



# **Concours du second degré**

## **Rapport de jury**

---

**Concours : AGREGATION EXTERNE**

**Section : SCIENCES PHYSIQUES OPTION PHYSIQUE**

**Session 2014**

**Rapport de jury présenté par : Pierre DESBIOLLES**

## Table des matières

<a href="#">Composition du jury</a> .....	2
<a href="#">Avant-propos</a> .....	3
<a href="#">Réglementation de la session 2014</a> .....	4
<a href="#">Informations statistiques</a> .....	5
<a href="#">Épreuves d'admissibilité</a> .....	7
<a href="#">Rapport sur la composition de physique 2014</a> .....	8
<a href="#">Rapport sur la composition de chimie 2014</a> .....	12
<a href="#">Rapport sur le problème de physique 2014</a> .....	14
<a href="#">Épreuves d'admission</a> .....	18
<a href="#">Rapport sur la leçon de physique</a> .....	19
<a href="#">Rapport sur la leçon de chimie</a> .....	25
<a href="#">Rapport sur l'interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »</a> .....	30
<a href="#">Rapport sur le montage de physique</a> .....	32
<a href="#">Sujets des épreuves orales de la session 2014</a> .....	42
<a href="#">Leçons de physique 2014</a> .....	43
<a href="#">Leçons de chimie 2014</a> .....	45
<a href="#">Montages 2014</a> .....	46
<a href="#">Sujets des épreuves orales de la session 2015</a> .....	47
<a href="#">Leçons de physique 2015</a> .....	48
<a href="#">Leçons de chimie 2015</a> .....	50
<a href="#">Montages 2015 (liste inchangée par rapport à 2014)</a> .....	51

## Composition du jury

<b>M. Pierre DESBIOLLES</b>	Inspecteur général de l'éducation nationale Président du jury
<b>M. Jean-Marc BERROIR</b>	Professeur des universités Vice-président du jury
<b>M. Michel VIGNERON</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional Vice-président du jury
<b>M. Jean-François ALLEMAND</b>	Professeur des universités
<b>M. Yannick ALMERAS</b>	Professeur agrégé
<b>Mme Marie-Christine ANGININ</b>	Professeure des universités
<b>M. Daniel BAZZALI</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Mehdi BELFREKH</b>	Professeur agrégé affecté dans le supérieur
<b>M. Bertrand BERCHE</b>	Professeur des universités
<b>M. Frédéric BERNARDOT</b>	Maître de conférences
<b>M. Christian BRUNEL</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>Mme Catherine CHARDON</b>	Professeure de chaire supérieure
<b>M. Nicolas CHEYMOL</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
<b>Mme Émilie GENIN</b>	Maître de conférences
<b>Mme Saïda GUELLATI</b>	Professeure des universités
<b>M. Stéphane KOMILIKIS</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Jean-Christophe LARBAUD</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
<b>M. Julien LE BERRE</b>	Professeur agrégé
<b>M. Thierry LEVEQUE</b>	Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional
<b>Mme Véronique MESNIL</b>	Professeure agrégée
<b>Mme Anne PANSU</b>	Professeure de chaire supérieure
<b>M. Jean-François PAUL</b>	Professeur des universités
<b>M. Frédéric RESTAGNO</b>	Chargé de recherche au CNRS
<b>Mme Audrey THUILLIEZ</b>	Professeure agrégée
<b>M. François VANDENBROUCK</b>	Professeur de chaire supérieure
<b>M. Christophe VOISIN</b>	Professeur des universités
<b>Mme Gisèle VOLET</b>	Maître de conférences

## Avant-propos

Comme lors des trois sessions précédentes, 75 postes ont été ouverts au concours 2014 de l'agrégation externe de physique-chimie, option physique. Ces 75 postes ont été pourvus par le jury. Depuis plusieurs années, le nombre de candidats ayant composé aux trois épreuves écrites est en progression, il s'établit en 2014 à 575. Parmi les 168 candidats admissibles, plus d'un tiers sont des étudiants (61 des admissibles en 2014 contre 56 en 2013 et 55 en 2012), un tiers sont de professeurs certifiés ou de lycées professionnels (53 des admissibles contre 61 en 2013 et 49 en 2012), le nombre d'élèves des Écoles normales supérieures (33 admissibles) demeurant, comme pour les années antérieures, significatif. La plupart des normaliens ont été admis au concours et un peu plus d'un étudiant admissible sur deux a été admis, quand le taux de réussite des professeurs déjà en activité peine cette année à atteindre 8 %. L'agrégation externe de physique-chimie, option physique, reste donc un concours de recrutement qui distingue les plus jeunes des candidats, à la (courte) carrière académique (déjà) brillante. Soulignons à ce propos l'excellence de la tête de promotion 2014, le jury a tenu à saluer les prestations des premiers candidats classés. Notons enfin que la proportion des femmes admises se maintient (35 % cette année).

Comme chaque année, il convient de rappeler que le but du concours d'agrégation est de recruter des enseignants de grande qualité. Si l'excellence scientifique et la maîtrise disciplinaire restent essentielles, faire montre de qualités didactiques et pédagogiques au cours des épreuves n'est pas moins indispensable aux candidats pour réussir. Certes, les épreuves écrites permettent de s'assurer que les candidats possèdent le bagage scientifique indispensable à un futur enseignant et qu'ils savent mobiliser leurs connaissances pour aborder un problème original, souvent inspiré de travaux de recherche récents. Mais le poids important des épreuves orales dans l'évaluation finale témoigne bien de l'importance donnée à d'autres compétences, dont la maîtrise est essentielle pour exercer le métier d'enseignant. La cohérence d'une leçon, les choix effectués pour aborder ou illustrer un concept, le dialogue entre formalisation et ancrage au réel, la hauteur de vue et le recul qui permettent d'identifier les points les plus délicats d'un exposé et d'y consacrer le temps nécessaire sont autant d'éléments didactiques appréciés du jury. En ce qui concerne la pédagogie, et même si les élèves ne sont pas présents lors des épreuves, les candidats doivent par leur dynamisme, voire leur enthousiasme, témoigner de leur plaisir à communiquer. La clarté alliée à la rigueur du discours, l'utilisation à bon escient des technologies de l'information et de la communication (TIC) en leçon comme durant l'épreuve de montage, sont bien sûr également évaluées par le jury. Enfin, et surtout, la physique et la chimie sont des sciences expérimentales : l'épreuve de montage doit permettre aux candidats de manifester leurs capacités expérimentales, leur habileté, leur maîtrise de la mesure et leur juste perception de la physique comme construction qui toujours s'incline devant le réel.

Les candidats trouveront dans les dernières pages de ce rapport les listes des leçons et montages pour la session 2015. Ces listes restent proches de celles de la session 2014 : la liste des montages est inchangée, celle des leçons de physique n'a été que légèrement modifiée, la liste des leçons de chimie a été adaptée pour prendre en compte les nouveaux programmes des classes préparatoires aux grandes écoles. Comme l'année dernière, les titres des leçons et montages sont souvent courts et ouverts, afin d'inciter les candidats à faire des choix raisonnés. Le jury a d'ailleurs salué cette année les plus belles prestations de ceux des candidats qui ont su s'approprier ce nouvel espace de liberté. Il faut le rappeler : en leçon comme en montage, il n'existe pas de modèle attendu pour chacun des sujets proposés, et l'originalité est appréciée lorsqu'elle est maîtrisée. Enfin, on trouvera sur le site du ministère de l'éducation nationale (rubrique SIAC 2) le programme complet de la session 2015. A noter que figure en annexe de ce programme une liste mise à jour des points de physique qui complètent ceux déjà présents dans les programmes du secondaire et des classes préparatoires également mentionnés.

Il reste à recommander aux futurs candidats de lire attentivement ce rapport : il rassemble de précieux conseils donnés par le jury et constitue ainsi un des instruments de leur réussite.

Pierre Desbiolles  
Inspecteur général de l'éducation nationale, Président du jury

## **Réglementation de la session 2014**

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

Les programmes et les modalités de la session 2014 de l'agrégation externe de physique-chimie option physique sont consultables sur ce même site.

## Informations statistiques

75 places ont été mises au concours.

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

	2014	2013	2012	2011
Inscrits	1393	1494	1585	1409
Présents aux trois épreuves	575	560	552	515
<b>Admissibles</b>	<b>168</b>	<b>168</b>	<b>170</b>	<b>168</b>
Barre d'admissibilité	48,2/120	46,8/120	56/120	57,8/120
Moyenne générale du candidat classé premier	17,6/20	19,0/20	17,8/20	15,4/20
Moyenne générale du dernier candidat reçu	9,3/20	9,2/20	9,5/20	9,7/20
<b>Admis</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>75</b>

### EPREUVES ECRITES

Moyenne sur 20 du premier candidat admissible : ..... 19,5/20

Moyenne sur 20 du dernier candidat admissible : ..... 7,8/20

Nature de l'épreuve écrite	Moyenne des candidats ayant composé	Moyenne des candidats admissibles
Composition de physique	5,8/20	11,1/20
Composition de chimie	7,9/20	12,4/20
Problème de physique	6,2/20	11,3/20

### EPREUVES ORALES

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats présents aux épreuves orales	Écart-type
Leçon de physique	8,7/20	5,1/20
Leçon de chimie	6,7/15	3,4/15
Agir en fonctionnaire	2,8/5	1,3/5
Montage de physique	9,1/20	5,1/20

Nature de l'épreuve orale	Moyenne des candidats admis	Écart-type
Leçon de physique	12,1/20	4,0/20
Leçon de chimie	8,3/15	3,3/15
Agir en fonctionnaire	3,2/5	1,4/5
Montage de physique	12,0/20	4,5/20

**Répartition par date de naissance des candidats**

Année de naissance	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
1993	1	1
1992	3	3
1991	33	26
1990	34	21
1989	15	6
1988	10	4
1987	5	3
1986	5	3
1985	5	2
1984	3	1
1983	4	1
1982	2	0
1981	1	1
1980	2	0
1979	4	0
1978	7	0
1974 à 1977	13	0
antérieure à 1974	21	3

**Répartition par profession**

Profession	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Étudiant	61	35
Élève d'une ENS	33	29
Certifié et PLP	53	4
Autre enseignant MEN	10	1
Hors fonct. publique/sans emploi	11	6

**Répartition par sexe**

	Nombre d'admissibles	Nombre d'admis
Hommes	120	49
Femmes	48	26

## **Épreuves d'admissibilité**

Les épreuves se sont déroulées du 25 au 27 mars 2014.  
L'intégralité des sujets des épreuves écrites d'admissibilité sont consultables  
sur le site internet du ministère de l'éducation nationale, rubrique SIAC 2.



## Rapport sur la composition de physique 2014

Le sujet de la composition porte sur l'acoustique sous-marine et comporte cinq parties relativement indépendantes. La première partie aborde la propagation des ondes électromagnétiques dans l'océan et conclue sur la très grande absorption des ondes radar par l'eau de mer. Dans la seconde partie, les équations de propagation des ondes acoustiques sont établies et leurs conditions de validité sont étudiées. Une première application aux sonars constitue la troisième partie où des analogies avec l'optique ondulatoire sont introduites. La quatrième partie est consacrée à un protocole expérimental de mesure de la vitesse du son dans l'eau et à l'interprétation des résultats obtenus. La dernière partie porte sur la propagation des ondes acoustiques en milieu inhomogène.

Ce sujet aborde des notions d'électromagnétisme, d'acoustique et d'optique ondulatoire présents dans un grand nombre de leçons au programme de l'agrégation.

Il a pour but d'évaluer

1. la connaissance et la compréhension des phénomènes ondulatoires (équation de propagation, amortissement et dispersion) ;
2. la capacité des candidats à s'aider d'une analogie : de nombreux phénomènes étudiés sont les analogues acoustiques de phénomènes optiques bien connus (interférences, diffraction de Fraunhofer, équation de l'eikonale) ;
3. la maîtrise des ordres de grandeurs et de l'analyse dimensionnelle ;
4. la capacité des candidats à interpréter ou à exploiter une courbe (expérimentale ou théorique) ;
5. des compétences expérimentales (détermination d'incertitudes simples, exploitation d'un protocole) ;
6. la capacité à donner du sens à une équation mathématique (interprétation, analyse dimensionnelle, exploitation d'ordres de grandeurs) ;
7. la capacité à valider une hypothèse ou un modèle.

Le jury a eu le plaisir de lire un certain nombre de copies d'un bon niveau. Malgré cela, beaucoup de copies restent très en deçà du niveau requis pour l'agrégation, ce qui démontre une préparation insuffisante à cette épreuve. Même si certains candidats ont su commenter intelligemment leurs résultats, le jury a été globalement déçu par les commentaires ou interprétations physiques donnés. Un futur enseignant doit pouvoir interpréter une équation et lui donner du sens afin de permettre à ses élèves de se l'approprier. Il ne s'agit donc pas de paraphraser. Par exemple, dans le cas de l'amortissement des ondes électromagnétiques dans l'océan, il était demandé d'indiquer le phénomène physique à l'origine de l'amortissement de l'onde. La plupart des candidats ont répondu que l'onde était amortie dans ce milieu. Il ne s'agit pas d'une réponse apportant une information nouvelle et ce type d'argument ne rapporte aucun point. Chaque année, un grand nombre de points du barème sont accordés à ces questions appelant une réponse qualitative et argumentée. Le jury encourage les futurs candidats à y apporter le soin nécessaire.

Les exploitations de courbes ont été trop rarement abordées par les candidats. Il s'agit pourtant d'un type de capacité que doit maîtriser un futur enseignant de physique-chimie.

De nombreuses copies ne sont pas suffisamment rédigées. Même si il s'agit d'être efficace, il ne faut pas que la concision des réponses nuise à leur clarté et à leur précision. Il convient donc d'éviter de laisser de côté les interprétations physiques demandées et de ne jamais hésiter à commenter un résultat. Il est rappelé à ce propos que les résultats doivent être encadrés ou soulignés et que le numéro de la question traitée doit être apparent.

Il est conseillé aux candidats de vérifier systématiquement la cohérence de leurs résultats (homogénéité, rigueur d'écriture (scalaire/vecteur), ordre de grandeur d'une application numérique) et de faire preuve de plus de sens critique.

Les applications numériques ne sont pas toujours abordées avec le soin nécessaire. De plus, les candidats n'ont pas toujours fait la différence entre un ordre de grandeur, dont l'énoncé précisait bien qu'il devait être donné avec un seul chiffre significatif, et une application numérique à fournir avec un nombre pertinent de chiffres significatifs. Il est rappelé que tout résultat numérique dimensionné fourni sans son unité n'est pas pris en compte.

## Commentaires détaillés

### Partie 1 : Propagation des ondes électromagnétiques dans l'océan

**Question 1** Certains candidats n'ont pas reconnu les équations de Maxwell, à la très grande surprise des correcteurs.

**Question 2** Certains candidats comparent des grandeurs de dimensions différentes. L'écriture d'une fraction ou d'une inégalité de vecteurs n'a pas de sens : il s'agit de comparer les normes des différents termes. Sans application numérique et sans exploitation, il était impossible de répondre complètement à la question posée.

**Question 3** Cette question a été assez souvent réussie. Les réponses non cohérentes avec la réponse apportée à la question 2 n'ont pas été acceptées.

**Question 4** L'expression de  $\delta$  a été souvent donnée mais l'interprétation demandée est très rarement satisfaisante. En effet, mentionner l'effet de peau ne dit rien sur le mécanisme physique qui est en jeu.

