

Royaume du Maroc
Ministère chargé de l'Enseignement
Secondaire et Technique

RAPPORT SUR

L'AGRÉGATION DE
SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 1998

COMPOSITION DU JURY D'ORAL

M. EL MASSLOUT Abdallah	Président du Jury
M. SARMANT Jean-Pierre	Vice Président du Jury, Inspecteur Général de l'Éducation Nationale France
M. EL AZHARI Moulay Youssef	Chargé du secrétariat de l'Oral Professeur agrégé de physique, CPA, ENS - Marrakech
M. ARIDE Jilali	Professeur de Chimie, E.N.S. Takadoum - Rabat
M. BENNOUNA Amin	Professeur de Physique, Faculté des Sciences Semlalia - Marrakech
Mme BOTTIN Monique	Professeur de chaire supérieure, Spéciale PC*, Lycée Michelet - Vanves
Mme DANCRE Sylvie	Professeur de chaire supérieure, Spéciale MP*, Lycée Louis-Le-Grand - Paris
M. DULAC Yves	Professeur de chaire supérieure, Spéciale PC*, Lycée Louis-le-Grand - Paris
M. EL HAOUARI Mohamed	Professeur agrégé de physique, Spéciale MP, CPR - Tanger
M. LIEVRE Jean Pierre	Professeur de chaire supérieure, Spéciale MP*, Lycée du Parc - Lyon
M. SAAD Abdallah	Professeur de physique, E.N.S.E.M. - Casablanca
Mme SONNEVILLE Madeleine	Professeur de chaire supérieure, Spéciale MP, Lycée Lakanal - Sceaux

ÉCRIT

Comme tous les ans, depuis la création du concours de l'Agrégation de Sciences Physiques en 1988, les candidats marocains concourent à l'écrit dans les mêmes conditions que leurs homologues français.

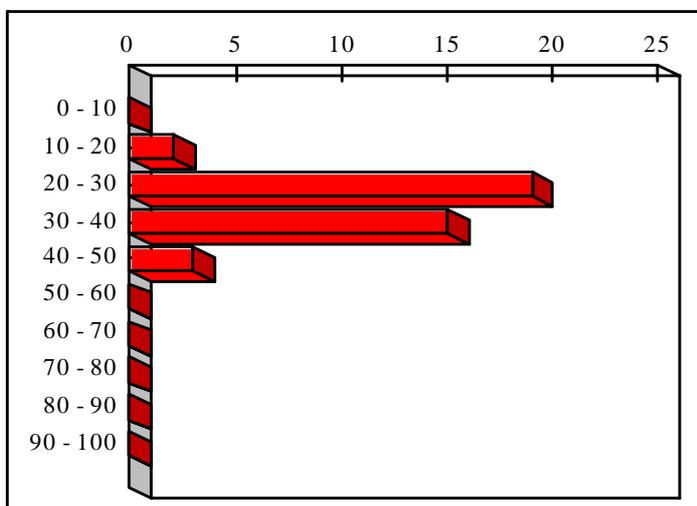
Le Président du Jury de l'Agrégation marocaine est invité à la réunion de délibération d'écrit à Paris à l'issue de laquelle il propose au Ministre chargé de l'Enseignement Secondaire et Technique la liste des candidats marocains déclarés admissibles aux épreuves orales. Il dispose par ailleurs de l'ensemble des notes d'admissibilité des candidats qui se sont présentés aux épreuves écrites.

RÉSULTATS DE L'ÉCRIT

Candidats inscrits	41
Candidats présents aux trois épreuves	39
Candidats admissibles	13
Barre d'admissibilité (sur 100)	35

Le tableau ci-dessous donne la répartition des notes des candidats marocains. La moyenne des candidats inscrits s'établit à 29,26/100 avec un écart-type de 09,00. En plus de la baisse de la moyenne générale des candidats inscrits - elle était de 45,64/100 en 1997 -, on peut regretter le nombre trop important de notes comprises entre 20 et 35/100 ce qui a donné un nombre d'échecs à l'écrit, hélas, particulièrement élevé.

