



Secrétariat Général

Direction générale des
ressources humaines

Sous-direction du recrutement

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

AGREGATION EXTERNE DE SCIENCES PHYSIQUE
Option : Physique Appliquée
Session 2011

Rapport de jury présenté par Jean-Pascal CAMBRONNE,
Professeur des Universités, Toulouse
Président de jury

SOMMAIRE

1. COMPOSITION DU JURY
2. DEROULEMENT DU CONCOURS
3. ELEMENTS DE STATISTIQUES
4. EPREUVES D'ADMISSIBILITE
 - 4.1 Rapport sur la composition de Physique
 - 4.2 Rapport sur la composition d'Electronique et d'Electrotechnique
 - 4.3 Rapport sur le problème de Physique Appliquée, de Traitement de Signal et d'Automatique
5. EPREUVES D'ADMISSION
 - 5.1 Déroulement de la leçon de spécialité et de l'épreuve en deux parties
 - 5.2 Leçon de spécialité
 - 5.3 Épreuve en deux parties
 - 5.4 Épreuve de montage

1. COMPOSITION DU JURY

M. Jean-Pascal CAMBRONNE, professeur des universités, Toulouse, président ;

M. Robert MAIROT, inspecteur général de l'éducation nationale, vice-président ;

M. Yvan AVENAS, maître de conférences, INP Grenoble ;

M. Xavier BULLE, professeur agrégé, IUT de Villeurbanne ;

M. Emmanuel DÉCAVÉ, professeur agrégé, lycée J.Haag, Besançon ;

M. Alban HEINRICH, professeur agrégé, lycée A.Carme, Bellignat ;

M. Marc JUNGERS, chargé de recherches CNRS, INP Lorraine ;

Mme Delphine MARRIS-MORINI, maître de conférences, Orsay ;

Mme Valérie MONTURET, professeure agrégée, lycée de Born, Périgueux ;

Mme Marie-Cécile PERA, professeure des universités, Belfort ;

Mme Delphine PERSON, professeure agrégée, lycée militaire, St Cyr ;

2. DEROULEMENT DU CONCOURS

L'Agrégation Externe de Sciences Physiques option Physique Appliquée offrait cette année 12 postes aux 94 candidats ayant effectivement composé aux trois épreuves écrites. C'est sans difficulté que toutes les places mises au concours ont été pourvues. Comme les années précédentes, la promotion des agrégés de Physique Appliquée est de qualité et présente d'excellentes garanties de compétences.

Rappelons que cette agrégation a été notablement rénovée, sa forme actuelle étant définie par l'arrêté du 29 mars 2005, auquel les candidats se référeront utilement, ainsi qu'à tous les rapports postérieurs à cette date et qui commentent largement l'esprit des épreuves de cette agrégation.

Comme dans le rapport de jury de l'année précédente, rappelons qu'un titulaire de l'agrégation de Sciences Physiques option Physique Appliquée peut être amené dans son parcours professionnel à enseigner dans différents types de classes et d'établissements d'enseignement secondaire ou supérieur, qu'il s'agisse de lycées d'enseignement général ou technologique, de section de techniciens supérieurs, de classes préparatoires. Ainsi, les sujets des épreuves écrites sont conçus dans le but de tester les connaissances des candidats sur une partie étendue du large champ disciplinaire que recouvre cette option de l'Agrégation de Sciences Physiques. Pour cela, chaque sujet comporte en principe plusieurs parties susceptibles d'être traitées indépendamment les unes des autres.

L'épreuve A1 est dédiée à la physique et pour partie à la chimie. Les épreuves A2 et A3 sont dédiées à la physique appliquée, à l'électronique, à l'électrotechnique, à l'automatique, au traitement du signal, et si nécessaire, à la chimie. Des propositions de corrigés des épreuves écrites sont publiées tous les ans dans le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie. Les nouveaux candidats sont invités à se reporter à ces numéros spéciaux et cela sur plusieurs années, afin de s'entraîner utilement aux épreuves.

Pour la session 2011, les coefficients des différentes épreuves du concours ont été les suivants:

Trois épreuves écrites: une composition de physique A1, durée 5h, coefficient 2; une composition d'électronique et d'électrotechnique A2, durée 5h, coefficient 2; un problème de physique appliquée, de traitement du signal et d'automatique A3, durée 6h, coefficient 2.

Trois épreuves orales: une leçon de physique appliquée, d'électronique, d'électrotechnique, de traitement du signal et d'automatique B1, coefficient 4, d'une durée de 1h20; une épreuve en deux parties B2, coefficient 4, d'une durée de 1h40; un montage de physique appliquée, d'électronique, d'électrotechnique, de traitement du signal et d'automatique B3, coefficient 3, d'une durée de 1h20.

L'épreuve orale en deux parties inclut une leçon de physique, qui donne lieu à une note à part entière sur 15, et l'épreuve « Agir », qui donne également lieu à une note à part entière sur 5 ; cette dernière épreuve, introduite dans tous les concours de recrutement d'enseignants, sera largement commentée dans la suite de ce rapport. Il est utile de rappeler qu'une note « 0 » à une des épreuves est éliminatoire, quels que soient les résultats obtenus par ailleurs.

Sur un total de 17, la somme des coefficients des seules épreuves orales est égale à 11: l'agrégation est avant tout un concours de recrutement de futurs enseignants et cela explique donc la prééminence de l'oral sur l'écrit.

3. ELEMENTS DE STATISTIQUE

94 candidats ont composé aux trois épreuves écrites. Il y avait cette année 27 candidats déclarés admissibles, la barre d'admissibilité ayant été fixée à 11,1 sur 20.

Dans les trois épreuves écrites, les résultats s'établissent comme suit :

- Physique : La moyenne des candidats ayant composé est de 8,8 sur 20 avec un écart-type de 4,3. La répartition n'est pas très éloignée d'une distribution gaussienne. Pour les 27 admissibles, cette moyenne s'établit à 13,4 avec un écart-type de 3,0.

- Composition : La moyenne des notes est de 9,2 sur 20 avec un écart type de 4,6. Pour les 27 admissibles, cette moyenne s'établit à 14,8 sur 20 avec un écart type de 2,9.

- Problème : La moyenne des notes est de 9,5 sur 20 avec un écart type de 4,3. Pour les 27 candidats admissibles, la moyenne est de 13,9 avec un écart type de 2,9.

La moyenne des candidats déclarés admissibles aux épreuves écrites s'élève alors à 14 avec un écart-type de 3.