### Partie 2 : Propagation des ondes sonores dans un fluide homogène

**Question 5** La plupart des candidats ne connaissent pas la définition d'un écoulement parfait, distincte de celle d'un fluide parfait. Certaines réponses étaient incohérentes avec le reste de la copie.

**Question 6** L'équation d'Euler, non fournie, n'a pas toujours été donnée correctement. La réponse étant fournie dans l'énoncé, l'argumentaire doit être parfaitement clair et indiquer les ordres des différents termes.

**Question 7** Beaucoup de candidats ont reconnu l'équation de conservation de la masse. Certains ont toutefois confondu la conservation de la masse avec la conservation de la masse volumique.

**Question 8** De nombreux candidats ont eu du mal à linéariser correctement les équations.

**Question 9** L'établissement de l'équation de d'Alembert devrait être assimilé par les candidats. La vérification de la dimension de  $c$  a été souvent oubliée. La connaissance des ordres de grandeurs de célérité est satisfaisante mais l'interprétation de leur évolution est souvent erronée : la célérité n'augmente pas avec la densité du matériau tout chose égale par ailleurs !

**Question 10** Cette question a rarement été traitée correctement.

**Questions 11 à 13** La plupart des candidats confondent une onde plane progressive ( $f(x-ct)$ ) avec une onde plane progressive harmonique ( $\cos(kx-\omega t)$ ). Cette étude énergétique a été abordée avec succès par une partie des candidats. Les dénominations fournies sont parfois incohérentes avec leur analyse dimensionnelle (on nomme énergie cinétique une grandeur dont la dimension donnée est celle d'une énergie volumique).

**Question 14** L'utilisation de la notation complexe n'est pas toujours maîtrisée par les candidats et dans le cas où  $e$  et  $\Pi$  sont déterminés, la relation les liant est trop rarement interprétée.

**Question 15** Cette question a donné lieu à de nombreuses erreurs d'application numérique sur la pression acoustique, erreurs dues à des confusions entre intensité et pression. Les candidats n'ont pas toujours su faire preuve de sens critique devant des ordres de grandeur aberrants.

**Question 16** La condition demandée porte sur la vitesse  $v$  et non sur la pression acoustique  $p$ . On ne peut conclure qu'après une application numérique commentée.

**Question 17** L'évolution de la température est trop rarement bien décrite et la question a été rarement bien traitée.

**Question 18** Cette question simple sur la statique des fluides a pu donner lieu à des erreurs de signe (le sens des axes doit être explicité, par exemple, par un schéma succinct). Une vérification de la cohérence du résultat obtenu permet d'éliminer bien des étourderies. La profondeur moyenne des océans (ou fonds océaniques) est bien connue de la très grande majorité des candidats ce qui n'a pas empêché les estimations très fantaisistes de 1 m à 5000 km.

**Question 19** Peu de démonstrations satisfaisantes. Il ne fallait pas oublier de tenir compte de la densité volumique de pesanteur dans l'équation d'Euler.

**Question 20** Question rarement abordée.

**Questions 22 à 25** La détermination de la relation de dispersion est souvent réussie mais son interprétation physique n'est pas toujours bien donnée. En particulier, trop peu de candidats savent définir correctement la vitesse de phase comme  $\omega/k'$ .

### Partie 3 : Application aux sonars

**Question 27** Cette question est classique mais beaucoup de candidats n'ont pas reconnu une équation de d'Alembert unidimensionnelle pour la fonction  $r_p$ .

**Questions 28 et 29** Questions peu abordées. Des erreurs de calculs aboutissant à des résultats non-homogènes.

**Question 30** Une majorité de réponses correctes et des commentaires judicieux ont parfois été fournis.

**Questions 31 et 32** Les candidats ont souvent commencé le calcul du facteur de phase et reconnu l'approximation de Fraunhofer. Le reste de la question a été peu abordé. Parmi les réponses fausses, l'approximation de Gauss a été très citée ce qui montre une méconnaissance du sens de cette approximation.

**Question 33** Question souvent abordée, majoritairement avec succès.

**Question 34** Les candidats sachant ce qu'est un diagramme de rayonnement sont bien trop rares.

**Question 35** Des réponses très souvent superficielles et non argumentées qui donnent une mauvaise impression au correcteur.

**Questions 36, 37 et 38** Les réponses sont souvent approximatives et la relation entre élargissement spectral et extension temporelle n'est pas toujours connue.

**Question 39** Même remarque que pour la question 35.

**Questions 40 et 41** Ces questions sont peu abordées, et encore plus rarement avec succès par manque de rigueur et de soin dans les calculs.

**Questions 42 à 44** Ces questions ne sont bien réussies que dans les meilleures copies.

### Partie 4 : Mesure de la célérité des ondes acoustiques dans l'eau

**Questions 45 à 48** Les calculs n'ont pas souvent été menés avec la rigueur nécessaire. L'interprétation physique en termes d'interférences est rarement fournie. Une interprétation en terme de nœuds et de ventres n'est pas valable ici, l'onde étudiée n'est pas stationnaire.

**Question 49** Cette question a souvent été abordée sans que les questions précédentes n'aient été traitées. La réponse est donc généralement donnée au hasard et sans justification et ne rapporte aucun point. L'identification des courbes doit être menée à l'aide d'un raisonnement explicite et scientifique.

**Question 50** Certains candidats ont bien réalisé la distinction entre les deux modes de mesure.

**Question 51** La détermination de  $c$  avec l'incertitude associée n'a été réussie que dans les meilleures copies.

**Questions 52 à 57** Questions rarement abordées.

**Question 58** Les applications numériques ont été faites dans quelques copies mais peu de candidats répondent à la question en comparant l'intervalle de variation de  $c$  à l'intervalle d'incertitudes.

**Question 59** Même remarque que pour la question 35.

### **Partie 5 : Propagation en milieu non homogène**

**Question 60** Cette question a été régulièrement abordée car elle était simple et directe d'accès. Utiliser le terme plan d'onde pour des surfaces d'onde non planes a priori est erroné.

**Questions 61 à 69** Ces questions ont été peu abordées.

## Rapport sur la composition de chimie 2014

Le sujet de la composition de chimie de la session 2014 porte sur la chimie des monosaccharides et polysaccharides et permet d'aborder différents domaines de la chimie : stéréochimie, chimie des solutions, méthodes de dosages, cinétique et synthèse de molécules.

On note des nouveautés apparues dans l'épreuve de chimie 2014 : la résolution de problèmes et l'introduction de tâches complexes. Ces types d'activité figurent dans les nouveaux programmes du lycée général et technologique ainsi que dans les programmes des classes préparatoires aux grandes écoles. Ils pourront occuper une place croissante dans les futures épreuves du concours.

L'épreuve se compose de quatre parties indépendantes, elles-mêmes divisées en thèmes variés et largement indépendants. La première partie s'organise autour de l'étude d'un monosaccharide : le rhamnose. La deuxième partie porte sur différentes techniques de dosage des sucres. La troisième partie aborde la synthèse et l'étude des propriétés en solution aqueuse d'un polysaccharide. Dans la quatrième et dernière partie, on étudie la synthèse d'un polymère à partir d'un monomère portant des greffons saccharide.

Le sujet comporte un grand nombre de questions de type « tâches simples », nécessitant parfois directement la restitution de connaissances ou s'appuyant sur des raisonnements ou calculs classiques aux niveaux de la Licence ou des classes préparatoires aux grandes écoles, ainsi que quelques questions plus ouvertes de type « tâches complexes » nécessitant l'exploitation de documents dans l'esprit des nouveaux programmes de lycée et des classes préparatoires aux grandes écoles.

### Remarques générales

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

Le jury se félicite d'avoir corrigé de très bonnes copies bien écrites, sans fautes d'orthographe, mais aussi bien rédigées. Une bonne rédaction suppose l'explicitation des lois utilisées, l'explication du raisonnement effectué et, enfin, un commentaire du résultat obtenu. Les arguments doivent être choisis avec discernement et être insérés au bon endroit. Une bonne maîtrise de la langue française est en effet indispensable à un futur professeur. Les candidats manquent souvent de justesse dans le vocabulaire utilisé ainsi que d'arguments scientifiques dans les réponses aux questions, l'énoncé n'est pas toujours lu avec attention. Les définitions données sont souvent imprécises ou incomplètes. L'analyse de données nécessite de mettre en œuvre une démarche scientifique, ce qui n'est pas toujours le cas. La chimie est une discipline scientifique à part entière, où les raisonnements sont précis et argumentés, les dispositifs expérimentaux décrits et représentés avec soin, les calculs menés à leur terme et exploités.

### Commentaires spécifiques au sujet Première partie. Étude du L-rhamnose

Cette première partie est celle qui a été la plus traitée par les candidats. Le jury a été surpris que certains candidats ne connaissent pas la fonction aldéhyde et que les règles de Cahn Ingold et Prelog ne soient pas entièrement citées. La question 7 est en général bien traitée. Tous les candidats n'ont pas eu l'idée d'utiliser l'intersection des courbes de la figure 2 pour déterminer les valeurs des constantes de formation successives des complexes et font parfois des calculs à la fois compliqués et peu précis. Il y a aussi des confusions entre constante successive et constante globale. La notion de potentiel standard apparent n'est pas bien comprise. Très peu de candidats identifient d'abord les couples redox à étudier. Le pouvoir rotatoire est souvent confondu avec l'activité optique. Sur le schéma du polarimètre, il y a confusion entre la déviation de la lumière et la déviation du plan de polarisation de la lumière polarisée rectilignement.

## **Seconde partie. Quelques techniques de dosage du glucose**

Le diagramme potentiel-pH est souvent tracé et en général avec succès. Par contre certains candidats ne voient pas la dismutation du diiode en milieu basique. La configuration électronique de l'iode est en général correcte, mais la représentation de Lewis et la géométrie de l'ion iodate sont souvent fausses. La définition d'une solution tampon acidobasique et sa préparation sont en général bien connues. Les questions plus ouvertes, de type tâche complexe, 30 et 32 ont été peu abordées, bien que la question 32 ait été plus souvent traitée. Quand le dosage du glucose par iodométrie est étudié, les candidats s'arrêtent au calcul de la concentration des ions triiodure. Pour la spectrophotométrie, les candidats précisent qu'il faut choisir une longueur d'onde de travail où une forme absorbe beaucoup et l'autre très peu et qu'il faut tracer une courbe d'étalonnage. Nous encourageons les futurs candidats à se préparer pour ce type de questions car la démarche de résolution ne s'improvise pas le jour de l'épreuve.

## **Troisième partie. Étude de polysaccharides : les pectines**

Souvent les candidats confondent la conductivité et le caractère conducteur d'une solution. Lors de l'exploitation de la figure 8, les candidats ne font pas toujours le bilan de tous les ions présents dans la solution.

Les questions de chimie organique sont mieux traitées que les années précédentes, quand elles sont abordées. L'écriture des mécanismes réactionnels sont encore à améliorer. Le choix d'un mécanisme réactionnel limite  $S_N1$  ou  $S_N2$  est peu justifié. Quand la chimie organique est abordée de manière conséquente, la copie est souvent de qualité. Nous encourageons les futurs candidats à approfondir leurs connaissances dans le domaine de la chimie organique que l'on retrouve abondamment dans les nouveaux programmes des classes scientifiques des lycées général et technologique.

## **Quatrième partie. Étude d'un glycopolymère**

Bien que le sujet soit plus court cette année pour laisser plus de temps à la réflexion, cette dernière partie est moins traitée par les candidats et de façon très inégale. Certains candidats confondent la vitesse de disparition avec la vitesse d'apparition d'une espèce chimique, ne connaissent pas l'intérêt de faire une distillation sous pression réduite. Souvent les candidats confondent la question « pourquoi un monomère peut être polymérisé » avec celle de l'énoncé « pourquoi un monomère peut être polymérisé par voie cationique ». Toutefois, la réaction d'amorçage et la justification de la régiosélectivité de la réaction d'addition sont bien traitées dans de bonnes copies. La définition d'un polymère vivant est souvent fantaisiste.

## **Conclusion**

Comme il a déjà été dit, les remarques précédentes sont destinées à servir de guide et d'encouragement pour les efforts de préparation des candidats, futurs enseignants. Le jury souhaite féliciter les candidats qui ont su montrer des connaissances solides et générales dans les différentes parties de l'épreuve et faire preuve de bonnes facultés de raisonnement. La part de l'investissement en chimie lors de la préparation du concours a pu ainsi être récompensée.

## Rapport sur le problème de physique 2014

Ce problème porte sur des analogies entre l'optique ondulatoire traditionnelle et l'optique atomique. Il a donné aux candidats l'opportunité de montrer leurs qualités scientifiques dans divers domaines de la physique. En effet, leur étaient demandés des raisonnements aussi bien en mécanique classique du point matériel, en optique ondulatoire et électromagnétique, qu'en mécanique quantique et en physique statistique classique ou quantique. Le sujet incluait également diverses questions de culture générale.

Si le jury a pu apprécier de nombreuses bonnes, voire très bonnes, prestations, il a été surpris que nombreux aient été ceux des candidats dramatiquement freinés par des lacunes concernant des outils mathématiques ou la physique elle-même, lacunes que l'on aurait pu espérer inexistantes considérant le niveau des connaissances requis par le concours.

Ajoutons un mot sur la rédaction des copies. Certaines sont loin d'être exemplaires: résultats non encadrés, applications numériques parfois sans unités ou non commentées, peu d'effort de lisibilité, des calculs effectués mais pas complètement mis en forme. Il est bon de rappeler que ce n'est pas aux correcteurs de terminer les calculs pour voir si la démarche présentée est susceptible d'aboutir.

Par ailleurs, il faut également rappeler qu'un énoncé plutôt long doit être perçu par les candidats comme une opportunité. Ils peuvent ainsi choisir les portions du sujet qu'ils préfèrent traiter, en obéissant à leurs goûts et aptitudes ; une lecture préalable et suffisamment attentive de l'énoncé est nécessaire pour faire correctement ce choix. Les prestations honorables, ou plus, ont concerné ceux qui se sont attelés à entrer dans le vif des thèmes proposés dans quelques sous-parties, ou plus, auxquelles ils ont consacré posément du temps et de l'énergie. Une fois de plus, il nous faut répéter que tenter de répondre à des questions picorées tout au long du texte, est une stratégie qui ne permet de mettre en exergue aucune qualité scientifique chez les candidats et qui conduit en outre systématiquement à un échec cuisant en termes de points.

A plusieurs reprises, le texte proposait non pas de dérouler des calculs mais de commenter des graphes comportant les résultats d'études numériques. Ce type d'approche permet a priori de déceler le recul du candidat, son esprit critique de physicien et sa capacité d'analyse. Les copies ont été globalement très décevantes sur ces parties. Certes l'exercice demandé ici sortait du cadre plus scolaire d'autres parties du sujet, pour autant il n'était pas foncièrement différent, toute proportion gardée, de l'approche en cours de développement dans les programmes de lycée. Le jury a eu quand même le plaisir de lire des copies dans lesquelles ces questions étaient très bien traitées.

Les réponses aux questions relevant de la culture générale recèlent de nombreuses perles. Nous n'en ferons pas ici la liste. Nous souhaitons simplement insister auprès des candidats sur l'importance de ces questions. En effet, le rôle d'un professeur agrégé est de transmettre des idées, des modèles ou encore des concepts sur des processus physiques. Les idées en physique sont souvent reformulées au fil du temps pour mieux en percevoir la profondeur, des mots ou expressions spécifiques sont parfois créés à une époque donnée pour accompagner le développement d'un concept. Citons l'exemple du terme d'intrication quantique qui, au XX<sup>ème</sup> siècle, ne figurait dans aucun livre avant les années 80, même si des situations physiques avec des corrélations quantiques y étaient décrites.