Intervalle de notes	Nombre de candidats
00 - 10	0
10 ⁺ - 20	2
20 ⁺ - 30	19
30 ⁺ - 40	15
40 ⁺ - 50	3
50 ⁺ - 60	0
60 ⁺ - 70	0
70 ⁺ - 80	0
80 ⁺ - 90	0
90 ⁺ - 100	0
Total	39



À partir de la session de 1999, les coefficients des différentes épreuves écrites seront les suivants :

Épreuve	Composition de Physique	Composition de Chimie	Problème de Physique
Coefficient	2	2	2

Il est à noter une légère augmentation du poids de l'épreuve "Composition de Chimie".

ORAL

Les épreuves orales du Concours d'Agrégation de Sciences Physiques 1998 se sont déroulées dans les locaux du Centre de Préparation aux Agrégations Scientifiques (CPAS) situé à l'annexe de l'École Normale Supérieure, 143, boulevard Victor Hugo, Casablanca.

Elles ont duré du lundi 15 au jeudi 18 juin 1998.

Les membres du Jury tiennent à remercier chaleureusement les responsables du CPAS ainsi que l'administration du Lycée Mohammed V pour l'accueil qui leur a été réservé et l'organisation générale des oraux.

Nos remerciements vont également aux agrégés préparateurs dont les prestations et le dévouement ont été exemplaires.

Le Jury a délibéré à la suite des épreuves orales. Les résultats ont été proclamés le 18 juin et le Jury a reçu aussitôt les candidats qui le désiraient afin de commenter leurs épreuves.

Parmi les 13 candidats déclarés admissibles, 12 ont été admis définitivement. Le candidat classé premier a été proposé pour effectuer un stage probatoire d'une année en Classes Préparatoires aux Grandes Écoles.

La barre d'admission a été fixée à 07,05/20 au lieu de 08,79/20 en 1997.

Malgré quelques prestations de niveau plutôt médiocre, le Jury a relevé avec satisfaction que beaucoup de candidats ont bien préparé les épreuves orales et ont fort bien réussi leur présentation.

À partir de la session de 1999, les coefficients des différentes épreuves orales seront les suivants :

Épreuve	Leçon de Physique	Leçon de Chimie	Montage de Physique
Coefficient	4	3	3

Les épreuves orales voient ainsi leur poids passer de 58 % à plus de 62 %.

Rapport sur les leçons de physique

Établi par Mme Dancre et MM. Bennouna, El Haouari et Sarmant

La répartition des notes s'établit de la façon suivante :

Notes	0-5	5 ⁺ -9	9 ⁺ -13	13 ⁺ -17	17 ⁺ -20
Nombre de leçons	1	5	5	1	1

La moyenne des notes est de 09,46/20 (contre 07,96/20 en 1997) avec un écart-type de 4,03.

Moyenne	1998	1997	1996	1995	1994
des 5 premiers admis	13,60	13,20	12,80	12,80	11,20
des 10 premiers admis	10,80	10,90	11,90	11,00	09,60
de tous les admis	9,75	9,53	10,87	09,00	08,13

Le tableau ci-dessus fait ressortir une amélioration régulière du niveau des cinq premiers candidats admis. De plus, contrairement aux deux années précédentes, le Jury a eu le plaisir de pouvoir attribuer une note égale à 18/20 pour une excellente leçon d'un candidat qui avait été ajourné à la session précédente et a manifestement progressé.

Remarques d'ordre général

Les rapports sur les leçons de physique publiés les années précédentes sont toujours d'actualité. Nous conseillons aux futurs candidats de s'y reporter.

Avant de commenter le contenu des leçons par thème, nous exposons ci-dessous quelques remarques d'ordre général ainsi que quelques règles de conduite qui, nous l'espérons, aideront les futurs candidats à mieux réussir leur concours. Malgré tous les efforts qu'il convient de consentir pour préparer dans de bonnes conditions l'écrit, nous leur recommandons vivement de *ne pas négliger la préparation à l'oral*.

La gestion correcte du temps est l'une des qualités requises pour un bon exposé. Si le fait de terminer une leçon quatre ou cinq minutes avant le délai accordé est sans conséquence, réduire le temps d'exposition à la moitié de ce délai ne peut en revanche que traduire un manque de conviction qui ne saurait être accepté.

Pour parvenir à traiter une leçon qui couvre un domaine étendu, il faut savoir abrégé les parties non essentielles et admettre tel ou tel résultat partiel de façon à garder le temps de dégager la généralité du sujet. Dans une leçon qui comporte de nombreux calculs, après avoir montré au Jury qu'il est capable d'en développer un avec aisance, le candidat peut s'autoriser à donner les résultats des suivants et se consacrer à en dégager le sens physique.

