

Leçon 5 : Le titre est général. Les lois de conservation sont à illustrer absolument et la physique est généreuse en exemples variés. Les exemples les plus pertinents sont ceux où les deux corps sont de masses comparables.

Leçon 6 : Il n'entre pas dans le cadre de cette leçon de démontrer la transformation de Lorentz-Poincaré.

Leçon 7 : Ne pas oublier que les lois de conservation sont également un outil de découverte de particules nouvelles, indétectables directement.

Leçon 8 : Présenter les miroirs magnétiques en application suppose que l'on en comprenne le

fonctionnement.

Leçon 9 : Il importe de mettre clairement en évidence le caractère diffusif des forces de viscosité. Dans l'illustration expérimentale de l'écoulement de Couette plan, il faut s'assurer que l'on a bien atteint un régime permanent.

Leçon 10 : Il est difficile de bien dégager la physique du modèle de l'écoulement parfait et de ses limites sans faire appel à la notion de viscosité. Les conditions aux limites imposées à un fluide s'écoulant autour d'un obstacle solide doivent être justifiées. L'interprétation énergétique de la relation de Bernoulli est très mal connue.

Leçon 11 : La force de tension superficielle est très mal décrite et comprise ; cette notion permet pourtant d'interpréter de nombreux résultats de façon simple et concrète. L'étude énergétique de l'interface doit s'appuyer sur une thermodynamique rigoureuse, où les systèmes et transformations étudiés sont définis avec une grande précision.

Leçon 13 : les deux premiers principes de la thermodynamique peuvent être considérés connus. Les notions de fonction caractéristique et de « variables naturelles » restent très floues et abstraites. Pour fixer les idées, il serait intéressant d'établir ou d'utiliser l'expression analytique explicite d'une fonction caractéristique simple. Les applications doivent être concrètes, et ne pas se limiter aux relations de Clapeyron entre les coefficients thermo-élastiques d'un fluide homogène.

Leçon 14 : L'analogie entre la notion de potentiel thermodynamique et celle d'énergie potentielle en mécanique, bien qu'importante, ne doit pas être poussée trop loin

Leçon 15 : La notion d'entropie échangée est très mal définie. Les candidats devraient s'interroger sur la température à considérer dans l'expression de cette quantité.

Leçon 16 : Les applications ne se limitent pas au moteur de Stirling et doivent rester concrètes.

Leçon 17 : Les potentiels thermodynamiques ne servent pas seulement à prédire l'équilibre, mais aussi à prévoir le sens d'évolution d'un système diphasé hors équilibre.

Leçon 18 : Les exemples ne se limitent pas à l'interprétation statistique de la détente de Joule Gay-Lussac.

Leçon 20 : L'intérêt de la notion de corps noir, et son lien avec celle de rayonnement d'équilibre, doivent apparaître clairement. Des bilans radiatifs dans des situations concrètes permettent alors de mettre en œuvre cette notion.

Leçon 21 : Le jury a regretté de ne pas avoir vu d'illustration expérimentale, même simple, des transferts thermiques. Les expériences de mise en évidence de la diffusion de particules doivent être réalisées dans des conditions où le phénomène de convection n'est pas dominant.

Leçon 22 et 23 : 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. Ce ne sont pas les machines de technologie complexe qui illustrent le mieux la leçon 23.

Leçon 24 : L'étude est clarifiée si elle s'appuie dès le départ sur un exemple concret. Les notions de système linéaire et de fonction de transfert doivent être précisément définies.

Leçon 26 : Il est important de savoir justifier la forme générale d'une onde progressive et d'une onde stationnaire. Si la notion d'impédance est utilisée, il faut préciser pour quel type d'onde elle s'applique.

Leçon 28 : Il convient de ne pas consacrer trop de temps à présenter les circonstances (rares), où la vitesse de groupe ne s'interprète pas comme vitesse de transport de l'énergie.

Leçon 29 : La propagation guidée ne concerne pas les seules ondes électromagnétiques ou optiques.

Leçon 30 : Les conventions adoptées doivent être précisées avant toute discussion sur la partie imaginaire du vecteur d'onde.

Leçon 31 : Le calcul des coefficients de Fresnel sous incidence oblique n'est pas le cœur de la leçon.

Leçon 33 : La polarisation de l'onde émise n'est pas toujours présentée. L'accent doit être mis sur l'interprétation physique des propriétés du rayonnement dipolaire électrique.