Pour les trois épreuves orales, les résultats s'établissent comme suit :

- leçon de spécialité : la moyenne des candidats est de 8,8 avec un écart-type de 6. Pour les candidats admis, cette moyenne s'établit à 13,1 avec un écart-type de 5.
- épreuve en deux parties: pour la leçon de physique, la moyenne des candidats est de 7,6 sur 15 avec un écart-type de 4. Pour les candidats admis, cette moyenne s'établit à 11,0 sur 15 avec un écart-type de 3. Pour la partie « Agir », la moyenne des candidats est de 3,0 sur 5 avec un écart-type de 1. Pour les candidats admis, cette moyenne s'établit à 3,9 sur 5 avec un écart-type de 1.
- épreuve de montage : la moyenne des candidats est de 9,4 avec un écart-type de 5. Pour les candidats admis, cette moyenne s'établit à 12,1 avec un écart-type de 4.

Ainsi le dernier candidat est admis avec une moyenne générale de 11,2 sur 20 alors que le major est reçu avec une moyenne de 19,1 sur 20 à l'issue d'une prestation globale particulièrement remarquable.

Il est cependant à noter, et cela est particulièrement vrai pour les épreuves orales, qu'un éventail maximal de notes est utilisé comme en témoignent les valeurs élevées des écarts-types mentionnés, et cela dans le but de faire le plus grand discernement entre les candidats. Ce qui signifie d'une part, qu'une mauvaise note est peut-être moins catastrophique qu'il n'y paraît, et que d'autre part, une excellente note ne signifie pas que tout est acquis et qu'une marge de progression est toujours possible !

Concernant l'épreuve « Agir... », il est remarquable de constater la note obtenue dans cette épreuve est assez fortement corrélée avec les notes obtenues par ailleurs, ce qui tend à prouver la mise en condition tout à fait satisfaisante des candidats face à cette nouvelle épreuve.

Enfin, il convient de noter également que, comme lors des sessions qui ont précédé, la présence de coefficients importants aux épreuves orales a permis cette année à un candidat plutôt pas très bien classé à l'issue des épreuves écrites d'être admis grâce à une prestation satisfaisante sur l'ensemble des épreuves orales.

4. EPREUVES D'ADMISSIBILITE

Comme lors les années précédentes, le jury a eu le plaisir de corriger quelques excellentes copies de candidats, bien préparés et qu'il tient à féliciter, tant pour la qualité de leurs raisonnements que pour leur rapidité. Certains ont évidemment bénéficié d'une préparation institutionnelle sérieuse mais les sujets sont cependant construits pour qu'un candidat isolé puisse obtenir une note satisfaisante, avec le niveau des connaissances requises pour s'inscrire à cette option de l'agrégation de sciences physiques.

A l'issue de la correction des épreuves de la session 2011, le jury tient à rappeler, de nouveau, quelques règles et recommandations communes à l'ensemble des épreuves écrites d'un concours d'agrégation à dominante scientifique :

- lire la totalité du sujet : même rapide, cette lecture préalable permet d'avoir une vue d'ensemble du problème et d'évaluer la difficulté et les compétences exigées dans chacune des parties. La cohérence de certains résultats peut ainsi être vérifiée par avance.

- soigner la présentation de la copie et respecter les notations : pour la plupart, la qualité des copies est satisfaisante. Quelques unes restent inacceptables avec une numérotation des questions fantaisiste, des résultats non mis en valeur ou une écriture quasi illisible. De façon générale, il est demandé aux candidats d'apporter des justifications, *a fortiori* lorsqu'elles sont demandées dans l'intitulé de la question.

- vérifier la signification physique des résultats : les expressions littérales doivent être homogènes. Le mélange de grandeurs complexes et de grandeurs instantanées ou efficaces au sein d'une même expression est par exemple à proscrire. Si les grandeurs ayant une dimension doivent être affectées d'une unité, le jury rappelle que "S.I" n'en est pas une!

- effectuer les applications numériques : les données numériques ne sont pas arbitraires et permettent d'étudier un cas « réel ». Elles doivent être sérieusement traitées car elles contribuent de manière non négligeable à la note finale. D'autre part, elles permettent de vérifier les ordres de

grandeurs et la cohérence des résultats. Les candidats sont invités à réagir vis-à-vis de résultats qui leur semblent aberrants ou erronés !

- privilégier la rigueur, l'honnêteté scientifique et l'esprit critique : c'est un gage de qualité pour un futur enseignant. Les commentaires incohérents ou les opérations douteuses qui permettent d'obtenir les résultats escomptés sont donc à proscrire !

4.1 Composition de physique

La composition de physique de la session 2011 portait sur les effets positifs de la cavitation. Elle était constituée de quatre parties largement indépendantes sur la propagation des ondes ultrasonores dans les fluides, l'évolution d'une bulle de cavitation, la mesure du coefficient de transfert de matière entre deux phases par méthode électrochimique et l'amélioration des performances d'un échangeur de chaleur par les ultrasons. Le sujet faisait donc appel à des connaissances dans différents domaines de la physique : physique des ondes, mécanique des fluides, thermodynamique et transfert thermique, chimie.

La première partie consistait à redémontrer l'équation de propagation des ondes ultrasonores et à montrer que ces ondes étaient totalement réfléchies à l'interface air-eau d'un réacteur cup-horn. Cette partie a été correctement abordée par de nombreux candidats.

La deuxième partie a, de toute évidence, posé de sérieux problèmes à beaucoup de candidats. Elle débutait par la détermination des forces de viscosité, des équations de continuité et de Navier Stokes, permettant de déduire l'équation d'évolution de la pression dans une bulle, appelée équation de Rayleigh. L'étude délicate qui suivait portait sur l'évolution du rayon des bulles de cavitation avec ou sans gaz résiduel. Son caractère « calculatoire » a sans doute effrayé nombre de candidats. Il était cependant possible de traiter indépendamment la fin de cette partie sur la thermodynamique car elle faisait appel à des connaissances et des outils classiques. Cette partie montre notamment que des pressions extrêmement élevées (60 bars) peuvent régner dans la bulle de cavitation. A de telles pressions, le modèle du gaz parfait n'est plus utilisable d'où le recours aux équations de Van der Waals.

La troisième partie portait sur la caractérisation électrochimique de la cavitation. Aucune connaissance sur les courbes intensité-potentiel n'était nécessaire. Elle a permis aux candidats de faire appel à leurs connaissances sur la structure des atomes et sur les réactions d'oxydoréduction. Cette partie se terminait par l'étude de la diffusion et la détermination du coefficient de transfert.

La dernière partie commençait par l'expression des flux thermiques dans un échangeur, l'identification des différentes résistances aux transferts et l'allure des profils de température. La suite a, hélas, été peu abordée; elle était orientée vers le calcul du coefficient de transfert global U. Beaucoup de candidats ont cependant fait les applications numériques de la fin du problème. Ces calculs

permettaient de quantifier l'effet des ultrasons en évaluant $\delta = \frac{U_{avecUS}}{U_{sansUS}}$, grandeur qui augmente jusqu'à 1,7 en présence d'ultrasons.