Un cours s'enrichit toujours lorsqu'il comporte une composante de positionnement historique et l'enseignement supérieur s'applique le plus souvent à ne pas négliger cet aspect de la formation. Les candidats qui préparent l'agrégation gagnent à intégrer cette dimension de leur discipline, notamment par le biais de leur préparation aux leçons au cours de l'année de préparation. Connaître l'histoire de son domaine de spécialité nous semble nécessaire au bon exercice de la profession.

Suivent ci-dessous quelques remarques détaillées concernant des questions précises.

### PARTIE 1

**Question 1** C'est parfois seulement au terme d'une page d'analyse dimensionnelle que certains candidats aboutissent au résultat alors qu'il est possible de résoudre rapidement cette première question à l'aide par exemple de l'expression du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle ou grâce à l'équation de Maxwell-Gauss.

**Question 2** Cette question a révélé de nombreuses confusions dans l'esprit des candidats. Nous invitons donc les candidats à bien réfléchir aux différences entre dipôle permanent et dipôle induit. Ces problématiques peuvent alimenter des questions dans les leçons.

**Question 4** Il semble utile de rappeler qu'un saut quantique entre deux états peut être considéré comme instantané, et qu'il se produit après une durée de présence dans l'état excité qui obéit à une distribution le plus souvent exponentielle et dont la constante de temps caractéristique est appelée durée de vie. Elle est par exemple de l'ordre de 30 ns pour les transitions optiques des atomes alcalins.

**Question 5 à 8** La résolution, en régime établi, d'une équation différentielle linéaire avec un terme source harmonique, puis le retour in fine à la grandeur physique réelle, sont apparus d'une difficulté hors d'atteinte pour une fraction non négligeable des candidats, en dépit des nombreuses indications de l'énoncé. Cette lacune mathématique est pour le moins surprenante chez des étudiants de niveau quatrième année d'université, prétendant de surcroît devenir des enseignants agrégés.

**Question 11** Les calculs numériques sont grandement simplifiés en tenant compte du fait que les deux longueurs d'onde d'excitation sont très éloignées de la résonance.

Pour les questions 7-11, une même notation pour la masse de l'atome et de l'électron était utilisée dans l'énoncé. Même si l'immense majorité des candidats a utilisé spontanément la masse de l'électron, le jury a tout de même accepté les réponses et les applications numériques où figurait la masse de l'atome, attribuant ainsi l'erreur à une confusion introduite par l'énoncé.

**Question 12** Il est à noter que la comparaison de l'énergie potentielle  $U$  de l'atome avec l'énergie de masse de l'électron n'a aucun sens physique. (Mais  $U$  pourrait se comparer à l'énergie de masse de l'atome, pour savoir si celui-ci a un mouvement relativiste ou non.)

**Question 13** Le jury a été surpris de ne voir que trop rarement la bonne réponse. Nous tenons à souligner l'importance pour un physicien des cadres de validité des modèles qu'il développe. C'est un point très important qui est systématiquement approfondi à l'écrit comme à l'oral.

## PARTIE 2.1

**Question 14** Le rayonnement X a été découvert en 1895 par Wilhelm Röntgen (prix Nobel 1901) ; l'étude de l'interaction de ce rayonnement avec les cristaux ne peut être que postérieure. Les réponses excessivement vagues (« au XIXe siècle », « au XXe siècle ») n'ont pas été agréées. D'autres réponses, pas admises non plus, ont été très surprenantes ; « au XVIe siècle », par exemple, ou celles des candidats qui attribuent à Einstein des qualités d'expérimentateur.

**Questions 15-16** Un raisonnement rapide était attendu des candidats. Il était vain de reproduire la figure 1 du texte, utile pour retrouver l'expression (fournie) de la différence marche géométrique entre les deux chemins de phase (1) et (2). Dans la même veine, il n'était pas demandé de démontrer que deux ondes cohérentes interfèrent constructivement lorsque leur différence de marche est un multiple de la longueur d'onde. On rappelle que, de manière très générale, rigoureusement aucun point n'est attribué pour des réponses, aussi brillantes soient-elles, à des questions qui ne sont pas soulevées par l'énoncé.

**Question 21** S'il est vrai que l'expression de l'impulsion  $p = h/\lambda$  (relation de de Broglie) est valable aussi bien pour un photon que pour un électron, la formule  $E = h\nu = hc/\lambda$  pour l'énergie de la particule ne s'applique néanmoins qu'au photon.

**Question 22** La question a souvent été mal comprise, l'hélium ne constituait pas la cible mais le projectile.

## PARTIE 2.2

**Question 24** Très peu de candidats ont mentionné la mise en mouvement d'électrons libres, et l'effet Joule subséquent, pour justifier la perte d'énergie d'un faisceau optique se réfléchissant sur un miroir métallique.



**Question 25** Les ondes électromagnétiques de longueurs d'onde centimétriques (les micro-ondes) sont certes réfléchies par un miroir métallique, mais il est naturellement inutile de réaliser un poli de qualité optique pour réaliser l'opération, sans compter les problèmes de taille latérale. Aussi les réponses voulant utiliser des miroirs métalliques dans le domaine des micro-ondes, voire dans le domaine des ondes radio, n'ont-elles pas été admises.

**Question 27** A contrario, considérant la formulation de la question, le jury a agréé toutes les utilisations des miroirs métalliques, du télescope au miroir de salle de bain, en passant par la centrale solaire, le rétroviseur de voiture ou l'interféromètre de Michelson...

**Question 28** Il est fort surprenant que des candidats n'aient pas réussi à retrouver la relation entre les champs électrique et magnétique d'une onde plane progressive monochromatique dans un milieu linéaire, homogène et isotrope.

**Question 30** Il n'était pas rare de voir des candidats confondre direction de propagation et axe de polarisation.

**Question 31** On ne peut pas calculer le champ  $B_{\text{total}}$  à partir de  $E_{\text{total}}$  par une simple relation de structure car  $E_+$  et  $E_-$  n'ont pas le même sens de propagation.

**Question 33** Il n'a pas manqué de candidats qui ont voulu induire la démarche à partir du résultat donné dans l'énoncé, à la question suivante. Cependant, infiniment peu d'entre eux y ont rencontré le succès, qui s'obtient en écrivant soigneusement l'amplitude des deux ondes émergeant du dioptre en fonction de celles des deux autres ondes qui s'y dirigent (la relation entre les taux de réflexion et de réfraction, donnée à la question 40, est aussi requise).

**Question 35** Dans le calcul du déterminant, le préfacteur de la matrice 2x2 se retrouve au carré. De très nombreux candidats ont commis cette erreur élémentaire de faire apparaître ce préfacteur tel quel dans l'expression du déterminant.

**Question 38** La question était sans malice, tous les éléments pour y répondre ayant été introduits antérieurement. Mais elle nécessitait un minimum de soin et d'attention : un grand nombre de candidats n'ont pas su multiplier dans le bon ordre les matrices entrant dans la composition de S.

**Question 40** Le calcul des deux éléments diagonaux de S a parfois posé des difficultés. (Notamment aux candidats qui ont estimé bon d'invertir les matrices composant S pour simplifier leurs multiplications...)

### PARTIE 2.3

**Question 48** Cette question de mécanique classique du point matériel, pourtant élémentaire, a été globalement très mal traitée par les candidats. Certains n'ont pas tenu compte de l'épithète "classique" qualifiant la particule, et ont fait une discussion, hors sujet, en termes de fonctions d'onde. D'autres ont cru pouvoir imposer un mouvement étrange à la particule classique, lui commandant d'être piégée par le puits de potentiel alors que l'énergie de celle-ci est positive, ou trouvant des raisons, largement non physiques cela va sans dire, qu'elle puisse être renvoyée en sens inverse.

**Question 49** A l'évidence et contre toute attente cette question très simple a posé de nombreux problèmes aux candidats.

**Questions 58-60, 62, 63** Des commentaires physiques sur les figures 6.a et 6.b étaient attendus : paraphraser la légende de la figure 6 était sans intérêt (et sans valeur).

**Questions 67-68** De façon surprenante, ces questions ont posé de grandes difficultés à de nombreux candidats. La clé est de parvenir à trouver la moyenne temporelle du produit  $\cos(\omega t)\cos(\omega t + \phi)$  ; la résolution de ce problème devrait largement être dans les cordes d'étudiants de niveau quatrième année d'université, prétendant de surcroît devenir des professeurs agrégés.

**Question 72** Le bon sens impose que le refroidissement laser des atomes n'ait pu être étudié qu'après l'invention du laser lui-même, au tout début des années 1960. Des réponses du type : « au début du XXe siècle » ou « dans les années 1800 », n'ont donc bien sûr pas pu être admises.

**Question 73** On peut remarquer l'immense notoriété dont jouit, à juste titre bien sûr, Albert Einstein (1879-1955) auprès des candidats. Cependant, ce n'est sans doute pas faire injure à sa mémoire que de reconnaître qu'il n'a peut-être pas tant que ça contribué au refroidissement laser des atomes, dont les études ont démarré au moins un quart de siècle après sa disparition.

**Question 74** De nombreux candidats ont « oublié » les trois nouveaux degrés de liberté quadratiques apparaissant par atome, du fait du piégeage (cf. formule du bas de la page 12), et ont donc commis une erreur d'un facteur deux sur l'énergie du gaz. En outre, l'énergie demandée est clairement celle du gaz dans son ensemble, proportionnelle au nombre  $N$  d'atomes (et non l'énergie moyenne d'un atome unique).

**Question 83** Le terme de pompage optique n'a été que très rarement évoqué. Rappelons qu'il peut être abordé qualitativement en classe de terminale scientifique autour de la notion de laser.

### PARTIE 3.1

**Question 93** Il s'agit d'une question de cours qui a révélé une grande confusion dans l'esprit de nombre de candidats. Il s'agit simplement de regarder la parité du nombre de particules élémentaires d'un atome donné (neutron, proton et électron).

**Question 94** Beaucoup de candidats ont fait l'essentiel du commentaire demandé sur l'énergie non nulle de l'état fondamental. Cela est d'un intérêt fort marginal ici. Nous attendions une discussion plus fournie sur la somme des degrés de liberté indépendants par exemple.

### PARTIE 3.2

**Question 111** De manière surprenante, de nombreux candidats sont allés contre l'énoncé même de la question, en écrivant une fonction d'onde en sinus trigonométrique, et une annulation de cette fonction d'onde aux frontières.

**Question 127** Le calcul de variance est celui de la moyenne des  $(v - \langle v \rangle)^2$  et pas seulement celle des  $v^2$ .

### PARTIE 3.3

**Question 134** L'expression du taux de collision en fonction des trois grandeurs fournies (section efficace, densité et vitesse moyennes atomiques) peut être retrouvée grâce à des arguments dimensionnels. A tout le moins, cette démarche permet d'éviter de proposer une expression fantaisiste de ce taux de collision.

### PARTIE 3.4

**Question 136** Certes plusieurs copies oublient que les opérateurs de création et d'annihilation ne commutent pas. Toutefois, cette question a été dans l'ensemble assez bien traitée.

## **Épreuves d'admission**

Les épreuves se sont déroulées du 25 juin au 9 juillet 2014  
au lycée Marcelin Berthelot (Saint-Maur-des-Fossés).

## Rapport sur la leçon de physique

### Déroulement de l'épreuve

Cette épreuve consiste en la présentation d'une leçon de 50 minutes, dont le sujet a été tiré au sort par le/la candidat(e) parmi une liste qui figure dans le rapport du jury de l'année précédente. A l'issue de la présentation, le jury s'entretient avec le/la candidat(e) pendant une durée maximale de vingt minutes. Cet entretien permet au jury de sonder l'assise et la profondeur des connaissances du/de la candidat(e) et d'évaluer certaines compétences professionnelles. Le jury peut interroger les candidats sur leurs choix didactiques et pédagogiques, demander d'approfondir certaines notions, aborder les points de la leçon qui seraient restés imprécis ou obscurs.

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

Un ordinateur et un vidéoprojecteur sont disponibles dans chaque salle. Les candidats peuvent ainsi projeter des documents tirés d'une base de données (schémas descriptifs, animations, photographies, ...) et classés par thèmes. Les logiciels usuels (Openoffice, Word, Excel, Maple...) sont installés sur les ordinateurs. Les candidats disposent également d'un rétroprojecteur (ils doivent apporter leurs transparents et feutres).

### Quelques remarques d'ordre général

#### La leçon à l'oral de l'agrégation

La leçon est une épreuve permettant au jury d'évaluer les capacités des candidats à transmettre un message clair et cohérent qui s'appuie sur des connaissances maîtrisées. Il s'agit de se placer dans une situation d'enseignement devant un public d'étudiants qui découvrirait pour la première fois le sujet de la leçon. Le jury apprécie la rigueur scientifique, la cohérence de raisonnement, la clarté et le dynamisme de l'exposé, le niveau de langage des candidats.

L'intitulé des leçons en impose bien évidemment 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/la candidat(e) n'a pas compris le sujet ou a tenté de le contourner.

Une leçon s'inscrit dans une progression pédagogique. Si certaines leçons sont des leçons d'introduction de concepts nouveaux, d'autres donnent l'occasion d'un approfondissement. Les candidats doivent donc préciser dès le début de la leçon le niveau auquel ils se placent (classes préparatoires, première année, seconde année ou troisième année de licence), les pré-requis nécessaires et les objectifs de la leçon. Les pré-requis doivent évidemment être maîtrisés par les candidats. Ils auront aussi à cœur de faire ressortir clairement quelques messages forts.

Certaines leçons concernent des domaines tellement vastes qu'il est impossible d'être exhaustif : des choix sont à faire, qui doivent être précisés et justifiés, mais il n'y a pas de leçon-type attendue par le jury. Dans tous les cas, les candidats ne doivent pas se limiter, dans un exposé purement descriptif, à commenter des résultats. Le jury attend aussi que ces résultats soient établis.

#### Les attentes du jury

La leçon est par essence une épreuve destinée à évaluer les capacités à enseigner. Il est donc préférable d'exposer des concepts simples, bien maîtrisés et bien illustrés, que se lancer dans des développements trop complexes, qui ne sauraient de toute façon susciter l'admiration du jury. Les candidats doivent toujours considérer qu'ils se placent de fait dans une situation d'enseignement devant un public d'étudiants.

Le jury est particulièrement sensible à la précision, à la rigueur, à l'honnêteté intellectuelle des candidats et à la logique du développement de la leçon. Il semble utile de préciser qu'une leçon doit être impérativement « contextualisée ». On ne se lance pas dans les calculs sans en donner la motivation, que ce soit à partir d'une situation expérimentale, d'une observation de la vie courante ou d'une interrogation conceptuelle fondamentale. La durée de la leçon doit permettre de consacrer la plus grande part de temps imparti au traitement du sujet, mais la conclusion peut être l'occasion d'une mise en perspective avec des développements récents. Les élèves ont accès à la littérature de vulgarisation, ils possèdent une culture générale et peuvent avoir entendu parler de notions ne relevant pas de leurs programmes (ondes gravitationnelles, Big Bang, boson de Higgs, horloges atomiques, graphène, matière noire, moteurs moléculaires, etc), mais au sujet desquelles ils s'interrogent. Ils peuvent donc avoir des attentes à l'égard de leurs professeurs. Par ailleurs, bien que l'originalité ne soit pas nécessairement une qualité en soi, le jury sait apprécier une leçon qui sort de l'ordinaire *de manière pertinente*.