Leçon 34 : Le caractère « variationnel » du principe de Fermat doit clairement ressortir.

Leçon 35 : On attend d'un candidat à l'agrégation qu'il maîtrise les notions d'objet ou d'image réelle ou virtuelle avant qu'il ne traite des instruments d'optique et de leurs limites.

Leçon 36 : Il faut réfléchir à l'opération de moyenne réalisée par le détecteur et il est bon de connaître quelques ordres de grandeurs à ce sujet.

Leçon 37 : Le calcul des différences de marche doit être effectué aussi simplement que possible, en exploitant au maximum les « dépliements » de rayons. L'influence de l'extension spatiale de la source sur la figure d'interférences est au cœur de la leçon.

Leçon 38 : Les phases associées aux amplitudes doivent être traitées avec soin.

Leçon 39 : La notion de facteur de forme peut être introduite sur un exemple simple. L'influence du nombre d'éléments diffractants doit être discutée.

Leçon 40 : Le Laser n'est pas la seule application de cette leçon. Le Laser He-Ne n'est pas l'illustration la plus simple.

Leçon 41 : Les expériences réalisées à l'aide d'une cellule photoélectrique sont souvent mal comprises ou interprétées abusivement. Les candidats cernent souvent mal pourquoi la notion de photon s'est dégagée de l'effet photoélectrique et du corps noir.

Leçon 42 : La signification physique des différents termes de l'équation de Schrödinger n'est pas toujours connue. Le jury constate qu'un nombre significatif de candidats confondent équation aux valeurs propres et équation de Schrödinger. Enfin, les candidats sont invités à

s'interroger sur les aspects dimensionnels de la fonction d'onde et sur sa signification physique précise.

Leçon 43 : On attend du candidat un choix raisonné d'un petit nombre d'exemples, traités de manière suffisamment approfondie.

Leçons 44 et 45 : Une justification physique des conditions aux limites adoptées est attendue.

Leçon 46 : L'énergie est un point central et les applications ne doivent pas être traitées trop rapidement en fin de leçon.

Leçon 47 : Le phénomène de battement (comme son analogue quantique) est au cœur de la leçon.

Leçon 49 : La relation entre les paramètres macroscopiques du milieu et la modélisation microscopique doit être explicitée.

Leçon 51 : L'origine microscopique de l'interaction d'échange doit être discutée. L'influence de la température sur les propriétés magnétiques est au cœur de la leçon.

Leçon 52 : L'intérêt du champ  $H$  doit être clairement dégagé. L'obtention expérimentale du cycle d'hystérésis doit être analysée.

Leçon 53 : Dans cette leçon, il est important de bien distinguer les grandeurs microscopiques et les grandeurs moyennes.

Leçon 54 : L'analyse du seul circuit RLC est très insuffisante pour cette leçon.

### **Remarques sur quelques nouvelles leçons de la prochaine session**

Pour les leçons « Dynamique relativiste. Exemples » et « Exemples d'utilisation des lois de conservation en dynamique des systèmes », le jury attend que le candidat choisisse un nombre d'exemples limité, mais qu'il les analyse en profondeur.

Dans la leçon « Résonance Magnétique. Exemples et applications », le traitement pourra être classique ou quantique.

L'actuelle leçon 23 « Induction électromagnétique : circuit mobile dans un champ magnétique permanent, circuit fixe dans un champ variable. Applications » s'intitule désormais « Induction électromagnétique. Applications », laissant ainsi plus de liberté au candidat pour la présentation et l'analyse des phénomènes d'induction. Compte tenu du temps imparti, des choix restent à faire : le jury tiendra compte de leur pertinence.

La problématique abordée dans la leçon : « Cohésion de la matière de la molécule au solide. Aspects énergétiques » fait désormais l'objet de deux leçons distinctes : « La molécule : stabilité, énergie. Applications » et « Cohésion de la matière condensée ». Il s'agit ainsi de dégager du temps pour rendre les analyses moins superficielles et aborder d'avantage d'applications concrètes.

# 14 Rapport sur la leçon de chimie

## Généralités

Le présent rapport concerne les épreuves de la session 2009. Il est destiné à aider les candidats à préparer l'épreuve orale de chimie. Les rapports édités depuis la session 2003 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.