En conclusion, un certain nombre de candidats ont visiblement été déstabilisés par le caractère calculatoire de la partie II, mal maîtrisée dans l'ensemble. Certaines questions étaient certes délicates mais les candidats ne doivent pas être découragés ni renoncer lorsqu'ils rencontrent des questions sur des thèmes qu'ils connaissent peu mais qui incluent, en grande partie, le recours à des raisonnements, des outils, des concepts usuellement utilisés en physique fondamentale. Le caractère indépendant de beaucoup de parties du problème permettait néanmoins et comme chaque année, de compenser le caractère ardu du thème faisant l'objet de cette composition.

4.2 Composition d'électronique et d'électrotechnique

Cette épreuve comportait deux exercices indépendants s'appuyant sur un thème d'électronique pour le premier et sur un thème d'électrotechnique/électronique de puissance pour le second, ces deux exercices pouvant être abordés dans un ordre quelconque. Il était fortement conseillé de traiter les deux sujets, le jury tenant à nouveau à rappeler qu'un candidat ayant réussi complètement un exercice sans aborder le deuxième ne peut prétendre à la note maximale.

L'exercice d'électronique s'intéressait au fonctionnement d'un analyseur de verres solaires (SGA : Sun Glasses Analyser), système électronique destiné à la mesure de paramètres de verres solaires.

Le sujet était constitué de trois parties largement indépendantes, abordant successivement les aspects suivants :

- La partie A s'intéressait à l'étude des différentes fonctions électroniques réalisant le traitement analogique du signal issu du capteur sensible aux rayonnements visibles et infrarouge.
- La partie B mettait l'accent sur le filtre passe-bande de la chaîne de traitement analogique : les trois premières sous-parties s'intéressant au principe des filtres à capacités commutées et les deux dernières portant sur la structure et les signaux réels du système.
- La partie C était centrée sur la conversion analogique – numérique, au travers, d'une part, de son principe et des caractéristiques des convertisseurs et d'autre part, de l'exploitation de signaux réels issus du SGA.

La grande majorité des candidats a composé sur cet exercice, de manière plus ou moins approfondie.

La partie A qui ne présentait aucune difficulté particulière, a largement été traitée, mais il est regrettable que les candidats ne connaissent ni le modèle physique, ni le fonctionnement d'une photodiode et encore moins ses caractéristiques courant-tension.

Dans la partie B, l'étude des structures de dipôles à capacités commutées était de difficulté croissante. Le fait que de nombreux candidats ne sachent pas résoudre une équation différentielle du premier ordre est à déplorer. De même, la loi de conservation de la charge n'est pas toujours maîtrisée. La suite de la partie B abordait de façon classique un filtre passe-bande à capacités commutées. A ce stade, il est étonnant de constater que certains candidats confondent amplitude et valeur efficace d'une composante sinusoïdale !

Les candidats qui ont abordé la partie C ont essentiellement traité les questions fondamentales portant sur le principe de la conversion analogique – numérique et ont exploité les relevés expérimentaux issus du SGA.

Cet exercice d'électronique, totalement construit autour d'un système réel, permettait de développer aussi bien des aspects théoriques classiques du traitement analogique du signal et de la conversion analogique – numérique que des notions plus pointues sur les capacités commutées et la conversion analogique – numérique. En outre, l'exploitation de la documentation technique ainsi que des chronogrammes et spectres expérimentaux relevés sur le système réel, effectuait le lien indispensable entre théorie et pratique.

L'exercice d'électrotechnique concernait la modélisation d'une machine asynchrone par deux approches différentes. Il s'agissait essentiellement de modéliser la machine puis d'utiliser le modèle obtenu, en abordant successivement les trois points suivants :

- Inductances propres et mutuelles inductance. L'objectif de cette première partie était d'appliquer les relations fondamentales de la magnétostatique à quelques cas simples réduits à un enroulement unique ou à des enroulements couplés avec ou sans fuite. Cette partie mettait en avant l'utilisation des mutuelles inductances utilisées dans les parties suivantes.
- Modélisation de la Machine Asynchrone et utilisation du modèle pour la détermination d'un point de fonctionnement : Il s'agissait de réaliser une modélisation de la machine asynchrone à partir de l'écriture des relations instantanées décrivant les phénomènes physiques. Cette partie était complétée par une application utilisant le modèle défini et se terminait par l'étude de la stabilité du point de fonctionnement de part et d'autre du point caractérisant le couple maximal.
- Modélisation de la machine asynchrone à l'aide de la transformation de Park – Détermination d'un schéma équivalent en régime permanent : Dans cette partie, une fois les outils matriciels nécessaires à la transformation de Park préalablement définis, la modélisation de la machine en utilisant cette transformation était ensuite reprise pour déboucher sur un modèle dynamique. Par un choix judicieux des axes de ce repère tournant, flux dans la machine et couple sont découplés. Pour clore cette partie, un dernier objectif consistait à montrer que cette modélisation dynamique en régime permanent amenait à un schéma équivalent identique à celui défini dans la seconde partie.

Cette épreuve d'électrotechnique ne comportait pas de difficultés majeures et avait l'avantage d'aborder de nombreux domaines afin que chaque candidat puisse valoriser ses connaissances. En particulier, la partie sur le magnétisme était largement accessible à l'ensemble des candidats. Le jury regrette donc que près de la moitié des candidats n'aient pratiquement pas composé sur ce thème alors qu'une grande majorité d'entre eux ont abordé le thème d'électronique. Les candidats qui ont traité l'exercice d'électrotechnique ont majoritairement traité la partie consacrée au magnétisme ainsi

que celle sur l'utilisation du modèle de la machine asynchrone. Les questions concernant la modélisation de la machine asynchrone ont, par contre, été traitées par un nombre réduit de candidats.

A la lumière des réponses apportées à la première partie du sujet, le jury ne peut que constater que les bases du magnétisme ne sont pas suffisamment bien maîtrisées et souhaite que des efforts de préparation portent sur ce point. Il n'est guère admissible de rencontrer des erreurs dans la définition de la réluctance ou dans l'application de la loi d'Hopkinson.

Les candidats qui ont abordé l'application du schéma équivalent ont essentiellement traité les questions élémentaires sur la détermination du point de fonctionnement sans aborder les questions concernant la stabilité du point de fonctionnement.