Le Jury tient bien entendu compte des qualités d'expression, aussi bien orale qu'écrite. Il apprécie également que le candidat regarde son auditoire. Autant la lecture permanente par le

candidat de ses notes peut nuire à la qualité de la leçon, autant une consultation à des moments bien choisis peut éviter des dérapages.

En nombre très limité, des fautes d'expression peuvent être assimilées à des lapsus ; leur répétition est en revanche appréciée défavorablement. Parmi les imperfections d'expression les plus fréquentes, on note une méconnaissance du nom des lettres grecques et la confusion entre les lettres w et ω .

Beaucoup d'exposés se terminent par un bref résumé qui n'ajoute pas grand chose à la leçon. Il est souhaitable de parvenir à une véritable conclusion synthétique qui met en valeur, chaque fois que ceci est possible, l'intérêt scientifique du thème étudié, ses corrélations avec d'autres sujets, son importance technique ou culturelle ... etc. La plupart des leçons s'y prêtent bien.

En ce qui concerne le côté expérimental, les leçons dont aucune illustration, même modeste, n'est envisageable sont peu nombreuses. Quand une telle illustration est facilement réalisable, le Jury apprécie défavorablement l'absence d'effort dans ce sens.

Si un certain nombre de candidats a essayé de présenter des expériences de cours ; malheureusement très peu d'entre eux ont réussi leur illustration faute de préparation préalable. En effet, même pour des expériences de cours en apparence très simples, il est toujours difficile d'improviser le jour du concours. Le Jury encourage les futurs candidats à consacrer, pendant l'année, une partie de leur temps à la préparation d'expériences de cours simples et facilement exploitables.

Trop d'exposés souffrent d'une insuffisance de cohérence logique. Ils se réduisent à une juxtaposition d'énoncés entre lesquels il est malaisé de distinguer les rappels ou les définitions, les résultats d'une démonstration ou les conséquences d'observations expérimentales. Quand une loi physique est introduite, il importe de préciser, même quand elle est admise, si elle découle logiquement d'une autre loi ou de résultats expérimentaux. Dans ce dernier cas notamment, il peut être intéressant de replacer brièvement l'acquisition des connaissances dans son contexte historique.

La séance des questions orales qui suit l'exposé n'a nullement pour but de déstabiliser le candidat mais seulement d'éclaircir quelques points. Dans certains cas, après avoir constaté une maîtrise convenable en posant des questions de base, le Jury n'hésite pas à poser des questions d'un niveau plus élevé ; une telle circonstance ne peut être que profitable au candidat.

Remarques sur le contenu des leçons

Mécanique du point

Trois leçons de mécanique du point ont été exposées ; les notes attribuées sont 10/20 puis 06/20 et 11/20.

Le Jury regrette des connaissances globalement insuffisantes en mécanique du point. Dans la leçon "Référentiel terrestre - Effet de marée" les hypothèses sous-jacentes à la mise en évidence de l'effet de marée doivent être clairement explicitées. Dans la leçon "Étude énergétique du point matériel - Applications" le candidat doit pouvoir préciser la définition d'un point matériel, le caractère conservatif d'une force et donner des exemples de puits de potentiel. Dans les ouvertures relatives à la leçon "Lois de conservation en mécanique

newtonienne - Applications" il convient notamment de mentionner le lien entre les lois de conservation en mécanique et les propriétés de symétrie de l'espace-temps.

Thermodynamique

Deux leçons de thermodynamique ont été exposées ; les notes attribuées sont 13/20 et 06/20.

La leçon "Divers processus de transfert thermique - Applications" ne peut être présentée comme une étude bâclée de chacun des trois modes de transfert thermique. En revanche, elle pourrait être conduite comme une leçon de synthèse illustrée notamment par des situations dans lesquelles les trois modes de transfert sont concernés. Dans la leçon "Machines dithermes ; rendement et efficacité - Théorème de Carnot" le Jury attend que l'expression des efficacités et le théorème de Carnot soient démontrés. En outre, le Jury ne saurait se contenter d'une expérience menée dans les premières dizaines de secondes qui suivent la mise en route du dispositif, c'est à dire dans des conditions déraisonnables.