Les intitulés des leçons de chimie de la session 2009 se rapportent aux niveaux des classes de première scientifique, de terminale sciences et technologies de la santé et du social (ST2S), de terminale scientifique (enseignement obligatoire ou de spécialité) et des classes préparatoires aux grandes écoles de première année MPSI, PTSI et de seconde année MP, PSI et PT.

Le jury a eu le plaisir d'assister à de très bonnes prestations au cours desquelles les candidats ont pu montrer leur maîtrise du sujet proposé, leurs aptitudes expérimentales et leurs capacités à transmettre leur savoir. Cependant, certains exposés ont pu révéler des graves déficiences, notamment dans le domaine de la réflexion scientifique et dans celui de la communication. Ce rapport permet donc de préciser les attentes du jury en la matière.

## La leçon de chimie

Après une préparation qui dure 4 heures, les candidats disposent de 50 minutes pour présenter l'exposé de leur leçon. Un entretien d'une vingtaine de minutes environ suit cet exposé.

### La préparation (4 heures)

#### Les ressources documentaires

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

Par ailleurs, cette salle est équipée d'un ordinateur où sont stockés des documents numérisés ; un vidéoprojecteur est à leur disposition. Les ordinateurs disponibles contiennent également des logiciels de traitement de données et certains logiciels de simulation. Des transparents (non fournis) peuvent également être réalisés à la main et utilisés avec un rétroprojecteur.

Il est recommandé à ce propos de ne projeter que des figures suffisamment lisibles de loin.

Le jour du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les lieux et découvrir les documents numérisés.

Ces différentes ressources doivent permettre aux candidats, après lecture attentive de l'intitulé de la leçon, de bâtir un plan, de rechercher les protocoles d'expériences possibles et de prévoir les différentes illustrations iconographiques utiles lors de la présentation.

#### Les ressources expérimentales

Les candidats bénéficient pendant la préparation de l'aide d'une équipe technique, notamment pour la prise en main de logiciels ou l'acquisition de mesures répétitives. Ils doivent fournir à l'équipe technique une fiche comportant la liste détaillée du matériel et des produits demandés. Il est parfois nécessaire, compte tenu des contraintes locales, d'adapter un protocole issu de la littérature.

La mise en œuvre effective des expériences et leur exploitation sont naturellement à la charge du candidat. Il est conseillé, pendant la préparation, de tester toutes les 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 étapes qui seront présentées : on peut choisir en effet de montrer la mise en route d'une expérience, la prise d'une ou plusieurs mesures, une étape de purification ou de caractérisation. Le candidat veillera aussi à bien disposer du matériel et des produits qui lui seront utiles lors de la présentation, pour éviter toute recherche précipitée lors de l'exposé.

## 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 (quelques minutes avant la fin). 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 en hâte, dans les dernières minutes, un pan entier du sujet proposé. Certains sujets peuvent se prêter à des approches larges : il appartient alors au candidat de faire des choix raisonnés et de les annoncer en début d'exposé. On peut également passer rapidement sur certains points : calculs élémentaires, concepts pré-requis... pour consacrer un temps suffisant aux aspects jugés les plus importants pour le sujet considéré : il s'agit ici de faire percevoir à l'auditoire les messages essentiels que la leçon est censée faire passer.

Le jury souhaite insister fortement cette année sur l'importance de la communication dans un langage qui doit respecter les règles du français usuel et utiliser un vocabulaire scientifique approprié et rigoureux. L'orthographe doit être correcte, y compris pour les noms propres et la syntaxe bien maîtrisée : toute définition importante doit être pensée et écrite avant l'exposé pour éviter toute ambiguïté. Les lapsus sont fréquents lors des exposés, et le jury sait faire la part due au stress bien légitime des candidats. Cependant, leur accumulation peut finir par rendre l'exposé confus, voire incompréhensible.

On attire également l'attention des candidats sur l'utilisation de certains mots peu adaptés à une communication claire en chimie : ainsi, le mot « élément », ne doit pas être confondu avec atome, ion ou molécule, qui sont des termes scientifiques bien précis. Le mot « stable », s'appliquant à une espèce chimique, est souvent imprécis et appellera probablement des questions sur le caractère thermodynamique ou cinétique de cette stabilité invoquée.