4.3 Problème de Physique Appliquée, de Traitement du Signal et d'Automatique

Le sujet constitué de quatre parties portait sur les systèmes haptiques, c'est-à-dire à retour de force. Ces systèmes permettent d'effectuer une manipulation (réelle ou virtuelle) à distance, tout en reconstituant certaines sensations du toucher, en particulier la réaction due à cette manipulation. Une modélisation naturelle consiste en une chaîne de quadripôles comprenant un organe maître, un organe esclave et son environnement réel ou virtuel, et un système de communication. La principale difficulté dans la maîtrise de tels dispositifs est liée à la présence de retards (aller et retour) variants dans le temps. Ces retards sont difficilement traitables par les outils classiques de l'automatique. La stratégie de commande est alors fondée sur une approche énergétique des systèmes : la passivité qui implique la stabilité des systèmes.

La partie A proposait de formaliser la modélisation des quadripôles utiles pour la représentation en chaîne d'un système haptique. Les principales propriétés des dipôles, quadripôles et multidipôles sont démontrées : en particulier le théorème de Tellegen, la relation de réciprocité, la matrice impédance, la matrice de transfert et finalement la matrice hybride. Les premières questions portant sur le circuit électrique indiqué avaient pour but de se familiariser avec le théorème de Tellegen et ont été bien traitées. Néanmoins, les candidats n'ont pas, dans leur grande majorité, suffisamment de recul pour comprendre que le théorème de Tellegen ne dépend que des lois de Kirchhoff et non de la nature linéaire ou non-linéaire des composants ; ils n'ont généralement pas su justifier la relation de réciprocité. Dans la plupart des cas, le nombre d'application de la loi des nœuds n'était pas correct (soit pas assez, soit trop, avec redondance). Les correcteurs ont été surpris de voir que si les lois de Kirchhoff sont connues des candidats dans le domaine temporel, leurs expressions avec les tensions et courants complexes sont nettement moins bien acquises, la relation entre grandeur temporelle et grandeur complexe correspondante étant par ailleurs assez fréquemment incorrecte. Le jury a apprécié que les candidats aient su, à quelques exceptions près, manipuler les notations matricielles ; Néanmoins les interprétations physiques ont semblé poser plus de problèmes, en particulier en ce qui concerne les impédances infinies ou nulles, ainsi que les unités des composantes de ces matrices. De plus, les applications numériques (simples) étaient souvent erronées.

La partie B reprend les différents éléments de la chaîne d'un système haptique (transformateur parfait, gyrateur, moteurs maître et esclave, câble coaxial et environnement) ; c'est l'occasion d'évaluer les connaissances des candidats sur le large spectre des disciplines de la physique appliquée : électronique, électrotechnique, électromagnétisme, physique des ondes, traitement du signal. L'étude du transformateur a été relativement bien traitée ; en revanche, les hypothèses du transformateur parfait sont assez confuses et peut-être mal comprises. Le jury regrette un certain manque de rigueur dans le respect des conventions de signe des courants dans l'application de la loi de Hopkinson et de la matrice de transfert. L'étude des moteurs comme un quadripôle a été dans l'ensemble bien réussie. L'application de la transformée de Laplace monolatérale à la dérivée d'un signal n'a été que rarement rigoureuse et les conditions d'Heaviside peu connues : La transformée de Laplace monolatérale est pourtant un outil classique couramment utilisé. Le système de transmission, ici un câble coaxial, a été correctement traité. Son étude est proche de celle menée de manière classique dans un cours ; pourtant les démonstrations de l'équation du télégraphiste demandent plus de rigueur (en particulier sur la nature des dérivées partielles ou totales et le passage à la limite Δz tendant vers 0). La partie sur la propagation d'ondes a été peu traitée et très rarement justifiée. Le jury rappelle qu'un résultat énoncé ne peut être que le fruit d'une argumentation scientifique claire.

La partie C met en avant le fait que les correcteurs classiques du type proportionnel intégral bien que pouvant correctement stabiliser la chaîne haptique sans retard, ne sont plus adaptés en présence de retard et encore moins en présence de retards variants dans le temps. Dans le problème, le correcteur est déjà pré-régulé et le sujet insiste sur l'exploitation et l'interprétation des résultats obtenus

plutôt que sur la démarche de synthèse des paramètres du correcteur. Le faible nombre de candidats ayant traité cette partie a répondu correctement aux différentes questions.

La partie D met en avant l'approche énergétique par la passivité pour stabiliser un système. Les correcteurs ont noté que les candidats ne connaissent généralement pas bien les conditions d'application des critères de stabilité de Routh et de Nyquist. Bien que cette partie soit plus difficile que les autres, les questions étaient détaillées et les calculs ont été relativement bien menés par les candidats qui ont abordé cette partie. Les premières questions sur les manipulations liées au bilan de puissance instantanée ont été correctement traitées. En revanche, les questions suivantes portant sur les ondes incidentes et réfléchies ont souvent mené à des erreurs après des calculs fastidieux. Il est dommage que des études dimensionnelles n'aient pas été menées par les candidats car cela aurait pu éviter plusieurs erreurs. Les questions sur la matrice de répartition S ont été très peu traitées et les réponses moins détaillées sans doute parce qu'il s'agissait de la fin du sujet. Les questions qualitatives d'interprétations terminant le sujet n'ont été traitées que par une poignée de candidats ayant atteint cette fin de partie.

Cette épreuve présentait de façon originale une approche énergétique de l'automatique pour traiter la stabilisation d'un système complexe présentant des retards variant dans le temps. Un vaste ensemble de disciplines de la physique appliquée ont été abordés dans l'esprit de cette épreuve, et la progression du niveau de difficulté des questions a permis aux candidats de progresser dans le sujet.

5. EPREUVES D'ADMISSION

Jusqu'à la session 2010, l'Agrégation Externe de Sciences Physiques, option Physique Appliquée comportait trois épreuves orales d'admission : une leçon de physique, une leçon de spécialité et une épreuve de montage.

La session 2011 a vu la mise en place d'une épreuve supplémentaire associée à la leçon de physique, et constituant avec elle « l'épreuve en deux parties » : il s'agit d'une interrogation orale portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'état et de façon éthique et responsable » commune à tous les concours de recrutement.

Les remarques et recommandations des rapports antérieurs restent d'actualité ; le jury ne saurait trop conseiller aux candidats d'en faire une lecture attentive.

De façon générale, une leçon doit se situer dans un cadre précis et s'appuyer sur des connaissances déjà abordées en cours. Il est important d'indiquer la liste des pré-requis nécessaires. Les leçons de physique sont destinées pour la plupart, à un niveau de classes préparatoires, celles de spécialité à un niveau IUT ou BTS. Il est recommandé aux candidats de s'informer sur les programmes en vigueur (les « référentiels » pour les BTS, les « Programmes Pédagogiques Nationaux » pour les IUT).

S'il est permis au candidat d'aller plus vite qu'il ne le ferait effectivement devant une classe, le souci de traiter la leçon au bon niveau doit rester constant.

Pendant l'entretien, le jury revient sur la démarche pédagogique choisie. Il teste également l'étendue des connaissances du candidat : le questionnement peut alors être porté au plus haut niveau de la connaissance et peut concerner des notions connexes ou non à la leçon.