Électromagnétisme

Quatre leçons d'électromagnétisme ont été exposées ; les notes attribuées sont 18/20, 06/20, 11/20 et 15/20.

C'est pour la leçon "Dipôle magnétique : champ créé et actions mécaniques subies - Applications" que le Jury a décerné la meilleure note de la session. La leçon a été brillante par le fond, la forme et la présence du candidat. Celui-ci a présenté des idées originales et pertinentes. En outre, le Jury a apprécié les quatre applications évoquées. La leçon sur "Propagation guidée entre deux plans métalliques parallèles - Applications" ne doit pas se résumer à une suite de calculs. Le Jury attend des candidats tous les commentaires possibles sur les résultats de ces calculs et le passage aux applications. La leçon "Énergie électromagnétique : densité, vecteur de Poynting - Cas particuliers de l'électrostatique et de la magnétostatique" appelle au moins une application pratique.

Ondes

Deux leçons portant sur les ondes ont été exposées ; les notes attribuées sont 07/20 et 03/20.

Pour la leçon "Ondes acoustiques dans les fluides - Approximation acoustique" le Jury regrette que le candidat se soit limité à une leçon purement formelle sans aucune référence à des applications élémentaires. Pour la leçon "Dispersion et absorption de la lumière : description macroscopique et modélisation microscopique" - certes considérée comme difficile - il est fondamental d'évoquer la dispersion normale ou anormale et le cas du métal, celui du plasma ou du diélectrique.

Optique

Une seule leçon d'optique a été traitée ; la note attribuée est 07/20.

La leçon "Diffraction de la lumière. Principe de Huygens-Fresnel. Diffraction à l'infini par une ouverture plane. Cas particulier d'une ouverture rectangulaire ; limite de la fente allongée" est très classique. Le candidat ne peut éviter d'expliquer l'importance de la diffraction de

Fraunhofer dans la formation des images ni ignorer la différence entre la répartition de l'intensité pour une fente allongée et pour une ouverture circulaire.

Physique traitée en 1er cycle universitaire

Une seule leçon de physique quantique a été traitée ; la note attribuée est 10/20.

Elle était intitulée "Introduction à la physique quantique (on réalisera et/ou on décrira des expériences permettant de mettre en évidence les limites de la physique classique)". Le Jury a regretté de ne voir strictement aucune expérience.

Rappelons enfin qu'un rapport de Jury a pour principale vocation d'attirer l'attention des futurs candidats sur les insuffisances relevées par les membres du Jury dans les exposés auxquels ils ont assisté. C'est pourquoi le ton général est plutôt négatif. Nous tenons toutefois, à préciser qu'à plusieurs reprises nous avons assisté à des exposés de niveau acceptable. Nous en profitons pour féliciter les candidats qui ont fait l'effort nécessaire pour présenter des exposés clairs et méthodiques où les applications pratiques des phénomènes étudiés ont été présentées et où l'aspect expérimental n'a pas été négligé.

Comme cette année, en 1999, les leçons seront libellées Classes Préparatoires aux Grandes Écoles MPSI, PCSI, MP, PC, PSI ou Premier cycle universitaire. Nous encourageons les candidats à consulter systématiquement les programmes officiels de ces classes durant l'année de préparation.

Rapport sur les leçons de chimie

Établi par Mmes Bottin et Sonneville et M. Aride

Un rapport de Jury ayant pour principale vocation d'aider les futurs candidats à se préparer, le relevé des erreurs commises durant cette session et les commentaires tiennent la plus grande place dans ce qui suit, mais nous tenons à préciser que nous avons pu assister à quelques exposés de très bon niveau. En particulier, certains redoublants qui ont tenu compte des remarques incluses dans les rapports précédents ont su présenter des leçons claires, structurées et appréciées du Jury.

En 1999, les leçons seront libellées, comme cette année, avec une indication de niveau : MPSI, PCSI, MP ou premier cycle universitaire. Nous encourageons les candidats à consulter systématiquement les programmes de ces classes durant l'année de préparation et à aborder l'oral avec une vision globale de ces programmes.