Enfin, il n'est pas recommandé d'utiliser des mots trop familiers : augmenter la tension aux bornes d'une cellule d'électrolyse ne doit pas se traduire par « mettre la patate »...

Un autre point important, sur lequel insiste le jury, relève des ressources utilisées. Les manuels de l'enseignement secondaire, destinés normalement aux élèves, ne doivent pas être des références uniques et constituent rarement des sources fiables en matière de protocoles d'expériences. On attend que le candidat fasse preuve de recul et parfois d'originalité : une progression dite « classique » n'en est pas pour autant la plus pertinente (on signale que le jury dispose pendant l'exposé des ouvrages utilisés par le candidat et peut éventuellement les consulter).

Lors de l'exposé, les candidats peuvent utiliser plusieurs moyens de communication : tableau, vidéoprojecteur, rétroprojecteur. Souvent, les candidats le font avec dextérité et efficacité. Il est cependant maladroit de présenter toutes les équations de réaction écrites à l'avance. On recommande également de laisser à l'auditoire le temps de lire ce qui est présenté. Enfin, les candidats doivent se détacher suffisamment de leurs notes pour donner à la présentation le dynamisme nécessaire.

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.

**Les expériences** sont normalement 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. Une leçon dépourvue d'expériences adaptées sera toujours sanctionnée. Par ailleurs, ces expériences sont trop rarement utilisées dans une démarche d'investigation à l'origine d'établissement de résultats plus généraux.

Le choix des expériences est très important. Elles peuvent être qualitatives et nécessitent alors d'être démonstratives ou quantitatives, ce qui implique alors une réflexion minimale sur les causes d'erreurs éventuelles. Les questions de sécurité sont également à prendre en compte, sans toutefois verser dans un excès un peu ridicule : il n'est pas équivalent de manipuler de la soude concentrée chaude pour une

saponification et de la soude à  $10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> pour un dosage acido-basique. Le jury apprécie également que les candidats modifient un protocole classique pour éviter d'utiliser des produits toxiques : on peut ainsi souvent remplacer le méthanol par l'éthanol ou l'hexane par l'heptane.

Certaines leçons se prêtent à de nombreuses expériences en raison de leur intitulé (leçon 21 : dosages directs ou leçon 17 : contrôle de qualité de l'eau, par exemple) : il ne faut pas néanmoins les transformer en séances de TP. Cela nécessite de concevoir alors un fil conducteur adapté, qui permet de tenir un exposé cohérent en évitant de juxtaposer des expériences sans lien entre elles.

Les expériences, en chimie comme en physique, s'appuient sur un corpus théorique qui doit être maîtrisé par les candidats. Une expérience qui « ne marche pas » ne doit donc pas être présentée comme le résultat malheureux d'une conjoncture défavorable, mais doit être analysée pour rechercher les causes possibles d'un échec et en proposer une éventuelle remédiation. Le message essentiel est que la chimie, comme science d'expérimentation, n'en est pas moins construite et précise. La chimie est également une science d'observation : le jury attend que le candidat soit capable d'observer des changements éventuels dans un milieu réactionnel (apparition d'un gaz, changement de coloration...) et d'en proposer le cas échéant une interprétation raisonnable.

Par ailleurs, le jury est conscient que le temps de préparation ne permet pas toujours une mise en place optimale des manipulations pour obtenir, par exemple, un produit sec avec un bon rendement. Il apprécie alors que le candidat justifie le résultat obtenu en indiquant comment ce dernier aurait pu être amélioré.

La caractérisation des produits, en chimie organique, est souvent déficiente : rien ne sert de calculer un rendement si le produit fabriqué n'est pas pur (ou, pire, n'est pas le produit attendu). On constate très souvent une utilisation non orthodoxe du banc Kofler : quantité de produit étalon ou de produit fabriqué excessive sur le banc, nettoyage absent ou approximatif. En chromatographie sur couche mince, il convient souvent de diluer les produits à tester à 1 % dans un solvant adéquat.

S'agissant des dosages, fréquents dans les leçons de chimie, le jury souhaite attirer l'attention des candidats sur l'usage immodéré qui est fait de la « courbe dérivée » : cela conduit parfois à une estimation très fantaisiste du volume à l'équivalence, en raison de l'insuffisante quantité de points de mesure au voisinage de l'équivalence. Il faut par ailleurs signaler avec force que les indications portées sur les produits commerciaux (bouteilles d'eau minérale, sérum physiologique...) ne sont souvent que des valeurs moyennes et que cela doit être présent à l'esprit du candidat lorsqu'il compare le résultat d'un dosage (supposé précis) à ces indications.