Le jury insiste tout particulièrement sur la nécessaire démarche pédagogique à adopter :

- Le titre du sujet doit être bien analysé afin d'éviter le hors sujet.
- Les objectifs de l'ensemble et des parties de la présentation doivent être clairement explicités ainsi que son plan.
- Le jury appelle les candidats à faire preuve de rigueur. Les théorèmes doivent être énoncés en précisant le système étudié, le domaine de validité. Il convient de ne pas occulter les difficultés.
- Une leçon ne doit pas être une succession de calculs mathématiques ; à l'inverse, les calculs nécessaires à la compréhension de la leçon ne doivent pas être passés sous silence.
- Une illustration concrète et pertinente peut constituer un fil conducteur de la leçon et éviter une trop grande abstraction,
- Les sciences physiques appliquées sont indissociables de l'expérimentation. Le jury recommande fortement une manipulation et/ou une simulation lors de l'épreuve de leçon. Elle peut servir d'illustration introductive en justifiant la problématique, de validation - tant quantitative que qualitative - des éléments théoriques abordés, ou bien encore de moyens de mesure pour donner des ordres de grandeur caractéristiques. A cet effet, les candidats sont

épaulés par un professeur préparateur et des techniciens qui mettent à leur disposition des manipulations de cours. Le candidat doit prendre le temps de s'approprier la manipulation pendant la préparation afin de pouvoir l'exploiter judicieusement et complètement au cours de la leçon.

- Le candidat devra faire attention à regarder son auditoire plutôt que son tableau et s'exprimer clairement et à haute voix. Un minimum de dynamisme est nécessaire. Que penser d'un futur professeur qui énonce sa leçon d'un ton monocorde et avec une attitude désinvolte ?

5.1. Déroulement de la leçon de spécialité et de l'épreuve en deux parties

Le candidat dispose de quatre heures pour préparer son exposé. Pour ce faire, il accède à la bibliothèque de l'agrégation et bénéficie de l'assistance d'un technicien pour la mise en œuvre d'éventuelles expériences de cours.

- La leçon de spécialité et la leçon de physique portent sur un sujet tiré au sort parmi les thèmes parus au Bulletin Officiel. La présentation se déroule sur une durée totale d'une heure quinze minutes. L'exposé de la leçon devant le jury dure 55 minutes. Les candidats sont encouragés à exploiter intégralement le temps imparti, sans toutefois le dépasser. Sauf cas exceptionnels, expérience dangereuse par exemple, le jury n'intervient pas à ce stade. Le candidat utilise à son gré les tableaux et le rétroprojecteur mis à sa disposition, sachant qu'il ne doit pas effacer ce qu'il a écrit, sauf pour une rectification immédiate. Il est recommandé de présenter le plan sur transparent pour laisser le tableau pour l'exposé de la leçon. Sur ce transparent, certains candidats ont pris la liberté d'y inclure les objectifs de la séance, ce qui a plu au jury.

A l'issue de sa leçon, le candidat répond aux questions du jury pendant vingt minutes. Ces questions peuvent porter sur l'exposé lui-même, sur les expériences réalisées ou bien déborder du cadre strict de la leçon. Leur but peut être d'aider le candidat à rectifier une erreur ou bien de faire préciser des points restés obscurs pendant la leçon. Cela peut aussi permettre d'évaluer sa culture scientifique, son recul vis-à-vis de sa discipline et sa réaction face à des questions possibles d'élèves. Le jury regrette à ce propos que quelques candidats n'attendent pas toujours que les questions soient posées intégralement, ou essaient de donner une réponse coûte que coûte. Les candidats doivent être avertis : les réponses hasardeuses peuvent engendrer de nouvelles questions.

Les questions peuvent se cantonner à la thématique de la leçon mais peuvent aussi déborder du contexte afin d'évaluer la réactivité du candidat. Il faut savoir que l'enseignant de physique appliquée doit se préparer à acquérir une large culture en sciences physiques dans la mesure où il pourrait être amené à enseigner des domaines assez larges des sciences physiques en lycée, par exemple.

- L'interrogation portant sur la compétence « Agir... » se déroule immédiatement à la suite de la leçon de physique et de l'entretien afférent. Le candidat présente, pendant dix minutes, un exposé construit à partir du sujet qui lui a été remis en même temps que le sujet de la leçon de physique. Cette partie de l'épreuve porte sur des thématiques relatives aux connaissances, aux capacités et aux attitudes définies dans le point 1 de l'annexe de l'arrêté du 12 mai 2010 portant définition des compétences à acquérir par les professeurs, documentalistes et conseillers principaux d'éducation pour l'exercice de leur métier. L'exposé se poursuit par un entretien d'une durée maximale de dix minutes avec le jury. Il convient de préciser à nouveau que, comme pour les autres épreuves, une note « 0 » est éliminatoire.

5.2. Leçon de spécialité.

Pour la leçon de spécialité, le jury reprend largement les recommandations des rapports précédents ; il souhaite néanmoins attirer plus particulièrement l'attention des candidats sur les points suivants :

Les prérequis, précisés logiquement à l'occasion de la présentation liminaire de la structure de la leçon, doivent naturellement concerner l'ensemble de ses parties constitutives. Par exemple, pour la leçon sur l'autopilotage d'une machine synchrone par onduleur de courant - ce sera le cas bien sûr pour toute leçon portant sur une association convertisseur/machine - il est nécessaire d'indiquer les prérequis relatifs aux machines et ceux relatifs à l'électronique de puissance.

La grande majorité des leçons de spécialité est susceptible de donner lieu à une illustration concrète voire expérimentale. Par exemple, dans la leçon d'introduction aux antennes (niveau BTS), il est

vivement recommandé de présenter matériellement une, voire des antennes. Il est également envisageable de tracer l'allure du diagramme de rayonnement d'un dispositif émetteur simple.

Dans de nombreux cas, la présentation expérimentale associée à la leçon n'est pas toujours bien exploitée : il est nécessaire d'expliquer quels sont les éléments observés et pourquoi, afin de bien faire comprendre les tenants et les aboutissants de cette expérimentation. Par exemple, dans le cas d'une machine tournante, il convient d'en décrire la constitution physique et de la mettre en correspondance avec le contenu et le modèle utilisé. Les oscillogrammes représentatifs des formes d'onde d'intensité et de tension sont fréquemment insuffisamment commentés ou expliqués. Ainsi, pour la leçon sur les lignes de transmissions, un câble coaxial branché entre un générateur d'impulsions et un oscilloscope sans mesure ni exploitation, ni explication approfondie, ne saurait constituer une illustration pertinente tant sur un plan scientifique que pédagogique. Le moment où l'expérience de cours est présentée doit être judicieusement choisi : il n'y a pas de raison de privilégier systématiquement la fin de l'exposé. Elle peut se placer par exemple en introduction pour susciter et justifier un questionnement et éclairer la résolution qui suivra, en cours d'exposé, pour approfondir tel ou tel point ou valider des résultats théoriques, en fin de séance, pour réaliser une synthèse et une mise en correspondance entre théorie et réalité technologique.