De l'utilité d'une préparation d'oral étalée sur l'ensemble de l'année

Le Jury attire l'attention des candidats sur le fait que le programme de chimie de l'écrit coïncide, dans une très large mesure, avec le programme des classes dans lesquelles sont choisies les leçons d'oral. S'entraîner régulièrement à l'oral en préparant des leçons, en assistant aux exposés et aux séances de travaux pratiques tout au long de l'année est donc une façon tout à fait efficace de se préparer en vue de l'écrit. Les séances de leçons procurent en particulier l'occasion d'entendre des commentaires et réflexions pertinents, synthétiques et bien au fait des présentations modernes des diverses questions du programme : structure atomique et moléculaire, périodicité des propriétés, thermodynamique, cinétique et mécanismes réactionnels, chimie organique, aspects industriels... Le bénéfice s'en fait d'abord sentir à l'occasion des épreuves écrites.

Être admissible, c'est tout d'abord avoir pratiqué très régulièrement *l'ensemble* des activités prévues par le centre de préparation.

Il ne faut pas davantage compter "s'en tirer" à l'oral par une préparation résumée à deux ou trois semaines ou par le recours hâtif à un manuel trop souvent vieillot : c'est tout au long de l'année qu'il faut réfléchir à la façon dont telle ou telle leçon pourrait être exposée à l'oral, dans le contexte actuel des programmes, de leur évolution et de leur modernisation permanentes. C'est ainsi que le candidat admissible abordera l'oral dans les meilleures conditions, la période de "préparation d'oral" n'étant que la conclusion et la synthèse d'un travail global et cohérent qui s'est poursuivi pendant 9 ou 10 mois.

Quelques remarques d'ordre pratique

1- L'apprentissage d'une gestion stricte du temps doit être acquis durant les années de préparation afin que l'annonce il vous reste cinq minutes ne déclenche pas un sentiment de panique chez le candidat, panique qui mène soit à une absence de conclusion soit à un abandon pur et simple de la fin de l'exposé. Pour les très nombreuses leçons qui s'y prêtent, le Jury attend une véritable conclusion, mettant en évidence l'intérêt du sujet étudié mais aussi ses éventuels liens avec une mise en œuvre industrielle.

2- La présence d'un plan écrit à l'avance sur un tableau annexe ou sur un transparent permet un gain de temps précieux et évite aussi un recours trop systématique du candidat à la lecture

de ses notes.

3- Une utilisation plus systématique des transparents :

* Éviterait par exemple des dessins à répétition de mailles cristallines, dessins presque toujours inexacts quand ils sont trop hâtivement faits

* Permettrait la projection des graphes expérimentaux obtenus pendant les quatre heures de préparation. Dans ce dernier cas, il suffit de reprendre devant le Jury quelques points de mesure en ayant soin de bien préciser les conditions expérimentales (nature des produits utilisés, type des électrodes ...)

4- La présence dans la salle d'un tableau périodique est indispensable, quel que soit le sujet, ainsi que son utilisation, la plupart du temps ! La présentation d'une leçon sur les atomes polyélectroniques en l'absence de classification périodique est des plus dommageable au candidat car elle contribue à donner au Jury l'impression d'un exposé totalement désincarné.

5- Les modèles cristallins utilisés à bon escient par le candidat afin d'illustrer son propos lui permettent de gagner du temps en évitant la perte de temps liée au tracé des schémas.

6- Enfin, nous rappelons au candidat que les règles de sécurité doivent être impérativement respectées dans toute manipulation : le sodium est un produit qui ne doit pas être abandonné à l'air libre sur une paille ; il est dangereux de mettre les yeux au-dessus d'un tube à essai afin de voir ce qui se passe l'intérieur, mais aussi de mélanger les pipettes servant à prélever dans des flacons ...

Il faut toutefois saluer la qualité de certaines expériences, tant du point de vue purement expérimental que du point de vue de leur insertion dans l'exposé. Le Jury ne peut qu'encourager les candidats à poursuivre leurs efforts dans ce sens.

Remarques sur le contenu des leçons

Chimie générale

1- commençons par une évidence : tout terme utilisé dans une leçon doit pouvoir être défini par le candidat. Il doit en outre être utilisé à bon escient : une température d'équilibre n'est pas la température d'inversion de l'équilibre, le point de neutralisation ($\text{pH}=7$) est le plus souvent différent du point d'équivalence, passivité et immunité ne sont pas synonymes ...

Pour rester dans le domaine des erreurs graves, citons la confusion des approches microscopique et macroscopique d'un phénomène mais aussi trop souvent (et c'est le prolongement inévitable de la confusion précédente) une confusion entre ce qui relève de la cinétique et ce qui relève de la thermodynamique.