L'utilisation de la verrerie reste souvent mal maîtrisée ; les pipettes jaugées doivent notamment être tenues verticalement. Le choix d'une éprouvette ou d'une pipette jaugée est par ailleurs lié à la précision de la mesure à effectuer : prélever un volume donné de solvant se fait à l'éprouvette, alors qu'une solution à doser se prélève avec une pipette jaugée. Les concentrations des réactifs titrants doivent être choisies avec pertinence pour éviter d'obtenir un volume à l'équivalence trop faible ou trop grand.

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

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. 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.



## **Remarques particulières**

(les numéros indiqués correspondent aux titres des leçons de chimie de la session 2009)

Leçons 1, 3, 23, 24 : les interactions inter et intramoléculaires sont mal connues et rarement évoquées spontanément pour expliquer certaines observations expérimentales (effets thermiques, valeurs de constantes physiques).

Leçons 26, 32, 33 : les calculs formels sont trop souvent déconnectés de la réalité expérimentale.

Leçons 15, 29, 35, 37, 38 : les courbes intensité-potentiel sont souvent mal maîtrisées. Le jury invite les candidats à approfondir leurs connaissances dans ce domaine, qui ne s'improvise pas.

Leçons 4, 31, 39, 40 : des exemples concrets et bien choisis sont attendus.

Leçons 6, 8, 19 : l'origine de la couleur d'une solution est rarement comprise ; les candidats invoquent souvent « l'émission » d'une lumière colorée.

Leçons 2, 14, 15 : les phénomènes électriques (nature des porteurs de charge...) sont souvent mal compris, notamment l'intérêt d'utiliser une tension alternative en conductimétrie. Le choix des valeurs des tensions imposées est souvent sans fondement, ce qui entraîne parfois des effets non prévus ou ignorés par les candidats.

Leçons 27, 28, 29, 32 : ces leçons doivent être centrées sur les aspects expérimentaux les plus variés, tant qualitatifs que quantitatifs, tout en conservant une cohérence d'ensemble.

## **Conclusion**

La chimie est présente dans de nombreux aspects de la vie quotidienne. Elle est aussi au cœur de nombreuses questions de société, dans le domaine notamment du développement durable.

De nombreux candidats, en faisant preuve d'une bonne maîtrise des notions fondamentales 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.

## 15 Rapport sur le montage de physique 2009

Le montage de physique, qui n'est ni une leçon ni un TP-cours, 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. Cette préparation s'effectue avec l'assistance de l'équipe technique qui peut, si nécessaire, réaliser des mesures répétitives pour le candidat en suivant strictement le protocole expérimental (même erroné) établi par celui-ci.

A l'issue de cette préparation, la présentation devant le jury dure 40 minutes. Ce temps doit être utilisé à réaliser des mesures quantitatives, à analyser la pertinence des résultats obtenus en n'oubliant pas le thème du montage choisi. Durant la présentation, le jury peut être amené à se déplacer pour voir de plus près les expériences réalisées par le candidat. Il ne doit pas alors 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.

Comme chaque année, le jury a pu assister à d'excellents montages combinant des expériences choisies avec pertinence, des manipulations soignées et des analyses correctes des résultats.

En revanche, le jury voit encore trop de prestations faibles, soit par méconnaissance de la nature de l'épreuve qui ne peut être confondue avec une leçon ou d'un « TP-cours », soit parce que les connaissances expérimentales sont mal maîtrisées ainsi que, dans certains cas, les notions correspondantes.

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

### 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. Cependant, leurs domaines de validité doivent être connus car ils conditionnent les choix des protocoles expérimentaux ainsi que la discussion des valeurs obtenues lors des mesures.

Les candidats sont libres de choisir les expériences illustrant le sujet choisi. Il n'existe pas d'expérience « incontournable ». La multiplication des montages expérimentaux peut s'avérer dangereuse. Mieux vaut deux expériences pertinentes bien réalisées et bien exploitées que quatre inabouties.

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.

Certaines expériences peuvent illustrer plusieurs sujets. Il faut alors prendre soin d'adapter les grandeurs physiques mesurées et interprétées au sujet du montage.