Les différentes grandeurs et notions doivent être présentées avec soin et, le cas échéant, illustrées par des valeurs numériques pertinentes, faisant référence à des conditions expérimentales bien définies. Les limites de validité des modèles présentés doivent toujours être clairement explicitées. Le jury est sensible à l'utilisation de l'analyse dimensionnelle et à la discussion d'ordres de grandeur. Les conventions d'orientation et les signes des différentes grandeurs doivent être discutés avec soin, au besoin grâce à un schéma explicite, qui permet souvent de lever bien des ambiguïtés. De façon plus générale, on comprendra que le jury puisse être contrarié par le manque de rigueur que révèle l'absence de définition des systèmes sur lesquels les candidats sont amenés à raisonner, l'incohérence des notations, les erreurs d'homogénéité, les égalités de grandeurs scalaires et vectorielles, ou encore l'absence d'unités dans l'écriture des valeurs numériques.

Les candidats peuvent avoir recours, pour illustrer leur leçon, à un ensemble de documents, extraits des ouvrages de la bibliothèque et numérisés. L'utilisation de ces diapositives permet de gagner du temps. Il faut néanmoins veiller à la concordance des notations de la diapositive et de l'exposé écrit au tableau, ou, à défaut, il convient d'expliciter les correspondances éventuelles. Cependant, si l'utilisation d'une diapositive permet de projeter un schéma complexe, il importe aussi que les candidats révèlent leur aptitude à tracer au tableau un graphe ou un schéma de façon soignée. Cela peut leur donner l'occasion, par exemple, d'analyser le comportement asymptotique de telle ou telle grandeur, et par là même d'apporter du sens à l'exposé.

De même, il semble important au jury, lorsque le/la candidat(e) fait référence à une expérience historique, de préciser dans quel but cette expérience fut réalisée et quelles en furent les conclusions. L'ensemble des leçons permet en effet d'aborder les grandes étapes de l'élaboration des connaissances en physique. Il est regrettable à cet égard de constater que les candidats ignorent les noms des physiciens associés aux notions qu'ils présentent, peuvent avoir une idée très imprécise de la chronologie des différentes avancées, ou qu'ils se trompent parfois d'un siècle quant à la date d'une découverte ou de l'élaboration d'une théorie.

Plusieurs leçons exigent de présenter des calculs. Les démonstrations des résultats importants sont attendues. Pour autant, établir une relation particulière ne saurait être une fin en soi. Il est crucial de motiver la nécessité de faire le calcul et d'en présenter l'objectif avant de le mener, puis d'en dégager le sens physique. Les candidats peuvent à cet effet commenter l'influence des différentes grandeurs physiques impliquées, analyser un comportement asymptotique, illustrer le résultat par une représentation graphique, une évaluation d'ordre de grandeur, ... Dans de rares cas, la présentation exhaustive de la suite des calculs au tableau peut être trop longue relativement au temps imparti : le candidat peut alors avoir recours à des transparents. Toutefois, le jury souhaite d'une part avoir le temps de lire le transparent et d'autre part que le gain de temps correspondant soit consacré à une interprétation ou des commentaires physiques des résultats. Naturellement, il n'est pas raisonnable de mener tous les calculs sous forme de transparents et les calculs ne doivent pas servir de refuge pour « gagner » du temps. De plus, ils peuvent dans certains cas être évités grâce à des arguments dimensionnels. Rappelons une fois encore que la priorité doit être donnée à l'interprétation physique : il faut « faire parler » les équations.

Le jury invite les candidats, au cours de leur année de préparation, à s'interroger afin de prendre du recul, à apprendre à donner du sens physique aux différentes relations.

## Les illustrations expérimentales

Les illustrations expérimentales sont vivement encouragées. Dans la plupart des cas, il est recommandé de présenter un schéma clair et annoté de son expérience soit au tableau, soit sur transparent. Présentée dans une démarche inductive ou déductive, l'expérience doit être interprétée avec soin et exploitée au maximum. Il n'est pas nécessaire de multiplier ces expériences mais il est indispensable de bien les utiliser. Si le choix est fait de mettre en place une expérience pendant le temps de préparation, il faut non seulement la mettre en œuvre effectivement pendant la leçon, mais aussi l'analyser et non pas simplement la considérer comme une illustration de la théorie. Il faut également être en mesure de répondre aux questions relatives au montage expérimental et sur le matériel utilisé. Ces remarques s'appliquent également à la présentation d'expériences historiques.

## Quelques remarques sur la forme

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

Les candidats doivent se soucier de la lisibilité de leur exposé : clarté de l'écriture (au tableau ou sur les transparents), des schémas explicatifs, taille raisonnable des caractères, gestion rationnelle du tableau. Un transparent fugitivement exposé, un tableau trop tôt effacé sont mal perçus. Le jury apprécie peu les prestations dans lesquelles le/la candidat(e), le dos trop souvent tourné vers le jury, recopie ses notes au tableau. De même, il va sans dire que le jury est particulièrement sensible au dynamisme et à l'enthousiasme avec lesquels un/une candidat(e) délivre son message, ce qui traduira son goût pour la physique et pour l'enseignement.

## L'entretien

Au cours de l'entretien, le jury pose différents types de questions. Le jury se réserve le droit de poser des questions sur les pré-requis dans les aspects en relation avec la leçon. Il peut être amené à demander des éclaircissements sur certains développements de la leçon ou à prolonger à un niveau plus avancé certains points de la leçon. Les candidats peuvent naturellement appuyer leurs réponses sur leurs connaissances à tous les niveaux d'enseignement.

## Remarques particulières sur certaines leçons

Les remarques qui suivent font référence à la liste des questions de la session 2014.

### **Leçon 1 :** *Contact entre deux solides. Frottement.*

Il est toujours intéressant de posséder des notions sur les modèles microscopiques du frottement.

### **Leçon 2 :** *Caractère non galiléen du référentiel terrestre.*

Il est important d'expliciter les conditions dans lesquelles on peut négliger le caractère non galiléen d'un référentiel en général. Les candidats veilleront à choisir des exemples pertinents pour illustrer le caractère non galiléen du référentiel terrestre et à quantifier la précision à laquelle ils travaillent.

### **Leçon 3 :** *Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.*

Les candidats ignorent trop souvent les principes de fonctionnement et les performances des gyroscopes modernes.

### **Leçon 5 :** *Cinématique relativiste.*

Cette leçon exige une grande rigueur dans l'exposé tant sur les notions fondamentales de relativité restreinte que sur les référentiels en jeu. Elle invite les candidats à faire preuve d'une grande pédagogie pour présenter des notions *a priori* non intuitives et faire ressortir les limites de l'approche classique. Un exposé clair des notions d'invariant relativiste est attendu.

### **Leçon 7 :** *Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux.*

L'exemple de l'écoulement de Poiseuille cylindrique n'est pas celui dont les conclusions sont les plus riches. Les candidats doivent avoir réfléchi aux différents mécanismes de dissipation qui peuvent avoir lieu dans un fluide. L'essentiel de l'exposé doit porter sur les fluides newtoniens : le cas des fluides non newtoniens, s'il peut être brièvement mentionné ou présenté, ne doit pas prendre trop de temps et faire perdre de vue le message principal.

**Leçon 8 : *Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide.***

La notion de viscosité peut être supposée acquise.

**Leçon 9 : *Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides.***

Le lien avec les potentiels thermodynamiques n'est pas souvent maîtrisé. Il est important de dégager clairement l'origine microscopique de la tension superficielle. Le jury constate que trop souvent les candidats présentent des schémas où la représentation des interactions remet en cause la stabilité mécanique de l'interface. Le jury apprécie les exposés dans lesquels le/la candidat(e) ne se limite pas à la statique.

**Leçon 10 : *Gaz parfait, gaz réels.***

Les candidats doivent avoir réfléchi à la notion de collision à l'échelle moléculaire et prendre du recul vis-à-vis du modèle des sphères dures. Le calcul de la pression cinétique doit être fait avec soin. Il faut préciser à quel moment intervient la moyenne statistique des grandeurs microscopiques. Les limites du modèle du gaz parfait et le cas des gaz réels doivent occuper une partie significative de la durée de la leçon.

**Leçon 12 : *Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé.***

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

**Leçon 13 : *Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.***

L'utilisation de diagrammes thermodynamiques relatifs à des fluides réels pour illustrer le propos est appréciée par le jury. Les moteurs thermiques ne sont pas réalisés en visant uniquement un rendement optimal.

**Leçon 14 : *Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases.***

Il n'y a pas lieu de limiter cette leçon au cas des changements d'état solide-liquide-vapeur. D'autres transitions de phase peuvent être discutées.

**Leçon 16 : *Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir.***

Le/la candidat(e) doit être capable de faire le lien entre la définition du corps noir énoncée pendant la leçon et les exemples choisis pour l'illustrer. S'il/elle choisit de ne pas en faire la démonstration, le/la candidat(e) doit être capable de donner l'origine des différents termes de la loi de Planck et savoir l'énoncer correctement en fonction de la fréquence et de la longueur d'onde.

**Leçon 19 : *Conversion de puissance électromécanique.***

Dans le cas des machines électriques, les candidats sont invités à réfléchir au rôle du fer dans les actions électromagnétiques qui peuvent également être déterminées par dérivation d'une grandeur énergétique par rapport à un paramètre de position.

**Leçon 20 : *Induction électromagnétique.***

Dans cette leçon, le plus grand soin s'impose dans la définition des orientations et des conventions de signe. Les applications doivent occuper une place significative dans la présentation. Il n'est pas admissible à ce niveau de confondre les forces de Lorentz et de Laplace.

**Leçon 22 : *Rétroaction et oscillations.***

Le jury souhaiterait que le terme de résonance soit dûment justifié sans oublier une discussion du facteur de qualité. Il n'est pas indispensable de se restreindre à l'électronique.

**Leçon 24 :** *Ondes progressives, ondes stationnaires.*

A l'occasion de cette leçon, le jury tient à rappeler une évidence : avec un tel titre, la leçon doit être équilibrée et ne peut en aucun cas se limiter pour l'essentiel aux ondes progressives.

**Leçon 25 :** *Ondes acoustiques.*

Cette leçon peut être l'occasion de traiter les ondes acoustiques dans les fluides ou dans les milieux périodiques, certes, mais elle peut aussi être l'occasion de traiter les deux cas qui donnent lieu à des phénoménologies très différentes.

**Leçon 27 :** *Propagation guidée des ondes.*

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

**Leçon 29 :** *Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs.*

Cette leçon ne doit pas être confondue avec la leçon 47.

**Leçon 30 :** *Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.*

Certains candidats utilisent un modèle faisant intervenir une charge électrique variable, ce qui ne semble pas très réaliste. Cette leçon ne doit pas être exclusivement technique et doit être l'occasion de discussions physiques poussées.

**Leçon 31 :** *Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat.*

La leçon doit illustrer ce que le principe de Fermat apporte de plus que les lois de la réfraction et de la réflexion. Les analogies avec d'autres principes variationnels sont appréciées.

**Leçons 32 :** *Interférences à deux ondes en optique* et **33 :** *Interféromètres à division d'amplitude.*

Un interféromètre comportant une lame séparatrice n'est pas obligatoirement utilisé en diviseur d'amplitude. La notion de cohérence et ses limites doivent être discutées.

**Leçon 34 :** *Diffraction de Fraunhofer.*

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

**Leçon 35 :** *Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.*

Cette leçon donne souvent l'occasion de présenter les travaux de Bragg ; malheureusement les ordres de grandeur dans différents domaines ne sont pas toujours maîtrisés.

**Leçon 36 :** *Absorption et émission de la lumière.*

Trop souvent, il y a confusion entre les processus élémentaires pour un atome et un ensemble d'atomes. De même, les candidats doivent préciser au cours de la leçon le caractère monochromatique ou non du champ de rayonnement considéré et plus généralement les caractéristiques du rayonnement stimulé.

**Leçon 37 :** *Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.*

Cette leçon ne devrait pas se limiter à une description d'expériences historiques du début du XX<sup>ème</sup> siècle. Des développements récents, expériences à un photon, décohérence, peuvent être mentionnées. Le transfert de quantité de mouvement est souvent présenté par le biais de l'expérience de Compton, il peut également être illustré à l'aide d'applications modernes de l'interaction atome-rayonnement. Cette leçon peut éventuellement permettre de parler de la notion de superposition d'états. La lumière peut parfois présenter un comportement ni corpusculaire, ni ondulatoire.

**Leçons 40 :** *Effet tunnel*

Dans le traitement de l'effet tunnel, les candidats perdent souvent trop de temps dans les calculs. Le jury invite les candidats à réfléchir à une présentation à la fois complète et concise sans oublier les commentaires physiques relatifs au calcul de la probabilité de transmission. Certains candidats choisissent d'aborder le cas de la désintégration alpha mais ne détaillent malheureusement pas le lien entre la probabilité de traversée d'une barrière et la durée de demi-vie de l'élément considéré. La justification des conditions aux limites est essentielle.



**Leçon 41 : Fusion, fission.**

Cette leçon peut être abordée de manières diverses, mais on peut raisonnablement s'attendre à ce que les candidats aient quelques notions sur la structure et la cohésion nucléaire, les formes de radioactivité et les interactions mises en jeu, les réacteurs nucléaires, le confinement magnétique.

**Leçon 43 : La molécule : stabilité, énergie.**

Il faut clairement dégager l'origine de la liaison chimique et ses conséquences en termes de stabilité de la molécule. La distinction des ordres de grandeur des divers niveaux d'énergie (électroniques, rotationnels, vibrationnels) est appréciée. Cette leçon ne doit pas se réduire à une succession de calculs, on attend des ordres de grandeur et une discussion physique.

**Leçon 45 : Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.**

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

**Leçon 47 : Mécanismes de la conduction électrique dans les solides.**

Dans la présentation du modèle de Drude, les candidats doivent être attentifs à discuter des hypothèses du modèle, en particulier celle des électrons indépendants.

Le jury se permet par ailleurs de rappeler aux candidats que les solides ne sont pas tous métalliques. Voir également le commentaire sur la leçon 29.

## Rapport sur la leçon de chimie

### Généralités

Le présent rapport concerne les épreuves de la session 2014. Il est destiné à aider les candidats qui préparent l'épreuve orale de chimie de la prochaine session. Les rapports précédents sont toujours disponibles à l'adresse suivante : <http://agregation-physique.org>. Leur lecture est vivement conseillée aux candidats, les remarques qu'ils contiennent restent toujours d'actualité même si la liste des intitulés des leçons est modifiée pour la session 2015, du fait de la mise en œuvre des nouveaux programmes de physique-chimie au lycée général et technologique et en CPGE. Cette liste est donnée à la fin de ce rapport.

D'une façon générale, les énoncés des leçons de chimie se rapportent à des niveaux soit lycée (L) (séries générale et technologiques), soit classes préparatoires (CP). Les intitulés sont volontairement ouverts, pour inciter les candidats à construire leur propre exposé reposant sur des choix argumentés et en développant une démarche scientifique sur un domaine de la chimie et de ses applications.

Durant cette session, le jury a assisté à des présentations d'excellente qualité au cours desquelles les candidats ont pu, sur un thème donné, montrer leur aptitude de mise en situation à travers une démarche scientifique rigoureuse révélant des compétences solides ainsi qu'une approche démontrant la maîtrise de leurs savoirs et leurs capacités à les transmettre. La maîtrise d'un vocabulaire spécifique à la chimie et la clarté du propos ont été particulièrement appréciées. Il est important de signaler aux candidats qu'une même leçon s'appuyant sur les mêmes expériences peut mener à des appréciations différentes par le jury selon la contextualisation et la mise en perspective faite par le candidat.