Autre point : le candidat doit veiller à la cohérence des notations et des hypothèses utilisées tout au long de la leçon. En particulier, si les sources documentaires sont d'origine différente (schémas, courbes, tracés...), il faut maintenir une continuité des notations. Le jury ne fera pas grief au candidat de la notation choisie pour représenter telle ou telle grandeur physique, mais il est conseillé en privilégier, autant que faire se peut, les notations normalisées.

Par ailleurs, quelques confusions sont apparues dans les notations des grandeurs efficaces, efficaces complexes, instantanées...révélatrices sans doute d'une maîtrise incertaine du contenu proposé et des grandeurs descriptives des différents contextes étudiés. Dans la leçon « Réponse en fréquence des montages amplificateurs à amplificateur opérationnel : stabilité, vitesse de balayage (IUT) », le candidat reste libre de ses notations mais il doit les conserver et ne pas en changer au gré des ouvrages utilisés en préparation (le gain de l'amplificateur opérationnel ne peut pas au cours de la même leçon être noté A , A_0 , μ puis enfin H).

L'étude dimensionnelle des formules théoriques importantes d'une leçon de spécialité est plus que vivement recommandée – il devrait s'agir d'un réflexe chez les candidats – d'abord, pour procéder à une vérification rapide de l'exactitude de la relation en question, mais aussi pour se préparer à transmettre cette excellente habitude à leurs futurs élèves. Un multiplieur analogique génère une tension image du produit de deux tensions d'entrée, ce qui induit nécessairement un coefficient de proportionnalité homogène à des V^{-1} .

Le candidat veillera à traiter le sujet dans son intégralité, quitte à faire des choix. Par exemple, on ne peut pas occulter le réglage de la puissance dans la leçon : « Onduleurs autonomes en pont complet monophasé. Modes de commande. Réglage de la puissance. Application aux ASI ».

Les leçons de niveau précisé IUT ou BTS sont destinées à des étudiants susceptibles d'entrer assez rapidement sur le marché de travail. Il est donc important de parler de structures et de technologies récentes. Par exemple, dans la leçon sur « l'onduleur de tension monophasé », il est nécessaire d'évoquer les interrupteurs de puissance utilisés aujourd'hui et de ne pas se contenter de présenter la commande en pleine onde.

La rigueur est une qualité indispensable pour celui qui se destine à la transmission de connaissances à quelque niveau que ce soit ; elle doit s'exprimer notamment à l'occasion du choix des conventions. Par exemple, dans les convertisseurs électromécaniques, il y a lieu de relier la convention adoptée pour les grandeurs électriques à celle utilisée pour les grandeurs mécaniques : que signifie un couple positif ou négatif, une vitesse positive ou négative, si leurs orientations conventionnelles n'ont pas été définies ? La rigueur est également de mise dans l'emploi de termes adaptés : parler de la « fréquence du filtre » (*sic*) n'a aucun de sens ! Un filtre possède cependant éventuellement une ou des fréquence(s) de coupure, de cassure, de transition.... Le candidat doit en connaître parfaitement les définitions. De la même manière, les outils doivent être introduits avec précision : la variable de Laplace « p » et le terme « $j\omega$ » ne sont pas équivalents... Un va-et-vient constant entre ces deux termes n'est pas acceptable.

Les lois ou les méthodes ne peuvent s'appliquer que sous certaines hypothèses que le candidat doit connaître et présenter clairement. C'est par exemple le cas de la méthode de Strejc, du théorème de la valeur finale.... Il doit également penser à préciser à quel moment de la démonstration ces hypothèses sont utilisées (ex : machine synchrone non saturée à pôles lisses pour le modèle de Behn-Eschenburg).

Une leçon comporte nécessairement quelques points incontournables et quelques attendus, ce qui n'exclut pas néanmoins un peu d'originalité ! Le candidat peut, selon son cursus ou ses affinités, choisir la stratégie lui permettant de mettre en valeur ses connaissances et ses compétences tout en montrant ses capacités à concevoir une leçon inédite que le jury appréciera. Par exemple, pour la leçon « modulations de phase numériques et démodulation », il sera possible d'insister plutôt sur les aspects spectraux ou plutôt sur les structures électroniques des modulateurs et démodulateurs. De la même manière, dans les leçons « le transistor à effet de champ MOS : principe de fonctionnement et schéma équivalent » ou « photodiode : principe de fonctionnement et applications », le candidat, sans faire d'impasse, pourra mettre en avant plutôt la physique des semi-conducteurs ou plutôt l'aspect électronique.

La leçon d'automatique « Première Leçon sur les Systèmes Asservis Numériques (BTS) » est une leçon d'introduction : elle doit faire ressortir la méthodologie d'étude (et notamment le principe de passage entre les variables z et p) et ne pas se borner à une succession d'approximations générales sans justification. Une comparaison régulière entre les asservissements numériques et analogiques est fortement encouragée au niveau pédagogique. De plus, même si ce n'est pas l'épreuve de montage, le candidat doit maîtriser les différents aspects de la manipulation qu'il propose et savoir faire le lien entre les composants présents sur la maquette et le schéma fonctionnel représenté au tableau.

5.3. Épreuve en deux parties.

- Leçon de physique

Les candidats ont globalement compris l'orientation proposée par le jury dans les rapports antérieurs, en illustrant souvent leur exposé par des expériences de bureau, signe également de bonne préparation aux épreuves. Le jury a par ailleurs noté des progrès intéressants lors des présentations de chimie ; il encourage les candidats à poursuivre dans cette voie, à ne pas négliger cette discipline en approfondissant leurs connaissances dans ce domaine. Pour la leçon sur la cinétique chimique, le jury a apprécié les candidats qui ont présenté en direct une étude cinétique d'une réaction chimique. Il faut toutefois veiller à un bon équilibre de la leçon de façon à ne pas la noyer dans une accumulation d'expériences et, du coup, consacrer trop de temps à leur mise au point. Le jury a noté également que la plupart des candidats gèrent maintenant correctement le temps qui leur est alloué pour la présentation, allant généralement au terme des 55 minutes qui leur sont accordées.