Un montage ne se conçoit pas sans **mesures effectuées devant le jury avec évaluation de la précision**. Les valeurs mesurées doivent, lorsque c'est possible, être discutées et comparées à des valeurs tabulées ou attendues.

Les mesures et manipulations effectuées pendant la préparation doivent être complétées par au moins une mesure réalisée devant le jury afin de montrer la compatibilité. A cette fin, il est conseillé de choisir un point situé dans l'intervalle d'étude utilisé en préparation, plutôt qu'un point extérieur.

### **Remarques générales issues des observations du jury de la session 2009.**

#### *Présentation*

Les candidats, dans la mesure du possible, doivent s'organiser pour présenter leurs montages de façon à ne pas passer 40 minutes à manipuler des dos au jury.

De même, il faut penser à réserver 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).

Il est aussi conseillé aux candidats de prendre quelques minutes avant l'arrivée du jury pour reprendre en main le début de la présentation, de manière à ne pas se retrouver perdu devant leur première expérience.

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

#### *Manipulations et mesures.*

Une connaissance des principes de fonctionnement des appareils utilisés est attendue dans l'épreuve de montage. Il est consternant de voir des montages où des appareils basiques de mesure, utilisés tout au long de la présentation, sont inconnus (sonde à effet Hall dans les mesures de champ magnétique, thermocouple pour les mesures de température ...).

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 la préparation. On attend, en effet, que la signification physique et l'incidence sur les mesures des divers paramètres réglables de ces outils soient connues.

Les mêmes remarques s'appliquent aux logiciels de traitement des données utilisés. Si une FFT est obtenue d'un simple clic, bien souvent la résolution spectrale est confondue avec le déplacement des curseurs « de part et d'autre du pic » et les paramètres d'obtention sont méconnus.

En ce qui concerne les montages 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.

Les montages d'électronique demandent à être clairs et ordonnés, faute de quoi le candidat commet de multiples erreurs.

Dans la présentation des mesures à l'aide de courbes, le jury attend que les grandeurs associées aux axes ainsi que leurs unités soient clairement indiquées et souhaite que les points de mesure soient facilement visibles.

### *Validation des mesures*

- Ne pas confondre incertitudes et erreurs systématiques.
- Penser aux incertitudes et erreurs systématiques dues aux systèmes d'acquisitions et aux traitements informatiques.
- Etudier correctement les conditions aux limites éventuelles et les domaines de validité des modèles.
- 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 pour l'identification de paramètres par régression à l'aide de calculs sur ordinateur sont les bienvenues ; cependant, l'interprétation des grandeurs statistiques issues des logiciels utilisés doit être bien maîtrisée et la notion d'intervalle de confiance clairement identifiée.

### **Commentaires sur certains montages:**

#### 1 Dynamique newtonienne

L'intitulé de ce montage change en 2010 en « Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique », afin de ne pas être contraint par une vision trop datée.

#### 2 Tension superficielle

Ce montage est choisi par de nombreux candidats et donne lieu, le plus souvent, à des prestations décevantes lorsque les candidats ignorent la difficulté des mesures de tension superficielle.

#### 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.

#### 4 Thermométrie

On attend dans ce montage des manipulations plus pertinentes que l'étalonnage d'une résistance de platine par un thermomètre à mercure. La notion de point fixe doit être connue.

#### 5 Transitions de phase.

Ce montage peut et doit être quantitatif. La notion de chaleur latente est trop souvent absente.

#### 6 Instruments d'optique

Les candidats doivent connaître et comprendre les conditions d'obtention d'images de bonne qualité. Il n'est pas suffisant d'appliquer aveuglément un protocole trouvé dans un livre.

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

#### 8 Diffraction des ondes lumineuses.

La diffraction de Fraunhofer est souvent évoquée sans que ses conditions d'obtention soient bien connues. Rappelons que les phénomènes de diffraction peuvent s'observer avec d'autres sources lumineuses que des lasers.

#### 9 Spectrométrie optique

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

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

Ce montage est souvent confondu avec le suivant (n°11). Comme le titre l'indique, il s'agit d'étudier des propriétés de matériaux et non d'ondes lumineuses, même si ces dernières constituent l'outil principal permettant d'effectuer les mesures.