2- Le Jury attend des candidats qu'ils soient capables d'équilibrer des équations de réactions chimiques même si, pour gagner du temps, certaines d'entre elles peuvent être recopiées à partir des notes.

3- Trop souvent, les ordres de grandeur des quantités évoquées (E° , pKs , pKa , ...) ne sont pas donnés et la leçon est alors totalement déconnectée des réalités expérimentales ce qui pénalise le candidat.

4- Il est absolument nécessaire que les candidats comprennent que la méthode des tangentes n'a pratiquement jamais de justification théorique et pas davantage d'intérêt pratique : dans un dosage, ce n'est pas tant *le point* (abscisse et ordonnée) d'équivalence qui importe que le volume équivalent, c'est-à-dire *l'abscisse de ce point*. Dans ces conditions, la recherche de ce volume revient toujours à celle du domaine de variation très rapide de la grandeur mesurée (pH ou force électromotrice). Un tracé par ordinateur de la courbe expérimentale suivi du tracé de la courbe dérivée permettrait dans la plupart des cas une bonne détermination des volumes équivalents.

Chimie organique

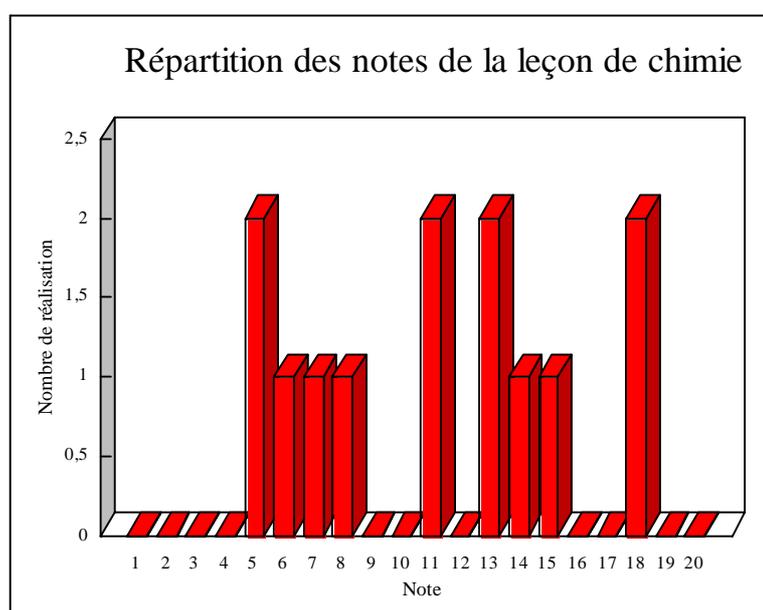
1- Un effort certain a été fait par certains candidats pour éviter les écritures du type RX, ROH ... dans le cours de leur leçon. Qu'ils en soient remerciés.

Il faudra néanmoins veiller à plus de rigueur dans le langage et dans l'écriture des formules. Il ne faut pas confondre charge et doublet mais aussi éviter d'oublier l'écriture des lacunes électroniques.

2- Une synthèse magnésienne avec un montage un peu plus élaboré qu'un tube à essai pourrait être avantageusement mise en œuvre : le montage devrait comprendre par exemple ampoule de coulée, réfrigérant et agitation magnétique. La manipulation de synthèse pourrait alors être démarrée quelques minutes avant l'arrivée du Jury et le montage commenté durant la leçon.

Leçons de synthèse

Il ne doit en aucun cas s'agir d'une succession d'études mais d'une comparaison, quelques exemples judicieusement choisis permettant de dégager similitude ou différences.



Rapport sur les montages de physique

Établi par MM. Dulac, Lièvre et Saad

Aspects statistiques

Lors de cette session 98, le Jury a interrogé 13 candidats et les notes obtenues (sur 20) ont été les suivantes : 4, 5, 6, 7 (deux fois), 8, 10 (deux fois), 11 (deux fois), 12 (deux fois), 16.

La moyenne des notes s'établit donc à 9,15 sur 20 et l'écart-type à 3,23.

On constate donc un net progrès en moyenne (pour information, la moyenne était de 8,35 en 96 et de 7,14 en 97). La différence peut s'expliquer par le petit nombre d'admissibles cette année mais aussi par la qualité de leur préparation à l'oral.