Cependant, si des expériences sont présentées, le candidat doit avoir le souci de les exploiter le plus complètement possible en lien avec les notions de la leçon. Par exemple, pour la leçon sur le principe de base d'un instrument d'optique, il semble inconcevable de ne pas évoquer la notion de cercle oculaire sans en présenter l'intérêt grâce, par exemple, au montage simulant l'instrument. Autre exemple : dans la leçon concernant l'oscillateur harmonique à une dimension soumis à des forces de frottements visqueux, plusieurs candidats se sont appuyés sur l'expérience de la masse reliée à un ressort plongeant dans une solution de sulfate de cuivre. Si le portrait de phase a pu être obtenu de façon satisfaisante, il est dommage que le candidat en reste là sans chercher à déterminer des paramètres intrinsèques à l'aide des mesures de la pulsation ou du décrétement logarithmique. On s'attend à ce qu'il détermine le facteur de qualité pour vérifier si l'évolution du système est cohérente avec ce que prévoit la théorie.

Pour les leçons d'optique physique faisant intervenir la diffraction, les interférences ou la spectrométrie, le jury apprécie une approche concrète des phénomènes. La mesure de longueurs d'onde est importante car elle permet d'avoir bon nombre d'informations sur les systèmes étudiés. C'est pourquoi, le jury encourage à contextualiser encore plus les leçons en illustrant les notions abstraites par des exemples concrets, sans négliger les applications numériques. C'est aussi le cas pour les leçons comme celles portant sur l'entropie ou le potentiel électrostatique, il serait maladroit de ne pas évoquer une application concrète lors de la résolution d'un exercice ou d'une application directe d'un concept abstrait.

Compte tenu de la direction prise par les programmes des séries technologiques de lycée, le professeur de physique appliquée se doit d'avoir une bonne culture générale en chimie. Il doit aussi avoir en tête les risques et les précautions à prendre lors de séances de TP de chimie. C'est pourquoi, le jury sera attentif à ce que les candidats manipulent correctement le matériel, notamment la verrerie pour les manipulations de produits organiques (verrerie en verre et non en plastique).

Enfin, il convient de garder quelques précieux instants à la fin de l'exposé pour conclure par une synthèse des notions présentées, les candidats finissant souvent leur leçon à la limite de l'épuisement comme s'il s'agissait d'une course contre la montre. Montrer que l'on sait aussi maîtriser le temps en

effectuant un bilan général de la leçon au moment opportun laissera le jury sur une impression favorable.

- Interrogation portant sur la compétence « Agir en fonctionnaire de l'état et de façon éthique et responsables ».

L'arrêté du 12-05-2010 paru au BO du 22-07-2010 définit les dix compétences professionnelles à acquérir au cours de la formation des professeurs ; il précise notamment la compétence « Agir... » : « Tout professeur contribue à la formation sociale et civique des élèves. En tant qu'agent public, il fait preuve de conscience professionnelle et suit des principes déontologiques : il respecte et fait la personne de chaque élève, il est attentif au projet de chacun ; il respecte et fait respecter la liberté d'opinion ; il est attentif à développer une attitude d'objectivité ; il connaît et fait respecter les principes de la laïcité, notamment la neutralité ; il veille à la confidentialité de certaines informations concernant les élèves et leurs familles. Il exerce sa liberté et sa responsabilité pédagogiques dans le cadre des obligations réglementaires et des textes officiels ; il connaît les droits des fonctionnaires et en respecte les devoirs. L'éthique et la responsabilité du professeur fondent son exemplarité et son autorité dans la classe et dans l'établissement. »

L'interrogation mise en place lors des épreuves d'admission à l'agrégation a pour objectif d'évaluer les connaissances, les capacités à les mettre en œuvre et les attitudes professionnelles précisées en annexe de l'arrêté mentionné ci-dessus. Des compétences pédagogiques plus générales (clarté et qualité de l'expression, capacité à argumenter, réactivité face aux questions, ...) sont évaluées à cette occasion comme elles le sont aussi à travers les autres épreuves orales d'admission.

Le sujet proposé cible une compétence professionnelle issue de la liste publiée sur le guide-concours du site internet www.education.gouv.fr. Une situation professionnelle d'enseignement de sciences physiques particularise cette compétence. Le candidat doit illustrer concrètement cette situation (objectifs et plan d'action, modalités d'intervention des acteurs impliqués, activités pédagogiques menées, ressources utilisées...) de façon à montrer en quoi, une ou plusieurs connaissances, capacités ou attitudes de la compétence « Agir en fonctionnaire de l'État et de façon éthique et responsable » sont susceptibles d'être mises en jeu à cette occasion. Des documents annexes l'aident à concevoir son exposé.

La forme retenue pour cette épreuve lors de la présente session et les libellés des sujets avaient pour objectif de favoriser un questionnement personnel débouchant sur un exposé construit et solidement argumenté, fondé sur un contexte concret de formation scientifique tout en évitant les questions générales de « vie scolaire » susceptibles de donner lieu à des discours convenus et peu adaptées aux candidats ne possédant pas d'expérience professionnelle.

Le jury a eu le plaisir de constater que, dans l'ensemble, les candidats avaient bien perçu ses attentes et que, malgré le peu de pratique professionnelle de certains d'entre eux, ils ne commettaient pas de graves contre-sens sur la ou les problématiques concernées ni sur les solutions envisageables dans un cadre scolaire voire extra scolaire. Il déplore que parfois, ceux-ci n'aient pas toujours fait preuve du sens concret et des capacités d'argumentation et de rigueur qui doivent caractériser l'enseignant de sciences physiques à quelque niveau qu'il exerce et en toutes circonstances. Par ailleurs lors de l'échange qui suit l'exposé, une attitude par trop circonspecte, peut-être révélatrice de défiance vis-à-vis du jury, ne doit pas être de mise : la déontologie n'exclut pas l'expression de convictions claires si elles restent fondées sur l'objectivité scientifique.

Le jury regrette aussi que la culture scientifique et technique de certains d'entre eux reste parfois très superficielle pour ne pas dire inexistante sur des sujets contemporains ou d'actualité qui pourraient enrichir leur présentation. Il les invite prestement à remédier à ces lacunes ; c'est une responsabilité fondamentale pour asseoir leur légitimité et développer chez leurs futurs élèves l'intérêt pour les sciences.

5.4 Epreuve de montage.

Les remarques des rapports antérieurs sont toujours d'actualité et le jury ne saurait trop conseiller aux candidats d'en faire une lecture attentive.

L'épreuve de montage de physique appliquée, d'électronique, de traitement du signal et d'automatique permet d'éprouver les qualités d'expérimentateur, d'évaluer la capacité des candidats à illustrer un sujet de spécialité de manière pédagogique et à relier les résultats expérimentaux à un développement théorique en ayant une approche critique vis-à-vis de ce dernier. Le candidat doit démontrer également sa maîtrise des appareils de mesure courants dans les laboratoires de physique appliquée ainsi que des techniques d'acquisition de mesure. Enfin, cette épreuve est l'occasion d'élargir la discussion aux applications potentielles du phénomène étudié, testant ainsi la culture scientifique et technique acquise.