Certaines prestations, en revanche, ont révélé chez des candidats des lacunes graves en chimie, ou un manque de structuration ou de raisonnement face à une problématique. Pour quelques candidats, les notions de base relevant des programmes de lycée ne sont pas maîtrisées. Le jury insiste sur le fait que la réalisation d'expériences est un élément incontournable de la plupart des leçons et qui ne peut se limiter à quelques « manipulations » en tubes à essais. D'autres part, les expériences présentées ne doivent pas être là simplement pour « illustrer la leçon » mais faire partie intégrante de la démarche scientifique mise en œuvre par le candidat et en lien avec le thème de la leçon.

Le manque de rigueur ou d'honnêteté dans l'exploitation des résultats expérimentaux, ainsi que le manque d'esprit critique ne sont pas acceptables et ont été sévèrement sanctionnés. Le jury recommande donc vivement une lecture attentive de ce rapport pour les candidats ayant échoué et les futurs candidats. De plus, la mise en place de la réforme du lycée, suivie de celle des programmes de CPGE s'accompagne de préconisations pédagogiques importantes que ne peuvent ignorer les candidats à un concours de recrutement d'enseignants. On ne saurait trop recommander aux candidats de s'imprégner de ces nouveaux programmes et en particulier des préambules des différents niveaux des diverses filières pour construire une leçon en adéquation avec les principes d'une démarche scientifique. Il est conseillé aux futurs candidats de prendre en compte les six compétences de la démarche scientifique (s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer à l'écrit et à l'oral, autonomie et initiative) qui sont mises en œuvre dans les classes du secondaire et les classes préparatoires.

### La leçon de chimie

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

### La préparation

Il est essentiel que le candidat prenne du temps pour lire avec attention le titre de sa leçon pour mener une réflexion préalable et personnelle, déconnectée des ressources. Il peut ainsi définir les contenus et l'équilibre de sa leçon, par rapport au titre. Cela doit permettre d'éviter des parties hors sujet, de restreindre et de cerner l'étude si le sujet est vaste afin de présenter un exposé résultant de choix cohérents. Il est également judicieux de placer certaines notions théoriques en pré requis.

Les titres des leçons de la session 2014 étaient plus ouverts que ceux des sessions précédentes. Pour les leçons d'un niveau donné (L ou CPGE), le candidat n'est pas obligé de se limiter au programme d'une seule classe, mais peut en explorer plusieurs en lien avec la thématique de la leçon.

Dans sa recherche bibliographique, le candidat n'est donc pas tenu de se limiter à des chapitres d'ouvrages d'une classe donnée mais peut s'inspirer de sources de documentation provenant des différentes séries et niveaux.

### **Les ressources documentaires**

Le jour du tirage au sort, les candidats peuvent visiter les lieux et voir les documents et logiciels et bases de données mis à disposition.

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

### **Les ressources numériques**

Par ailleurs, la salle de présentation est équipée d'un ordinateur et d'un vidéoprojecteur. Les ordinateurs contiennent des logiciels de traitement de données et des logiciels de simulation. Il faut signaler que l'utilisation de logiciels de simulation permet d'apporter à la fois une approche pédagogique plus explicite dans les leçons plus "théoriques" (cinétique, stéréochimie, titrages...) et plus en phase avec les pratiques actuelles. Des transparents (non fournis) peuvent être réalisés **à la main** et utilisés avec un rétroprojecteur mais il faut faire attention à ne pas en abuser.

Ces différentes ressources doivent aider les candidats à développer le plan de la leçon, à rechercher les protocoles d'expériences possibles et à prévoir les différentes illustrations iconographiques utiles lors de la présentation.

### **Le rôle de l'équipe technique**

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

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

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

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

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

Lors de l'exposé, les candidats peuvent utiliser plusieurs moyens de communication : tableau, vidéoprojecteur, rétroprojecteur. Souvent, les candidats le font avec dextérité et efficacité. Le jury recommande également de laisser apparent le plan de l'exposé, que ce soit sur le tableau ou sur transparent, selon la configuration de la salle et la taille du tableau disponible. Les schémas de montages doivent être soignés et réalistes. Le vocabulaire ne doit pas être relâché mais précis (on préférera les quantités de matière aux « nombres de moles » et les équations de réaction aux « équations bilan »). Enfin, les candidats doivent se détacher suffisamment de leurs notes pour donner à la présentation le dynamisme nécessaire. En particulier, le jury apprécie que le candidat écrive une formule chimique d'un composé ou une équation de réaction sans l'aide de ses notes (notamment quand il convient d'ajuster les nombres stœchiométriques de l'équation). Quelques candidats font en effet un usage abusif de transparents pour y présenter tous les calculs ou écritures d'équations un peu délicats.

L'utilisation d'ouvrages pendant la présentation de la leçon est interdite.

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

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

Même si le jury note un réel effort de la part des candidats pour construire une démarche scientifique s'appuyant sur des expériences, certaines prestations n'en comportent aucune : c'est souvent le cas des leçons qui traitent des concepts thermodynamiques, cinétiques ou de la description microscopique de la matière. Or une leçon ne saurait être constituée uniquement de calculs formels, ne présentant que des modèles théoriques sans lien avec la réalité. Une leçon dépourvue d'expériences adaptées sera donc toujours jugée incomplète et évaluée en conséquence.

**Les expériences** permettent d'une part de se confronter à la réalité, de valider ou d'invalider un modèle de recueillir l'information et d'autre part de mettre en valeur les compétences expérimentales du candidat. La description claire, à l'oral, du montage « réel » sur la paillasse est parfois plus efficace et pertinente qu'un schéma peu soigné ou incomplet. Il est également à noter que lors de la présentation d'une expérience, le candidat ne doit pas anticiper les observations expérimentales et la conclusion attendue avant de faire la réalisation expérimentale. Lorsque le candidat présente une illustration expérimentale, il doit s'efforcer de la commenter en même temps qu'il la réalise pour faire part au jury de ses observations et des résultats obtenus en direct.

S'agissant de la réalisation des expériences, le jury remarque de façon récurrente que les candidats ne comprennent pas toujours l'expérience menée, ou font souvent preuve de peu de recul par rapport aux protocoles expérimentaux qu'ils mettent en œuvre. Les protocoles types issus de la littérature ne doivent pas être considérés comme faisant foi dans toutes les circonstances et doivent être adaptés aux choix pédagogiques du candidat. Les structures, les noms des composés chimiques utilisés lors de la présentation doivent être connus ainsi que leurs propriétés physico-chimiques (états physiques, propriétés de solubilité, etc.). Les états de la matière doivent être précisés lors de l'écriture des équations de réaction. Le jury apprécie fortement de la part des candidats qu'ils fassent preuve d'esprit critique et de prise d'initiative dans la mise en œuvre des protocoles, qu'ils diversifient leurs sources, et qu'ils soient capables d'expliquer les conditions opératoires choisies.

On attend que les expériences soient abouties et qu'elles conduisent, au cours de l'exposé, lorsqu'elles sont qualitatives, à des conclusions et, lorsqu'elles sont quantitatives, à des exploitations rigoureuses. Le jury regrette qu'un candidat évoque des expériences qu'il aurait pu faire, ou qui ont été seulement ébauchées en préparation et qui ne sont finalement pas présentées. Les approches sont primordiales dans une leçon et

sont l'occasion de montrer l'aisance à manipuler les verreries usuelles : pipettes , burettes .....

Le jury note par ailleurs un effort sur les calculs d'incertitudes, mais il déplore parfois la nature des facteurs pris en compte qui ne reflètent pas toujours la réalité expérimentale, notamment lors des dosages. La précision de la verrerie utilisée est en particulier très mal connue. Les confusions entre calculs d'incertitudes et écarts type sont également nombreuses dans ce type d'analyse. De même le jury rappelle que le nombre de chiffres significatifs donné pour un résultat fait partie intégrante d'une démarche rigoureuse. Il est également rappelé que la différence entre un résultat trouvé et une indication fournie par le fabricant, qui n'est pas une donnée théorique, n'est pas une incertitude sur la valeur. Certains candidats ont conduit des calculs d'incertitudes longs et fastidieux qui leur ont fait perdre beaucoup de temps ; d'autres ont su préciser leur choix et présenter des démarches efficaces révélatrices d'une bonne maîtrise des concepts.

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

Les modèles moléculaires et les outils de simulation sont trop peu utilisés par les candidats alors qu'ils permettent d'illustrer avec les précautions nécessaires certaines notions pratiques ou théoriques, ou de justifier certains choix de protocoles expérimentaux. Mais, bien évidemment, la simulation ne doit pas se substituer purement et simplement à l'expérimentation et doit compléter et étayer des résultats expérimentaux.

Les expériences doivent être réalisées avec soin en maîtrisant des conditions opératoires et en respectant les consignes élémentaires de sécurité.

Le jury souhaite a observé cette année de réels progrès sur l'écriture des  $\frac{1}{2}$  équations électroniques ainsi que sur l'état physique des entités dans une équation de réaction mais il souhaite également apporter quelques commentaires, suite à de nombreuses erreurs constatées lors des présentations :

- La chimie est une science expérimentale, elle doit amener à des résultats précis et argumentés, notamment lors de la réalisation des expériences ou de la confrontation à la théorie.
- En ce qui concerne la sécurité, le jury rappelle que l'usage des lunettes est obligatoire pour la manipulation de quasiment tous les produits chimiques. En revanche, les gants doivent être utilisés avec lucidité et uniquement lors de prélèvements ou manipulations de substances dangereuses et nocives, puis ils doivent être jetés.
- Les caractéristiques et modes de fonctionnement des appareils utilisés doivent être connus par le candidat : en particulier la constitution et le mode de fonctionnement des électrodes, du conductimètre et du spectrophotomètre.
- Les solutions tampons ont, par définition, des propriétés particulières, et ne sauraient être remplacées par des solutions de pH donné.
- Les expériences réalisées doivent être autant qualitatives que quantitatives, et ce à tous les niveaux.
- Il est parfois préférable de réaliser une caractérisation plutôt qu'un calcul de rendement sur un produit que les conditions de l'épreuve n'ont pas permis de sécher ou de purifier correctement.
- Il convient d'adapter les concentrations des solutions pour les tests, pour s'assurer des précipitations, dissolutions et décolorations sans avoir à utiliser de trop grandes quantités de réactifs.
- Dans un titrage, l'utilisation de la méthode de la dérivée suppose de disposer de suffisamment les mesures au voisinage de l'équivalence.
- Une transformation peut être quantitative quelle que soit la valeur de sa constante d'équilibre (et inversement, ce n'est pas parce que la constante d'équilibre est plus grande que  $10^4$  que la transformation associée sera quantitative) car le plus souvent, l'avancement final ne dépend pas seulement de  $K^\circ(T)$  mais aussi des quantités de matières ou des concentrations initiales des différents constituants du système.
- Les techniques de caractérisation par spectroscopie, même si elles ne sont pas disponibles, restent très peu évoquées et leur théorie très mal connue, ce qui est regrettable pour de futurs agrégés au vu des nouveaux programmes de lycée et de leurs utilisations en laboratoire ou dans l'industrie.

- Certaines notions fondamentales comme la notion d'élément chimique, de corps purs simples ou composés, la variance, les phénomènes de corrosion et les courbes intensité-potentiel posent encore trop souvent beaucoup de problèmes aux candidats.
- Une équation d'oxydoréduction est plus facile à écrire correctement quand on a écrit au préalable les demi-équations relatives aux couples mis en jeu.
- Lors des mesures relatives à l'électrolyse ou aux piles, les candidats doivent s'assurer de la cohérence des mesures faites.
- Lors des exposés, il est conseillé d'éviter le plus possible des formules désincarnées (la dissolution de solide  $C_xA_y$ , un acide aminé de types  $RCHNH_2COOH...$ ) pour être au plus près de l'expérience ou de la chimie réelle.
- Dans une équation de réaction, on rappelle la signification des différents symboles écrits entre les réactifs et les produits:  $\rightleftharpoons$  pour une réaction qui se fait dans les deux sens,  $\rightarrow$  pour une réaction qui ne se fait que dans le sens direct et  $=$  pour une **relation stœchiométrique** (notation la plus générale, valable en particulier dans les deux cas précédents).
- De même, on rappelle la différence entre les **coefficients** stœchiométriques qui sont toujours positifs et les **nombres** stœchiométriques qui sont algébriques.

### L'entretien (20 minutes)

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

### Conclusion

La chimie constitue à la fois une science et un secteur industriel important, elle est incontournable dans beaucoup d'autres et présente dans de multiples aspects de la vie quotidienne. Elle est aussi au cœur de nombreuses questions de société, dans les domaines notamment de l'environnement, du développement durable et des enjeux énergétiques.

De nombreux candidats, en faisant preuve d'une bonne maîtrise des fondamentaux de cette discipline, ont pu montrer qu'ils en comprenaient aussi les enjeux ; le jury les félicite. Il espère que les commentaires de ce rapport aideront les futurs candidats à réussir cette épreuve. La liste des leçons donnée à la fin de ce rapport s'appuie sur les programmes de physique-chimie en cours à la rentrée 2014 au lycée général et technologique et en CPGE.

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

Le présent rapport a pour objectif de dresser un bilan de cette épreuve pour la session 2014. Dans cet esprit, il s'efforce de fournir des informations précises sur les modalités de l'épreuve, son déroulement et les attentes du jury. **Cette épreuve ne peut pas s'improviser au dernier moment, même pour les candidats qui exercent déjà les fonctions de professeur.**

### **Modalités de l'épreuve**

Chaque candidat doit traiter le sujet suivant : **à partir d'activités prenant appui sur le sujet de votre leçon et qui pourraient être mises en œuvre par des élèves ou par leur professeur de sciences physiques, illustrer la compétence : « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable »**. La construction de l'exposé doit être réalisée pendant les quatre heures de préparation qui précèdent la présentation de la leçon de chimie. Les candidats disposent de dix minutes pour présenter leur exposé au jury ; cet exposé est suivi d'un entretien de dix minutes. Cette épreuve se déroule après cinq minutes de pause à l'issue de la leçon de chimie et de l'entretien correspondant.

### **Notes**

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

### **L'exposé du candidat**

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

- partir de la compétence 1 pour mettre en regard l'action du professeur avec les obligations légales et morales de tout agent public, préciser les responsabilités que le professeur doit assumer dans et hors de la classe vis-à-vis des élèves qui lui sont confiés et illustrer son propos à l'aide d'exemples d'activités empruntés au thème de la leçon abordée ;
- s'appuyer sur des activités ancrées dans le thème de la leçon exposée pour élargir progressivement son propos aux éléments de la compétence 1.

La correction de la langue, la clarté du propos, l'honnêteté intellectuelle ainsi que l'expression d'une grande sincérité dans les convictions contribuent évidemment à disposer favorablement le jury.

Cependant, le jury attire l'attention des candidats sur les points suivants :

- Trop d'exposés centrés davantage sur les compétences « concevoir et mettre en œuvre son enseignement », « organiser le travail de la classe », « prendre en compte la diversité des élèves » : cela témoigne d'un manque de préparation et de réflexion pendant l'année sur le sens de la compétence 1.
- Certains exposés manquent de structuration et se révèlent parfois improvisés.
- La sécurité au laboratoire de chimie est un élément incontournable qui ne doit toutefois pas constituer l'unique sujet abordé dans l'exposé.