#### 11 Production et analyse de lumière polarisée

Contrairement au n°10, il s'agit ici d'étudier les propriétés des ondes lumineuses. La confusion entre polarisation partielle et polarisation elliptique n'est pas acceptable.

#### 12 Emission et absorption dans le domaine optique

L'émission du corps noir n'est pas *stricto sensu* une émission spontanée. Les ordres de grandeurs des largeurs de raies et leur origine devraient être connus des candidats.

#### 13 Lasers

#### 14 Photorécepteurs

#### 15 Production et mesure de champs magnétiques

La sonde à effet Hall est souvent le seul instrument de mesure présenté dans ce montage. Trop de candidats ignorent son principe de fonctionnement.

#### 16 Milieux magnétiques

#### 17 Métaux

La mesure de la conductivité thermique d'un métal par sa réponse en température à une excitation alternative a posé problème à de nombreux candidats par suite de l'analyse des mesures à l'aide d'une loi non valide avec les conditions aux limites concernées. Le régime permanent implicitement mis en jeu doit être précisé, de même que son temps d'établissement.

#### 18 Matériaux semi-conducteurs

#### 19 Condensateurs ; effets capacitifs

Le stockage d'énergie n'est pas typique des effets capacitifs. L'intitulé de ce montage change en 2010 ; il devient « Condensateurs ; effets capacitifs. Applications » afin d'agrandir le champ d'études.

#### 20 Induction, auto-induction

L'observation subjective d'un retard à l'allumage d'une lampe ne peut être qu'une introduction qualitative du phénomène d'auto-induction qui doit être illustré par des mesures précises et une confrontation entre la mesure et le modèle décrivant le phénomène. L'étude du rendement du transformateur n'a pas sa place dans ce montage.

#### 21 Conversion de puissance électrique-électrique

Le jury souhaiterait voir de réelles mesures de puissance, pour des convertisseurs utilisés en régime nominal.

#### 22 Exemples de conversion électromécanique

Comme pour le montage 21, la notion de point de fonctionnement nominal est importante.

## 23 Capteurs et transducteurs

La différence entre capteurs et transducteurs est trop souvent méconnue. De ce fait, les candidats se limitent en général à l'étude de différents capteurs sans aborder les transducteurs.

## 24 Mesures électriques.

Depuis la modification d'intitulé de ce montage, d'autres types de mesures que celles des courants et tensions sont abordées, ce qui est positif. Cependant, les mesures de fréquence, faisant l'objet du montage 28, ne doivent pas être le seul sujet d'étude de ce montage. En outre ce montage ne saurait se réduire à l'étude du convertisseur analogique-digital.

## 25 Amplification de signaux

Les notions d'impédance et de rendement sont trop souvent éludées.

## 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). Remarque : Il n'est pas interdit de penser à d'autres domaines que l'optique.

## 29 Mesure de longueurs

Il est inutile d'utiliser un interféromètre de Michelson pour déterminer la différence de marche engendrée par une lame de microscope si on cherche à déterminer son épaisseur avec un indice peu précis !

## 30 Systèmes bouclés (oscillateurs exclus) (cf remarque du sujet 28)

## 31 Instabilités et phénomènes non linéaires (cf remarque du sujet 28)

## 32 Ondes : propagation et conditions aux limites (cf remarque du sujet 28)

## 33 Ondes acoustiques

## 34 Résonance (cf remarque du sujet 28)

## 35 Oscillateurs auto-entretenus (cf remarque du sujet 28)

De nombreux candidats ignorent l'importance des retards de phase dans l'étude de la stabilité des systèmes.

## 36 Couplage des oscillateurs (cf remarque du sujet 28)

## 37 Filtrage des signaux (cf remarque du sujet 28)

Lorsque le matériel informatique est utilisé pour tracer des diagrammes de Bode, le candidat doit être capable de gérer l'acquisition et surtout de réaliser une mesure devant le jury. Certains candidats ayant choisi d'utiliser le tracé automatique de diagramme de Bode ont eu des problèmes de gestion du matériel et n'ont pas abouti à une mesure. Rappelons que l'utilisation de ce type de support informatique n'est pas obligatoire.