Deux sujets sont proposés au candidat qui en sélectionne un sans nécessité de justifier ce choix. Pour un montage dit « classique », le jury attend une connaissance approfondie du sujet, une très bonne réactivité vis-à-vis des questions et des remarques, ainsi que du recul. Sur des sujets moins classiques ou réputés difficiles, le montage choisi peut être simple s'il remplit son rôle d'illustration pertinente de connaissances fondamentales.

Il est attendu du candidat qu'il structure sa présentation de la manière suivante :

- plan de l'exposé et présentation rapide des différents points qui seront abordés afin que la globalité du sujet soit discutée au cours de l'interrogation (présentation hélas souvent absente),
- objectif et démarche expérimentale,
- rappels théoriques de cours,
- description et schéma des montages,
- valeurs numériques des composants et leur justification,
- mesures effectuées au cours de la préparation et leur analyse (une comparaison avec la théorie est fortement appréciée),
- principe d'exploitation des mesures en lien avec l'objectif énoncé.

Néanmoins, il s'agit d'une épreuve qui privilégie les échanges entre les membres du jury et le candidat.

Ce dernier doit donc s'attendre à être interrompu au fur et à mesure de la présentation, bien avant d'avoir déroulé l'ensemble des points ci-dessus. Il devra également répondre aux questions diverses (explications complémentaires, conditions expérimentales,...) de façon fluide et argumentée. Il pourra proposer, si nécessaire, de revenir aux points initialement prévus.

Les mesures doivent être effectives, avant et pendant la séance (le fait de ne pas tester le montage lors de la préparation est à proscrire). Le jury demandera en général aux candidats de reproduire certaines mesures qu'il aura réalisées durant la préparation. Le jury est sensible à la qualité des mesures produites. Le candidat s'attachera en particulier à avoir un œil critique sur la précision de ses mesures. Il conviendra aussi de corroborer les mesures effectuées soit en utilisant une autre méthode de mesure soit en consultant les données constructeur des systèmes utilisés. Les questions du jury peuvent aussi porter notamment sur :

- les principes et phénomènes physiques liés à l'objet étudié, à ses défauts, aux appareils de mesure et capteurs mis en œuvre ;
- la sécurité ;
- les applications possibles;
- le choix du matériel, des appareils de mesures, des grandeurs réglées (tension, courant, vitesse,...).

Le ou les montages choisis doivent être présentés de manière concise à l'aide d'un schéma présenté au tableau (même si le montage paraît simple). Le candidat justifie ses choix, met en valeur l'intérêt de la manipulation proposée vis-à-vis de l'objectif pédagogique poursuivi. En cas d'erreur ou de choix remis en cause par le jury, la réactivité du candidat et sa capacité à rebondir sur une solution alternative seront particulièrement appréciées. Il pourra également proposer de nouvelles solutions sans nécessairement les mettre en œuvre.

Il existe a priori deux « stratégies » concernant les montages :

- utilisation d'une maquette pré-câblée disponible sur place ou d'un circuit intégré réalisant une fonction complexe (a)
- montage entièrement réalisé par le candidat, à base d'éléments constitutifs simples ou de composants discrets (b)

Dans le cas (a), le jury attend que le candidat soit capable d'expliquer le fonctionnement des différents éléments de la maquette utilisée et de justifier leur présence. Une simple observation des signaux est

insuffisante ; des mesures quantitatives sont demandées, rendant indispensable une bonne compréhension du conditionnement du signal (sondes, amplificateurs, ...) ainsi qu'une exploitation de ces mesures en lien avec les objectifs pédagogiques du montage. La mise en œuvre d'un système complexe mal ou non maîtrisé n'apporte rien. Enfin, une attention sera portée sur les exemples d'application de ces circuits pré-câblés.

Dans le cas (b), le montage peut éventuellement être plus simple, mais un montage simple, expliqué en profondeur, permettant d'illustrer les principes de bases, suivant une progression pédagogique construite, est généralement bien apprécié.

Enfin, le jury souhaite attirer l'attention sur les points suivants :

- Dans le cas où le sujet ou des techniques de mesure indirectes font appel à des notions de physique fondamentale, il est souhaitable de rappeler ces notions. Il est notamment indispensable que le candidat connaisse la nature et le principe physique des capteurs utilisés.
- Une simulation est appréciée, mais ne doit pas être privilégiée au dépend de l'expérimentation. Elle doit rester au service du propos pédagogique.
- En cas de non fonctionnement du montage, le jury attend que le candidat propose des pistes de solution, même s'il n'a pas nécessairement eu le temps de les tester lors de la préparation.
- Lorsque le schéma d'un montage a été pris dans une source bibliographique, il est fortement recommandé au candidat qu'il puisse justifier ses choix. Pour les sujets sur les modulations, il est fortement conseillé d'utiliser les générateurs de signaux et leurs modulations internes (AM, FM, FSK,...), afin de discuter des propriétés spectrales des signaux.
- Le jury déplore le fait que certains candidats présentent des schémas dépourvus d'appareils de mesure, ou indiquant par exemple un ampèremètre à la place d'une sonde de courant (et inversement) ou encore non conformes au montage effectivement réalisé.
- Concernant les sujets liés à l'utilisation de l'énergie lumineuse (Etude d'un générateur photovoltaïque, Mesures d'efficacité d'un système d'éclairage,...), le jury a noté une méconnaissance des grandeurs liées à l'énergie lumineuse (éclairage, flux lumineux,...). Il recommande une utilisation plus rigoureuse de ces grandeurs physiques et des unités afférentes.
- Concernant les montages impliquant des conversions électromagnétiques, le jury regrette le peu de maîtrise des notions ayant trait aux matériaux magnétiques, même dans leurs représentations les plus simples.
- Une caractérisation des différents éléments des chaînes bouclées est nécessaire avant de les associer en boucle fermée, de manière à interpréter de manière précise son fonctionnement.

D'autres remarques concernent le choix du matériel et son utilisation :

- si le matériel disponible sur place est peu connu des candidats, il est recommandé de passer un temps suffisant pour en connaître les principales fonctionnalités (GBF, oscilloscopes, analyseur de spectre...). Le jury évaluera en effet la maîtrise des techniques de mesure (fonctions mises en œuvre, choix des calibres, choix des mesures les plus pertinentes, lecture de documentation «data sheet») et pourra également poser des questions sur le fonctionnement interne des appareils utilisés.
- les candidats extérieurs au centre du concours peuvent apporter le matériel utilisé dans leur établissement, à condition de le déposer avant le début de la première série d'oraux.
- les candidats sont encouragés à demander et à lire les documentations techniques sur les appareils de mesure et sur les composants