### **L'entretien**

Les questions qui font suite à l'exposé permettent au jury d'affiner son appréciation sur les arguments avancés par le candidat. Elles peuvent amener le jury, dans un premier temps, à demander au candidat de préciser tel ou tel point évoqué lors de son exposé. Elles ont également pour objectif de tester la réflexion du candidat sur l'éthique et la responsabilité du professeur dans l'exercice de son métier. Les questions posées au candidat, qu'elles soient très précises ou très ouvertes, n'ont pas pour but de le mettre en difficulté sur des connaissances factuelles de telle ou telle circulaire, ni de vérifier sa conformité à telle ou telle mode intellectuelle concernant l'éducation, mais plutôt de tester sa capacité à organiser une analyse, à conceptualiser une question, à repérer les ressources en matière d'information... Lors de cet entretien, le candidat doit faire preuve à la fois de capacité d'écoute et de réactivité. Il peut aussi élargir son propos, par exemple, à des situations liées aux sciences en général et pas seulement à la chimie, à des problématiques liées à la vie de l'établissement et pas seulement au travail de la classe.

### **Conclusion**

Ce que le jury attend :

- Le candidat doit mener une réflexion sur la compétence 1 illustrée par des activités liées à la leçon et ne pas se contenter d'un exposé transposable à tous les thèmes ; une partie des quatre heures de préparation doit ainsi être réservée à la construction d'un exposé structuré et argumenté. Il est conseillé aux candidats de faire un plan et de s'y tenir au cours de l'exposé.

- Le candidat doit faire preuve d'ouverture et d'esprit d'analyse, lors de l'entretien, pour conduire un dialogue réflexif avec le jury.

- Le candidat doit utiliser judicieusement son temps de parole : l'exposé ne doit être ni lapidaire, ni constitué de peu d'éléments développés à outrance et de façon répétitive.

L'épreuve n'est pas :

- une compilation de textes administratifs déconnectés de la pratique professionnelle à réciter devant le jury ;

- un prolongement des aspects pédagogiques de la leçon sans aucun lien avec la compétence 1 ;

- un exposé abstrait sans activités proposées.



## Rapport sur le montage de physique

### Introduction

Cette 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, de nombreuses prestations ont été faibles, soit par méconnaissance de la nature de l'épreuve, qui ne doit pas être confondue avec une leçon ou un « TP-cours », soit parce que les capacités expérimentales ont été jugées insuffisantes, le montage trop ou trop peu ambitieux sur le plan expérimental, les expériences choisies ou leurs interprétations hors sujet.

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

### Déroulement de l'épreuve

Le montage de physique est la seule épreuve pour laquelle 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 quatre heures pour monter des dispositifs expérimentaux et réaliser des mesures illustrant le thème choisi.

A l'issue de cette préparation, la présentation devant le jury dure quarante minutes. Ce temps doit être utilisé à réaliser des mesures quantitatives et à analyser la pertinence des résultats obtenus dans le cadre du thème choisi. Durant la présentation, le jury n'intervient pas (sauf en cas de mise en danger du candidat ou du jury), mais il peut être amené à se déplacer.

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

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

Cette séance de questions dure au plus vingt minutes.

### Principe de l'épreuve et principaux critères d'évaluation

Cette épreuve nécessite une **approche expérimentale** des phénomènes étudiés. En conséquence, les lois physiques n'ont pas à être démontrées, même si bien sûr les principes physiques sur lesquels reposent les expériences proposées doivent être clairement connus des candidats.

Le jury évalue le candidat sur différents points :

#### **Sa capacité à se fixer un objectif expérimental pertinent par rapport au sujet.**

La première question à se poser concerne l'intitulé du montage : que signifie cet intitulé et quel(s) objectif(s) peut-on raisonnablement se fixer ? Le jury n'attend pas un objectif particulier ; en revanche, une absence d'objectif pertinent ou une erreur grossière de compréhension de l'intitulé sont très pénalisantes pour les candidats. Donnons deux exemples :

1. S'agit-il d'un enjeu métrologique (mesure de longueurs, spectrométrie, mesure de fréquences temporelles...) ? Dans ce cas, plutôt que d'effectuer des mesures redondantes, toutes basées sur le même principe, il est souhaitable de présenter et d'analyser différentes techniques de mesures ; en outre, la précision de ces mesures doit être particulièrement soignée et discutée.
2. S'agit-il de la mise en évidence de phénomènes physiques spécifiques (induction, systèmes bouclés, instabilités et phénomènes non linéaires...) ? Dans ce cas, la présentation de quelques résultats anecdotiques est insuffisante ; il faut au contraire chercher à cerner les propriétés caractéristiques du phénomène et, autant que possible, diversifier les angles d'approche.

Par ailleurs, chaque mesure proposée doit avoir un sens : on peut s'interroger sur la pertinence d'une mesure de la longueur d'un tuyau qui s'appuie sur l'étude d'un écoulement de Poiseuille dans celui-ci, ou de la mesure d'une longueur d'onde d'un laser qui s'appuie sur l'analyse de la figure de diffraction par une fente dont la largeur est connue à 10%.

### **Sa capacité à mettre en œuvre un protocole expérimental adapté.**

A ce titre, des expériences susceptibles d'être proposées dans différents montages doivent être exploitées de manière spécifique pour répondre aux enjeux du montage choisi.

Par ailleurs, il est indispensable de connaître le domaine de validité des lois de la physique utilisées et de s'assurer que les conditions de leur application sont assurées ; par exemple, on ne teste pas la loi de Poiseuille à l'entrée d'un tuyau, puisque le profil des vitesses n'y est certainement pas parabolique ; de même, on ne confronte pas la figure de diffraction d'une pupille à la théorie de Fraunhofer lorsque les conditions d'éclairage et d'observation ne le permettent pas avec certitude.

### **Son savoir-faire expérimental et sa connaissance du matériel.**

Il faut éviter l'utilisation d'appareils ou de logiciels dont le principe de fonctionnement est inconnu, ainsi que de « boîtes noires » dont on ne connaît pas la constitution. Il est par ailleurs *impératif de réaliser des mesures devant le jury* et, le cas échéant, de les confronter à des mesures effectuées en préparation.

Il faut enfin manipuler soigneusement, ce qui permet d'éviter les erreurs systématiques grossières et d'aboutir à des résultats affectés d'une incertitude contrôlée et raisonnable.

Le candidat doit comprendre que l'évaluation des incertitudes n'est pas uniquement un passage obligé pour l'épreuve de montage, mais que cette évaluation doit être abordée avec discernement : par exemple, il n'est pas raisonnable de passer du temps à évaluer l'incertitude sur une première mesure presque qualitative, pour traiter cet aspect de manière incomplète dans les expériences suivantes où les enjeux de précision sont plus cruciaux ; de même, certaines grandeurs n'ont pas vocation à être mesurées avec une précision métrologique (taux de modulation, facteur de qualité...) et il n'est donc pas nécessaire de passer trop de temps à l'évaluation des incertitudes dans ce cas.

### **Sa capacité à exploiter des mesures, à interpréter des résultats et à faire preuve d'esprit critique.**

Le candidat doit être capable de vérifier l'homogénéité des relations utilisées, de contrôler les ordres de grandeur obtenus (en contrôlant rapidement les puissances de 10) et, bien entendu, de confronter ses mesures à des valeurs tabulées dès que cela est possible. En outre, ces valeurs tabulées doivent être choisies en cohérence avec les conditions de l'expérience réalisée : par exemple, certaines grandeurs physiques dépendent de la température et la température de la salle n'est pas nécessairement de 20 °C.

En cas d'erreur manifeste, le candidat ne doit pas se contenter d'une remarque lapidaire et poursuivre le montage, mais chercher avec discernement où se trouve le biais ; à ce titre, parler d'incertitudes pour justifier un écart d'un facteur 100 entre valeurs mesurée et tabulée n'est pas scientifiquement acceptable. Concrètement, une telle attitude conduit à l'attribution de très peu de points sur l'expérience proposée, alors qu'une discussion approfondie permet, si elle explique de manière raisonnable les erreurs commises, d'obtenir le maximum des points accordés à cette expérience.

Enfin, il est *impératif que figure au tableau la totalité des points clés du montage*, du schéma de principe de l'expérience effectuée, aux éléments importants du protocole expérimental, aux valeurs numériques des composants ou paramètres de contrôle, jusqu'au résultat final de l'expérience. Au-delà de l'aspect pédagogique, cette exigence est fondamentale car une expérience scientifique a vocation à être discutée de façon contradictoire, et il faut pour cela en communiquer clairement les tenants et aboutissants.

## **Remarques générales**

### **Choisir les expériences**

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

Les candidats sont libres de choisir les expériences en relation avec le sujet choisi : il n'existe pas d'expérience « incontournable ». Par ailleurs, la multiplication des dispositifs expérimentaux peut s'avérer dangereuse ; deux expériences pertinentes, bien réalisées et bien exploitées, peuvent conduire à une excellente note et valent mieux que quatre expériences inabouties et mal comprises. Il faut évidemment pour

cela que ces deux expériences ne soient pas trop élémentaires.

Afin qu'une expérience soit réussie, il est souhaitable, dans la mesure du possible, de faire varier un paramètre expérimental plutôt que de réaliser une mesure unique : selon le cas, cela permet en effet d'obtenir une exploitation quantitative de bonne qualité ou d'illustrer la loi physique correspondant à l'expérience proposée. Le jury est très sensible à la production de courbes de bonne qualité, avec des barres d'erreurs judicieusement estimées, des axes bien indiqués, et un modèle bien compris confronté aux données expérimentales.

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

Des expériences qualitatives permettant de mettre en évidence les phénomènes étudiés et de préciser les ordres de grandeurs peuvent servir d'introduction, ou éventuellement de conclusion. Il ne faut cependant pas les multiplier sous peine de se ramener à une succession « d'expériences de cours ». Il est contre-productif de conserver du temps pour réaliser une expérience qualitative en fin de montage, lorsque l'exploitation quantitative des expériences précédentes n'a pas pleinement abouti et que des résultats inattendus restent à expliquer.

### **Deux écueils à éviter.**

Bien que certaines expériences préparées lors d'une éventuelle année de préparation dans un centre puissent illustrer des sujets différents, la reproduction intégrale d'un protocole standard n'est, a priori, pas pertinente pour traiter le sujet imposé le jour de l'épreuve ; ainsi, si le candidat réalise une telle expérience, il doit prendre soin de choisir avec discernement les grandeurs physiques mesurées et les interprétations à effectuer en fonction du sujet du montage.

Par ailleurs, il apparaît trop souvent des « montages types », parfaitement adaptés au sujet posé mais identiques d'un candidat à l'autre, quant à leur déroulement et au choix des expériences. Le jury est alors particulièrement attentif aux capacités propres du candidat lors de l'évaluation car il attend légitimement d'un futur agrégé que celui-ci sache donner une coloration personnelle à son enseignement. En outre, le jury constate que le choix d'un « montage type » trop ambitieux peut s'avérer difficile à assumer pour certains candidats, ce qui conduit à des résultats très faibles.

## **Visiter les collections avant le jour de l'épreuve**

Les collections de matériel ne se visitent qu'à l'issue du tirage au sort. Il est vivement conseillé aux candidats d'effectuer cette visite.

## **Conduire les quatre heures de préparation**

### **Préparer les expériences.**

La préparation s'effectue avec l'assistance de l'équipe technique. C'est au candidat, et non aux techniciens, de choisir les composants et d'utiliser les logiciels de traitement de données. Les techniciens peuvent, si nécessaire, réaliser des mesures répétitives pour le candidat, en suivant strictement le protocole expérimental (même erroné) établi par celui-ci, et éventuellement saisir les valeurs mesurées. Le candidat réalise lui-même le réglage des différents matériels demandés. De nombreuses notices sont disponibles.

Dans la mesure du possible, les candidats doivent organiser leurs dispositifs sur les paillasses disponibles de façon que les expériences soient visibles par les membres du jury depuis leur table de travail, même si ceux-ci seront amenés à se déplacer au cours de la présentation. En outre, les salles sont équipées d'ordinateurs reliés à des vidéo-projecteurs qu'il est souhaitable d'utiliser afin de faciliter la présentation des résultats devant le jury.

### **Valider les résultats.**

Il convient de vérifier la pertinence des résultats (Handbook, estimations...) et de préparer les évaluations d'incertitudes. Les candidats devraient plus souvent consulter les notices ou les spécifications des appareils

et des composants utilisés.

### **Préparer le tableau.**

Afin d'éviter de perdre du temps durant la présentation, une partie de la préparation doit être consacrée à l'organisation du tableau. Il est souhaitable qu'à son arrivée, le jury puisse y lire le titre du montage, les schémas des expériences choisies, les principaux éléments des protocoles expérimentaux proposés, les modélisations utilisées lors de l'exploitation des mesures, les valeurs numériques obtenues en préparation ainsi que les valeurs tabulées utiles. Le tableau devra ensuite être complété lors de la présentation, suite aux mesures et exploitations effectuées directement devant le jury.

### **Présenter le montage devant le jury**

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

Bien qu'une courte introduction soit appréciable, les considérations théoriques générales et les trop longues introductions sont à proscrire car, si elles permettent au candidat de prendre confiance au début de l'exposé, elles n'entrent pas en considération dans la note finale et constituent, de ce fait, une perte de temps.

Le candidat doit ensuite expliquer clairement, mais sans digression, le but et le protocole de chaque expérience, puis effectuer des mesures. Lors d'une mesure, il explique au jury comment il procède et indique la valeur obtenue. Le tableau doit alors être complété, en mettant bien en valeur ces résultats de mesures accompagnés de leurs incertitudes, le tout présenté avec un nombre cohérent de chiffres significatifs. Le tableau ne doit pas être effacé par la suite, ni en cours de présentation, ni au moment des questions.

Rappelons que *la prise de mesure en cours de présentation est impérative* : elle permet au jury de vérifier que le candidat maîtrise la technique de mesure, que les résultats obtenus en préparation ne sont pas simulés, mais aussi d'observer le futur enseignant dans la transmission d'un savoir-faire expérimental : c'est une difficulté mais aussi une des singularités de la physique ! L'absence de mesure devant le jury serait clairement sanctionnée lors de l'évaluation du montage.

Enfin, il va de soi que le montage est une épreuve orale et que, par conséquent, rester de longues minutes dans le silence n'est pas conseillé ; toutefois, lorsque certains imprévus expérimentaux se présentent, le jury conçoit que le candidat puisse devoir se concentrer et rester silencieux quelques minutes. Par ailleurs, lors de ses explications, le candidat veillera à éviter l'emploi excessif d'anglicismes lorsque des mots français consacrés existent (voltage se dit tension, pulse se dit impulsion etc.).

### **Remarques complémentaires**

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

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

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

Une connaissance des principes de fonctionnement des appareils utilisés est attendue dans l'épreuve de montage. Par exemple l'utilisation d'un capteur plutôt qu'un autre, pour une mesure donnée, ne peut se faire qu'en connaissant leurs caractéristiques : linéarité, temps de réponse, bande passante, saturation éventuelle... De même, les candidats doivent connaître les unités utilisées et leur conversion dans le système international. L'utilisation de « boîtes noires », telles que diverses plaquettes de montages électroniques, ou encore un spectrophotomètre interfacé sur ordinateur, n'est pas à recommander aux candidats qui les découvrent lors de l'épreuve. En effet, on attend que soient connues les principes

physiques de fonctionnement de ces outils, ainsi que l'incidence sur les mesures des divers paramètres, réglables ou non, qui interviennent. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que les expériences « presse-bouton » ne sont pas toujours faciles à exploiter.

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

L'acquisition de données sur ordinateur est un outil extrêmement utile, à condition que le signal existe et ait été identifié à l'aide d'appareils traditionnels (oscilloscope ou autre) ; on risque sinon de faire de nombreux essais « à l'aveugle » avant d'obtenir un résultat satisfaisant.