## 38 Régimes transitoires

Il existe des régimes transitoires dans plusieurs domaines de la physique et pas uniquement en électricité. Bien que le régime transitoire des systèmes linéaires, évoluant en régime de réponse indicielle, puisse parfois se ramener à l'étude d'un circuit RC, la simple mesure du temps de réponse d'un tel circuit ne caractérise pas l'ensemble des propriétés des régimes transitoires. D'autre part, l'établissement de régimes permanents non stationnaires peut conduire à une physique bien plus variée que le retour à une situation d'équilibre.

### 39 Phénomènes de transports

Voir remarque du montage 17, pour l'expérience du transport de la chaleur dans une barre métallique mal interprétée.

### 40 Phénomènes dissipatifs.

# LEÇONS DE PHYSIQUE 2010

*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. Equilibrage 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. Ecoulements 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. Evolution 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. Etude 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. Etude d'un phénomène de transport : conduction thermique ou diffusion de particules. Applications.
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. Etude 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. Notion de rayon lumineux. Principe de Fermat. Conséquences et applications.
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. Coefficients d'Einstein. 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.

## 16-b LEÇONS DE CHIMIE 2010

*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. La conductimétrie : conductivité d'une solution ionique et applications (dosage volumétrique exclu). (L)
3. Le squelette carboné des hydrocarbures : relations structure - propriétés (nomenclature exclue). (L)
4. Les grandes familles de réactions en chimie organique illustrées sur l'exemple des alcools. (L)
5. Molécules de la santé : acides aminés et peptides. (L)
6. Principe et applications de la spectrophotométrie. (L)
7. Equilibre chimique en solution aqueuse : cas des couples acido-basiques. (niveau terminale scientifique)
8. Indicateurs colorés acido-basiques : étude, choix pour un dosage acide-base. (L)
9. Cinétique de réaction (catalyse exclue). (L)
10. Catalyse et catalyseurs ; applications. (L)
11. Estérification et hydrolyse des esters. (L)
12. Saponification des esters ; applications. (L)
13. L'aspirine : synthèse et dosages. (L)
14. Piles : mise en jeu de transformations chimiques spontanées. (L)
15. Électrolyses et accumulateurs : mise en jeu de transformations chimiques forcées. (L)
16. Étude qualitative et quantitative des espèces acido-basiques dans les liquides alimentaires et dans les liquides ménagers. (L)
17. Contrôle de qualité de l'eau. (L)
18. Contrôle de qualité du vin. (L)
19. Colorants : extraction, synthèse, identification. (L)
20. Arômes et conservateurs : extraction, synthèse, dosage. (L)
21. Dosages directs. (L)
22. Dosages indirects. (L).
23. Étude expérimentale du caractère évolutif des propriétés physico-chimiques dans la classification périodique. (CP)
24. Illustrations expérimentales des relations structure – propriétés des molécules. (CP)
25. Cristaux ioniques. (CP)
26. Cristaux métalliques. (CP)
27. Enthalpie de réaction : mesures et applications. (CP)
28. Illustrations expérimentales et applications des réactions de complexation. (CP)
29. Illustrations expérimentales et applications des réactions de précipitation. (CP)
30. Principe et illustrations des dosages potentiométriques (pH-métrie exclue). (CP)
31. Cinétique homogène : étude expérimentale. (CP)

32. Mécanismes réactionnels en cinétique homogène ; illustrations. (CP)
33. Illustrations et applications des lois de déplacement des équilibres. (CP)
34. Mélanges binaires : équilibres liquide-vapeur ; applications (liquides non miscibles exclus). (CP)
35. Lecture et utilisation des diagrammes d'Ellingham ; application à la pyrométallurgie. (CP)
36. Hydrométallurgie. (CP)
37. Applications des diagrammes potentiel-pH (construction exclue). (CP)
38. Applications des courbes intensité-potentiel. (CP)
39. Corrosion humide et protection des métaux contre la corrosion. (CP)
40. Exemples de mécanismes en chimie organique : additions électrophiles sur la double liaison carbone - carbone. (CP)
41. Conformations et configurations ; illustrations expérimentales (CP)

## 16-c MONTAGES 2010

1. Quantité de mouvement, moment cinétique et énergie en mécanique classique.
2. Tension superficielle.
3. Dynamique des fluides.
4. Thermométrie.
5. Transitions de phase.
6. Instruments 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. Emission 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. Conversion de puissance électro-mécanique.
23. Capteurs et transducteurs.
24. Mesures électriques.
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.

## 17 Projet de liste de montages pour l'agrégation 2011

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. Emission 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.