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

Lors de l'exposition des résultats obtenus et de leur traitement, l'utilisation de logiciels est souhaitable, à condition qu'elle ne se substitue pas – en termes d'effort et de temps passé – à la physique ; toutefois, elle devient contre-productive quand le candidat connaît mal les logiciels qu'il utilise. Le candidat doit veiller à préparer le fichier contenant les grandeurs numériques de l'expérience et leur exploitation de manière à ne pas y passer trop de temps lors de la présentation. La plupart des candidats savent désormais faire apparaître, sur les graphes obtenus en préparation, les points de mesure réalisés devant le jury avec, si possible, une couleur différente.

Signalons enfin qu'il est impératif d'enregistrer les fichiers de résultats obtenus afin de pouvoir les rouvrir lors de la discussion avec le jury.

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

Le jury voit encore souvent des dispositifs mal alignés, avec des images présentant des aberrations, ainsi que des éléments optiques prétendument éclairés en incidence normale mais qui ne le sont pas en réalité ; rappelons que de nombreux bancs d'optique peuvent être trouvés dans la collection et que l'éclairage d'un réseau en incidence normale ne s'effectue pas « à l'œil »... Ces remarques s'appliquent à tous les montages dans lesquels l'optique est utilisée et pas seulement à ceux qui ont spécifiquement trait à l'optique.

D'autre part, il convient de savoir tirer parti des propriétés spécifiques des diodes laser : longueur de cohérence plus petite que celle des lasers He-Ne, accordabilité, ouverture numérique, effet de seuil (fonctionnement en LED, fonctionnement en laser). Il faut enfin faire attention aux lasers dits « non polarisés », dont la polarisation est en fait partielle et fluctuante, ce qui peut conduire à des signaux très fluctuants en particulier pour des expériences quantitatives.

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

Le tracé d'un graphique est récurrent en physique, que ce soit pour illustrer une loi ou pour déterminer une grandeur à partir d'une série de mesures. Rappelons que la proportionnalité entre deux grandeurs physiques doit être validée en traçant un graphe et non en calculant une succession de rapports.

Lors de la réalisation d'un tel graphe, le jury attend :

- que les points de mesure soient bien visibles et qu'on ne voie pas seulement les lignes qui les joignent. Penser à représenter les barres d'erreurs dans les deux directions si cela est pertinent.
- que les points résultant des mesures réalisées devant le jury et ceux obtenus en préparation soient clairement identifiables.
- que les grandeurs associées aux axes soient clairement indiquées, avec leurs unités.
- que les pentes dans les modélisations affines ou linéaires soient données avec leurs unités. Bien souvent une loi linéaire peut être ajustée par une loi affine pour prendre en compte certaines erreurs systématiques. Il est alors indispensable de discuter la valeur de l'ordonnée à l'origine.

- que des lois manifestement non linéaires ne soient pas modélisées par une droite en attribuant les écarts entre les points expérimentaux et la droite modèle à du bruit ; il faut donc contrôler la façon dont ces points sont dispersés autour de la courbe modèle.

### **Validation des mesures.**

Cette validation suppose quatre étapes :

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

### **Discussion des incertitudes.**

Concernant la discussion des erreurs, le jury rappelle que :

- Les notions de barres d'erreurs, d'incertitudes, d'intervalle de confiance et les hypothèses (indépendance des variables, nature statistique des erreurs, absence de biais) qui permettent d'établir les formules utilisées dans l'évaluation de ces quantités, doivent être maîtrisées, au risque de conduire à des évaluations d'incertitudes non pertinentes.
- De même, les discussions sur les intervalles de confiance obtenus par régression à l'aide de calculs sur ordinateur sont les bienvenues ; en revanche, l'interprétation des grandeurs statistiques issues des logiciels utilisés doit alors être correctement effectuée.
- Enfin, en cas de traitement statistique d'une série de mesures, l'écart type d'une mesure doit être bien distingué de l'écart type de la moyenne des mesures.

Concernant l'évaluation des incertitudes, le jury aimerait attirer l'attention sur les points suivants :

- Les candidats associent trop souvent incertitude et limite de précision de l'appareil de mesure. Pourtant, dans de nombreuses situations, l'erreur lors du mesurage provient davantage de l'appréciation du phénomène par l'expérimentateur que des limites de l'appareil de mesure, et l'incertitude est largement sous-évaluée par le candidat (résonance de la corde de Melde, brouillage des franges d'une figure d'interférence, position d'une image en optique géométrique...). Il faut alors ajuster le protocole afin de diminuer cette source d'erreur puis effectuer, avec réalisme, l'évaluation de l'intervalle de confiance de la mesure.
- A contrario, les candidats ne doivent pas surestimer leurs erreurs pour tenter de retrouver une valeur tabulée dans l'intervalle de confiance. Cette stratégie, mal appréciée du jury, ne correspond pas à la démarche scientifique attendue.
- Un autre point important concerne le traitement statistique des mesures. Il faut bien distinguer les situations où une telle étude permet de diminuer significativement l'incertitude sur la mesure, des situations où le traitement statistique ne présente pas d'intérêt ; ainsi, lors d'une mesure à la règle graduée, on n'obtiendra pas la longueur d'une table avec une précision bien inférieure au millimètre, même en effectuant de nombreuses fois la mesure.
- Enfin, il ne faut pas confondre incertitudes et erreurs systématiques : on ne peut espérer diminuer ces dernières en faisant une statistique sur plusieurs mesures ou en améliorant la précision de l'instrument de mesure et il faut plutôt, dans ce cas, chercher à réviser le protocole expérimental.

### **A propos de la gestion du temps.**

Si la présentation dure moins longtemps que les 40 minutes imposées, il est souhaitable de revenir sur les difficultés rencontrées au cours du montage, et ne pas hésiter à reprendre des mesures et à refaire des applications numériques, plutôt que d'énoncer des généralités en guise de conclusion. Il est également

possible de revenir sur une explication qui aurait été effectuée trop rapidement lors de la présentation.

## Remarques particulières sur certains montages

Les remarques qui suivent font référence à la liste des questions de la session 2014.

### **Montage 1 : Dynamique newtonienne.**

Contrairement à une idée apparemment répandue chez les candidats, les mesures précises en mécanique ne sont pas nécessairement hors d'atteinte, et il est possible de discuter quantitativement une loi de conservation en prenant en compte les incertitudes expérimentales. Par ailleurs, le jury constate que les mobiles autoporteurs donnent le plus souvent lieu à des expériences trop simples, mal exploitées quantitativement et coûteuses en temps, au détriment d'expériences plus en accord avec le niveau attendu à l'agrégation ; une informatisation de ces expériences serait profitable pour éviter des erreurs de mesures et limiter leurs durées.

### **Montage 2 : Surfaces et interfaces.**

De bons montages ont été vus sur ce sujet. Toutefois, le principe de certaines mesures est mal maîtrisé. Par exemple, la mesure de la tension de surface par la balance d'arrachement nécessite d'avoir compris avec précision la nature des forces en jeu lors de la rupture du ménisque pour pouvoir justifier la formule qui est utilisée. Plus généralement, il convient de préciser clairement l'interface étudiée lorsqu'une expérience fait intervenir plus de deux phases. Enfin, il faut veiller à nettoyer le mieux possible les surfaces étudiées plutôt que de justifier de mauvais résultats par une « saleté » sensée excuser des écarts parfois excessifs aux valeurs tabulées.

### **Montage 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. D'autres limitations des modèles (Stokes et Poiseuille en particulier) sont ignorées. Le principe des anémomètres utilisés doit être connu. Les viscosités mesurées doivent être comparées aux valeurs tabulées aux températures des expériences réalisées.

### **Montage 4 : Capteurs de grandeurs mécaniques.**

Les candidats peuvent choisir d'étudier tous types de capteurs qui mesurent des grandeurs mécaniques : accéléromètres, jauges de contrainte, capteurs de position, de vitesse... En revanche, ce montage ne peut pas se limiter à l'étude d'un ressort ! Lors de l'étude d'un capteur, le candidat doit s'intéresser aux qualités de fidélité, de sensibilité et de justesse qui permettent d'utiliser ce capteur comme un instrument de mesure. Par ailleurs, les notions de temps de réponse et de fonction de transfert ne doivent pas être ignorées.

### **Montage 5 : Mesure de température.**

De nombreux candidats utilisent à bon escient les échelles secondaires de température (résistance de platine) et ont compris que la notion de point fixe est essentielle pour l'établissement d'une échelle thermométrique. En revanche, certains ignorent encore les mécanismes physiques mis en jeu dans les différents capteurs qu'ils utilisent et ne réfléchissent pas suffisamment à la précision requise lors de l'utilisation d'un thermomètre « de référence ». Enfin, il serait intéressant de faire intervenir des capteurs de température plus modernes, comme des caméras infra-rouge.

### **Montage 6 : Transitions de phase.**

Ce montage doit être quantitatif. Il faut pour cela avoir bien réfléchi aux conditions permettant d'atteindre l'équilibre thermodynamique. Dans ce domaine, les mesures « à la volée » sont souvent très imprécises. Une grande attention doit être apportée à la rigueur des protocoles employés. Dans les expériences de calorimétrie, il est important de tracer l'évolution temporelle de la quantité mesurée (température, masse) avant et après le phénomène étudié afin d'estimer les fuites thermiques.

### **Montage 7 : Instruments d'optique.**

Les candidats doivent connaître et comprendre les conditions d'obtention d'images de bonne qualité. L'étude des limitations et de défauts des instruments présentés est attendue.

### **Montage 8 : Interférences lumineuses.**

Certains candidats ne font pas le rapport entre leurs connaissances théoriques sur les cohérences spatiale et temporelle, et leurs observations expérimentales. Il en résulte alors des montages mal réglés ou mal utilisés. Pourtant ce montage peut fournir des résultats quantitatifs précis. Il est en particulier intéressant de se placer dans des cas limites où la cohérence spatiale ou la cohérence temporelle peuvent être étudiées indépendamment. Enfin, il n'est pas raisonnable d'envisager d'apprendre à régler un interféromètre de Michelson devant le jury.

**Montage 9 : Diffraction des ondes lumineuses.**

La différence entre diffraction de Fraunhofer et diffraction de Fresnel doit être connue, et l'on doit s'assurer que les conditions de Fraunhofer sont remplies si l'on utilise les formules associées. Attention aux expériences de filtrage spatial qui sont souvent mal comprises.

**Montage 10 : Spectrométrie optique.**

Quel que soit l'appareil de mesure utilisé, notamment le spectromètre à entrée fibrée interfacé avec l'ordinateur, son principe de fonctionnement et ses caractéristiques d'utilisation, en particulier son pouvoir de résolution, doivent être connus. Dans le cas où un candidat souhaite utiliser un spectromètre qu'il a réalisé lui-même, il est rappelé que la mesure des angles au goniomètre est bien plus précise que le simple pointé avec une règle sur un écran ; en outre, s'il souhaite utiliser un réseau en incidence normale, le candidat doit s'assurer de la réalisation expérimentale correcte de cette incidence particulière.

**Montage 11 : Émission et absorption de la lumière.**

Ce montage ne devrait pas être confondu avec le montage « Spectrométrie optique ». Des expériences quantitatives sur l'absorption sont attendues. En outre, les propriétés d'émission du laser ne sont pas hors sujet.

**Montage 12 : Photorécepteurs.**

Dans ce montage, les questions classiques de métrologie peuvent être abordées : sensibilité, bande-passante et temps de réponse. Il importe de distinguer les détecteurs photoniques et thermiques, notamment du point de vue de leur réponse spectrale. Plus généralement, il faut connaître les principes physiques des photodétecteurs utilisés et pouvoir justifier les liens entre ces principes et les caractéristiques métrologiques. Il faut également, lorsqu'on cherche à effectuer une étude spectrale, faire attention à la réponse spectrale de tous les éléments du montage, y compris celle des éventuels polariseurs et analyseurs. Remarquons pour finir que la notion de point de fonctionnement peut être utile pour bien expliquer et justifier un montage avec photodiode.

**Montage 13 : Biréfringence, pouvoir rotatoire.**

Le candidat doit être capable d'expliquer le principe physique des protocoles utilisés pour l'étude de la biréfringence d'une lame mince. Le jury attend des mesures quantitatives avec confrontation aux valeurs tabulées. Une connaissance minimale des milieux anisotropes est indispensable.

**Montage 14 : Polarisation des ondes électromagnétiques.**

Ce montage permet d'explorer les ondes électromagnétiques au-delà de la gamme spectrale de l'optique. Le jury constate que la loi de Malus est souvent mal réalisée et mal exploitée ; les candidats gagneraient à réfléchir au choix de la source : spectrale, blanche avec filtre, laser polarisé ou non polarisé. Enfin, il faut connaître le principe des polariseurs utilisés, que ce soit des polariseurs dichroïques ou de simples grilles dans le cas des ondes centimétriques.

**Montage 15 : Production et mesure de champs magnétiques.**

La sonde à effet Hall est souvent le seul instrument de mesure présenté dans ce montage. D'autre part, les mesures de champs magnétiques ne sont pas limitées à ceux qui règnent dans l'entrefer d'un électro-aimant.

**Montage 16 : Milieux magnétiques.**

Il n'est pas souhaitable de se limiter aux milieux ferromagnétiques. L'étude du transformateur est marginale dans ce montage.

**Montage 17 : Métaux.**

Ce montage doit mettre en évidence différentes caractéristiques propres aux métaux. L'étude de caractéristiques mécaniques, par exemple, nécessite une mise en perspective par rapport aux propriétés équivalentes d'autres matériaux. Notons que pour les mesures de résistance, le principe et l'intérêt d'un montage quatre fils doivent être connus.



**Montage 18 : Matériaux semi-conducteurs.**

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

**Montage 19 : Effets capacitifs.**

Les modèles de condensateurs et les effets capacitifs sont nombreux et aisément accessibles à l'expérimentation ; il est souhaitable que les candidats ne se limitent pas à l'étude du condensateur d'Aepinus et au circuit R-C. Le jury constate que l'étude de la propagation d'une impulsion dans un câble coaxial est, à juste titre, souvent proposée dans ce montage, mais que les propriétés physiques de ce phénomène sont souvent mal maîtrisées.

**Montage 20 : Induction, auto-induction.**

Lors de ce montage, trop de candidats abusent des expériences qualitatives et transforment la séance en une série d'expériences de cours sur l'induction et obtiennent de ce fait une note médiocre. Par ailleurs, la notion d'inductance mutuelle est souvent mal dégagée, en particulier à cause de mauvais choix dans les composants utilisés et dans la fréquence d'excitation.

**Montage 21 : Production et conversion d'énergie électrique.**

Le principe de fonctionnement des dispositifs utilisés (moteurs, tachymètres, variateurs...) doivent être connus afin que la présentation illustre pleinement le sujet et ne se limite pas à des mesures de rendement. D'autre part, lors de l'étude de dispositifs de production et de conversion d'énergie électrique, la notion de point de fonctionnement nominal est importante ; en particulier, des mesures de puissance de l'ordre du mW ne sont pas réalistes. Enfin, les modèles utilisés pour décrire ces dispositifs ne doivent pas être trop simplifiés, au risque d'obtenir des écarts excessifs entre les modèles et les systèmes réels.

**Montage 22 : Amplification de signaux.**

De nombreux aspects des amplificateurs sont éludés, comme la distorsion, les impédances caractéristiques et le rendement. D'autre part, l'amplificateur opérationnel, comportant de nombreux circuits internes de compensation, n'est pas l'objet idéal pour aborder ce montage ; un circuit simple à transistor pourrait être plus illustratif.

**Montage 23 : Mise en forme, transport et détection de l'information.**

Ce montage ne se restreint pas à la modulation d'amplitude. Il semble en particulier important d'aborder le cas des signaux numériques modernes. Dans le cas de la démodulation synchrone, le problème de la récupération de la porteuse est systématiquement passé sous silence.

**Montage 24 : Acquisition, analyse et traitement des signaux.**

Les notions d'erreur de quantification et de rapport signal sur bruit ne sont pas bien dégagées. Pour la numérisation d'un signal, il faut mettre en évidence le rôle de l'échantillonnage et ses conséquences.

**Montage 25 : Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).**

Ce montage ne consiste pas en l'étude d'une succession de phénomènes périodiques à l'aide d'un fréquencemètre commercial, ce qui serait beaucoup trop élémentaire et redondant, mais bien aux techniques de mesure de fréquences.

**Montage 26 : Mesure de longueurs.**

Ce montage n'est ni un montage de spectroscopie, ni un montage de focométrie ; en particulier, la mesure de longueurs d'ondes en tant que telle ne semble pas indiquée. On peut en revanche discuter des méthodes de mesure de longueurs adaptées à grande et à petite échelle. Rappelons que des objets micrométriques peuvent être mesurés avec un instrument optique adapté.

**Montage 27 : Systèmes bouclés.**

Ce montage concerne la physique des asservissements et / ou celle des oscillateurs auto-entretenus. Une maîtrise minimale des montages élémentaires est requise. Un oscillateur à quartz serait le bienvenu, compte tenu de son fort facteur de qualité.

**Montage 28 : Instabilités et phénomènes non-linéaires.**

Il s'agit de bien d'illustrer quelques caractéristiques des systèmes non-linéaires, de préférence dans

différents domaines de la physique. Selon le (ou les) système(s) choisi(s) pour illustrer ce montage, on peut penser à la pluralité des positions d'équilibre, au phénomène de bifurcation, à l'enrichissement spectral, au ralentissement critique...

**Montage 29 : Ondes : propagation et conditions aux limites.**

Ce montage est riche car l'existence de conditions aux limites permet l'apparition de phénomènes aussi variés que la réflexion, la réfraction, la diffraction, les interférences... Dans ce contexte, on veillera à bien distinguer ondes stationnaires et ondes stationnaires résonantes. Notons enfin que la notion d'impédance caractéristique n'est pas limitée au câble coaxial.

**Montage 30 : Acoustique.**

Les phénomènes d'interférences, de réflexion / transmission et d'impédance ont aussi leur place dans ce montage. En outre, le jury apprécie qu'on ne se limite pas à la propagation dans l'air ni à une gamme de fréquences restreinte aux fréquences audibles. En tout état de cause, le montage ne doit pas se limiter à des mesures de la célérité du son. Signalons enfin que les mesures d'atténuation des ondes acoustiques dans l'air qui ont été proposées par les candidats, n'ont pas donné de résultats probants.

**Montage 31 : Résonance.**

Le lien qui existe entre la largeur de la résonance d'un oscillateur et la durée du régime transitoire est souvent ignoré par les candidats. Des phénomènes non linéaires ou paramétriques pourraient également être abordés.

**Montage 32 : Couplage des oscillateurs.**

Les pendules utilisés dans le cadre de ce montage sont souvent loin d'être des pendules simples, et les candidats doivent en tirer les conclusions qui s'imposent. Les expériences de couplage inductif sont souvent difficiles à exploiter car les candidats ne maîtrisent pas la valeur de la constante de couplage. Enfin, il n'est pas interdit d'utiliser plus de deux oscillateurs dans ce montage, ou d'envisager des couplages non linéaires, qui conduisent à des phénomènes nouveaux comme l'accrochage de fréquence, et ont de nombreuses applications.

**Montage 33 : Régimes transitoires.**

Il existe des régimes transitoires dans plusieurs domaines de la physique et pas uniquement en électricité ; de même, l'établissement de régimes forcés peut conduire à une physique bien plus variée que le retour à une situation d'équilibre. Par ailleurs, 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. Enfin, varier les échelles de temps dans la présentation serait appréciable.

**Montage 34 : Phénomènes de transport.**

Des transports autres que diffusifs peuvent faire l'objet de ce montage.

**Montage 35 : Moteurs.**

Ce nouveau montage n'a été choisi par aucun candidat cette année. Il est toutefois maintenu pour la session 2015 compte tenu de la grande richesse et de l'importance industrielle de la physique des moteurs, en particulier des moteurs thermiques.

## **Sujets des épreuves orales de la session 2014**

## Leçons de physique 2014

*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.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre.
3. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
4. Lois de conservation en dynamique des systèmes.
5. Cinématique relativiste.
6. Dynamique relativiste.
7. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux.
8. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide.
9. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides.
10. Gaz parfait, gaz réels.
11. Premier principe de la thermodynamique.
12. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé.
13. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
14. Étude thermodynamique d'un système constitué par un corps pur sous plusieurs phases.
15. Étude statistique d'un système en contact avec un thermostat. Probabilité canonique.
16. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir.
17. Phénomènes de transport.
18. Flux conductifs, convectifs, radiatifs, bilans thermiques.
19. Conversion de puissance électromécanique.
20. Induction électromagnétique.
21. Résonance magnétique nucléaire.
22. Rétroaction et oscillations.
23. Traitement analogique d'un signal électrique. Étude spectrale.
24. Ondes progressives, ondes stationnaires.
25. Ondes acoustiques.
26. Propagation dans un milieu dispersif.
27. Propagation guidée des ondes.
28. Ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques.
29. Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs.
30. Propriétés et applications du rayonnement dipolaire électrique.
31. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat.
32. Interférences à deux ondes en optique.
33. Interféromètres à division d'amplitude.
34. Diffraction de Fraunhofer.
35. Diffraction par des structures périodiques dans différents domaines de la physique.
36. Absorption et émission de la lumière.
37. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
38. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
39. Confinement de l'électron et quantification de l'énergie.
40. Effet tunnel.
41. Fusion, fission.
42. Oscillateurs à deux degrés de liberté en mécanique classique et en mécanique quantique.
43. La molécule : stabilité, énergie.
44. Capacités thermiques : description, interprétations microscopiques.

45. Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.
46. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques.
47. Mécanismes de la conduction électrique dans les solides.
48. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
49. Oscillateurs ; portraits de phase et non-linéarités.

## Leçons de chimie 2014

*Les énoncés des leçons de chimie sont suffisamment ouverts pour permettre au candidat de faire des choix argumentés et de développer une démarche scientifique autour des grands domaines de la chimie et de ses applications. Les candidats, lors de leur présentation, doivent s'appuyer à la fois sur les fondements théoriques, les modèles, les expériences et les applications. Les leçons de niveau « lycée » peuvent concerner différents niveaux d'enseignement. La construction de cette leçon doit respecter l'esprit des différents préambules des programmes du lycée général et technologique et des classes préparatoires aux grandes écoles. Ainsi, la démarche scientifique doit y être privilégiée. La nature de l'épreuve doit par ailleurs amener les candidats à mettre en relation les aspects scientifiques, didactiques et pédagogiques. Ces sujets offrent une part d'initiative importante au candidat ; il ne s'agit pas d'être exhaustif mais de faire des choix argumentés et cohérents dans les concepts et expériences présentées.*

1. Chimie et couleur (L)
2. Stéréochimie (L)
3. Solubilité (L)
4. Conversion d'énergie chimique (L)
5. Séparations, purifications, contrôle de pureté (L)
6. Matériaux polymères (L)
7. Chimie et développement durable (L)
8. Synthèses inorganiques (L)
9. Stratégies en synthèse organique (L)
10. Dosages par étalonnage (L)
11. Dosages par titrage (L)
12. Optimisation des cinétiques de réaction (L)
13. Synthèse organique : caractérisations par spectroscopie (L)
14. Relation structure réactivité en chimie organique (L)
15. Réaction chimique par échange de proton (L)
16. Capteurs électrochimiques (L)
17. Molécules de la santé (L)
18. Structures et propriétés des molécules du vivant (L)
19. Solvants (CP)
20. Classification périodique (CP)
21. Solides cristallins (CP)
22. Réactions d'oxydoréduction (CP)
23. Réactions de précipitation (CP)
24. Dosages suivis par potentiométrie (pH-métrie exclue) (CP)
25. Dosages acido-basiques (CP)
26. Cinétique homogène (CP)
27. Évolution et équilibre chimique (CP)
28. Optimisation d'un processus de synthèse industrielle (CP)
29. Hydrométallurgie (CP)
30. Diagrammes potentiel-pH (construction exclue) (CP)
31. Corrosion humide des métaux (CP)
32. Conformations et configurations (CP)

## Montages 2014

1. Dynamique newtonienne.
2. Surfaces et interfaces.
3. Dynamique des fluides.
4. Capteurs de grandeurs mécaniques.
5. Mesure de température.
6. Transitions de phase.
7. Instruments d'optique.
8. Interférences lumineuses.
9. Diffraction des ondes lumineuses.
10. Spectrométrie optique.
11. Émission et absorption de la lumière.
12. Photorécepteurs.
13. Biréfringence, pouvoir rotatoire.
14. Polarisation des ondes électromagnétiques.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Effets capacitifs.
20. Induction, auto-induction.
21. Production et conversion d'énergie électrique.
22. Amplification de signaux.
23. Mise en forme, transport et détection de l'information.
24. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
25. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
26. Mesure de longueurs.
27. Systèmes bouclés.
28. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
29. Ondes : propagation et conditions aux limites.
30. Acoustique.
31. Résonance.
32. Couplage des oscillateurs.
33. Régimes transitoires.
34. Phénomènes de transport.
35. Moteurs.

## **Sujets des épreuves orales de la session 2015**



## Leçons de physique 2015

*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.
2. Caractère non galiléen du référentiel terrestre.
3. Approximation gyroscopique. Effets dans les domaines macroscopique et microscopique.
4. Lois de conservation en dynamique.
5. Cinématique relativiste.
6. Dynamique relativiste.
7. Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux.
8. Modèle de l'écoulement parfait d'un fluide.
9. Phénomènes interfaciaux impliquant des fluides.
10. Gaz parfait, gaz réels.
11. Premier principe de la thermodynamique.
12. Évolution et condition d'équilibre d'un système thermodynamique fermé.
13. Application des deux premiers principes de la thermodynamique au fonctionnement des machines thermiques.
14. Transitions de phase.
15. Étude statistique d'un système en contact avec un thermostat. Probabilité canonique.
16. Rayonnement d'équilibre thermique. Corps noir.
17. Phénomènes de transport.
18. Flux conductifs, convectifs, radiatifs, bilans thermiques.
19. Conversion de puissance électromécanique.
20. Induction électromagnétique.
21. Rétroaction et oscillations.
22. Traitement d'un signal. Étude spectrale.
23. Ondes progressives, ondes stationnaires.
24. Ondes acoustiques.
25. Propagation dans un milieu dispersif.
26. Propagation guidée des ondes.
27. Ondes électromagnétiques dans les milieux diélectriques.
28. Ondes électromagnétiques dans les milieux conducteurs.
29. Rayonnement dipolaire électrique.
30. Présentation de l'optique géométrique à l'aide du principe de Fermat.
31. Interférences à deux ondes en optique.
32. Interféromètres à division d'amplitude.
33. Diffraction de Fraunhofer.
34. Diffraction par des structures périodiques.
35. Absorption et émission de la lumière.
36. Aspects corpusculaires du rayonnement. Notion de photon.
37. Aspects ondulatoires de la matière. Notion de fonction d'onde.
38. Confinement d'une particule et quantification de l'énergie.
39. Effet tunnel.
40. Fusion, fission.
41. Evolution temporelle d'un système quantique à deux niveaux.
42. Molécules : stabilité, énergie.
43. Capacités thermiques : description, interprétations microscopiques.
44. Paramagnétisme, ferromagnétisme : approximation du champ moyen.
45. Propriétés macroscopiques des corps ferromagnétiques.

46. Mécanismes de la conduction électrique dans les solides.
47. Phénomènes de résonance dans différents domaines de la physique.
48. Oscillateurs ; portraits de phase et non-linéarités.

## Leçons de chimie 2015

*Les énoncés des leçons de chimie sont suffisamment ouverts pour permettre au candidat de faire des choix argumentés et de développer une démarche scientifique autour des grands domaines de la chimie. Les candidats, lors de leur présentation, doivent s'appuyer à la fois sur les fondements théoriques, les modèles, les expériences et les applications. Le niveau « lycée » fait référence à des notions et contenus des programmes du lycée général et technologique, sans que la leçon soit construite nécessairement sur une seule classe d'une série donnée. La construction de la leçon doit également respecter l'esprit des différents préambules des programmes du lycée général et technologique et des classes préparatoires aux grandes écoles. Ainsi, la démarche scientifique doit y être privilégiée. La nature de l'épreuve doit par ailleurs amener les candidats à mettre en relation les aspects scientifiques, didactiques et pédagogiques. Ces sujets offrent une part d'initiative importante au candidat ; il ne s'agit pas d'être exhaustif mais de faire des choix argumentés et cohérents dans les concepts et expériences présentées.*

1. Chimie et couleur (L)
2. Séparations, purifications, contrôle de pureté (L)
3. Polymères (L)
4. Chimie et développement durable (L)
5. Synthèses inorganiques (L)
6. Stratégies en synthèse organique (L)
7. Dosages (L)
8. Facteurs cinétiques (L)
9. Caractérisations par spectroscopie en synthèse organique (L)
10. Relation structure réactivité en chimie organique (L)
11. Capteurs électrochimiques (L)
12. Molécules de la santé (L)
13. Structures et propriétés de molécules du vivant (L)
14. Réaction chimique par échange de proton (L)
15. Solvants (CP)
16. Classification périodique (CP)
17. Solides cristallins (CP)
18. Corps purs et mélanges binaires (CP)
19. Oxydoréduction (CP)
20. Détermination de constantes d'équilibre (CP)
21. Dosages suivis par potentiométrie (CP)
22. Cinétique homogène (CP)
23. Évolution et équilibre chimique (CP)
24. Optimisation de synthèses industrielles (CP)
25. Diagrammes potentiel-pH (construction exclue) (CP)
26. Corrosion humide des métaux (CP)
27. Stéréochimie (CP)
28. Conversion réciproque d'énergie électrique en énergie chimique (CP)
29. Solubilité (CP)
30. Cinétique électrochimique (CP)

**Montages 2015** (liste inchangée par rapport à 2014)

1. Dynamique newtonienne.
2. Surfaces et interfaces.
3. Dynamique des fluides.
4. Capteurs de grandeurs mécaniques.
5. Mesure de température.
6. Transitions de phase.
7. Instruments d'optique.
8. Interférences lumineuses.
9. Diffraction des ondes lumineuses.
10. Spectrométrie optique.
11. Émission et absorption de la lumière.
12. Photorécepteurs.
13. Biréfringence, pouvoir rotatoire.
14. Polarisation des ondes électromagnétiques.
15. Production et mesure de champs magnétiques.
16. Milieux magnétiques.
17. Métaux.
18. Matériaux semi-conducteurs.
19. Effets capacitifs.
20. Induction, auto-induction.
21. Production et conversion d'énergie électrique.
22. Amplification de signaux.
23. Mise en forme, transport et détection de l'information.
24. Acquisition, analyse et traitement des signaux.
25. Mesure des fréquences temporelles (domaine de l'optique exclu).
26. Mesure de longueurs.
27. Systèmes bouclés.
28. Instabilités et phénomènes non-linéaires.
29. Ondes : propagation et conditions aux limites.
30. Acoustique.
31. Résonance.
32. Couplage des oscillateurs.
33. Régimes transitoires.
34. Phénomènes de transport.
35. Moteurs.