On note également que le choix des candidats s'est porté essentiellement sur l'électricité-électronique comme le montre l'intitulé des montages présentés au Jury (avec les notes correspondantes).

Modulation-détection (16/20)

Amplification en électronique (12/20)

Conversion alternatif-continu (12/20)

Fonctions simples de l'électronique analogique (11/20)

Instrumentation numérique (7/20)

Caractérisation et mesures des tensions et courants (5/20)

Oscillateurs électriques entretenus (8/20)

Résonance (deux fois 11/20 et 7/20)

Régimes transitoires (10/20)

Systèmes couplés (4/20)

Interférences (6/20)

Interférences lumineuses (10/20)

Aspects pédagogiques généraux

Commençons par quelques remarques et conseils pédagogiques qui concernent la plupart des montages présentés.

À propos de la présentation pédagogique, sur le fond

Il est important, lors de la présentation des expériences, de bien préciser les phénomènes fondamentaux et les grandeurs physiques mises en jeu.

Ainsi, l'évocation de battements (pour deux pendules couplés par exemple ou pour les raies du doublet du sodium) ne peut se faire sans dire quelles sont les grandeurs physiques qui battent, celles qui sont capturées, enregistrées et finalement interprétées ; de même pour les interférences (cuve à ondes, Michelson).

Attention donc à l'emploi de mots "génériques" : couplage, interférences, régime libre et forcé, résonance ... etc.

Les candidats ne doivent pas être surpris par le Jury qui, comme un élève dans une classe,

demande qui interfère, qui bat, qui résonne, qui est couplé avec qui ... etc.

Il faut toujours préciser les grandeurs physiques pertinentes, pour un problème donné. Il est vrai que ce n'est pas toujours simple, cette démarche doit toutefois être sensible dans l'exposé.

De la même façon, lorsque le montage exige des comparaisons, des approximations, il devient impératif de dégager les paramètres significatifs de ces comparaisons-approximations et de les regrouper en grandeurs dimensionnées ou, mieux encore, en grandeurs adimensionnées, une fois trouvés les "étalons locaux" du problème. L'"universalisation" de Curie, les travaux de Wheeler, de Vaschy et Buckingham, de Levy-Leblond sont de bons guides dans cette démarche très importante.

On ne devrait ainsi plus entendre des expressions brutales, toujours gênantes : telle grandeur physique est énorme, petite, faible ... etc.

À propos de l'estimation des incertitudes

Il faut tenir compte a priori de toutes les grandeurs mesurées et déterminer celle(s) qui est(sont) "dominante(s)". L'estimation rapide de l'incertitude relative sur la mesure s'en trouve grandement simplifiée.

Attention aussi à ne pas avoir une confiance aveugle dans les appareils numériques : un fréquencemètre numérique ne permet pas de mesurer précisément une fréquence de quelques dizaines de Hz.

À propos de l'utilisation des platines précâblées

Le Jury autorise et préconise même leur emploi, sous la seule réserve que le candidat ne se contente pas de les faire fonctionner, de façon trop aveugle, en tant que boîte noire. Le Jury exige du candidat qu'il puisse éventuellement donner une explication sommaire de son fonctionnement. C'est d'utilisation raisonnée qu'il s'agit.

Le Jury peut apprécier aussi des montages réalisés par le candidat même s'ils sont plus rudimentaires que les montages précâblés.

Aspects pédagogiques particuliers

Optique

Le seul montage d'optique présenté cette année a été "**Interférences lumineuses**".

Des interférences à deux ondes à division du front d'onde et division d'amplitude doivent être présentées ainsi que des interférences à ondes multiples.

Une très bonne présentation voudrait que l'on montre les intérêts et insuffisances de ces divers types d'interférences.

Comment également ne pas mettre en évidence les problèmes de cohérence spatiale, avec des fentes d'Young par exemple et ceux de cohérence temporelle, avec le Michelson, éventuellement ?

On gardera toujours à l'esprit que des exemples simples mais significatifs ont de meilleures vertus pédagogiques que des montages complexes d'interprétation difficile.

Les interférences en lumière polarisée, comme on l'a vu cette année, sont évidemment un plus, mais elles doivent être maîtrisées au plan expérimental, mais aussi théorique (pensons aux élèves).

Rappelons que le Jury est en position d'élève et pose donc les questions de base qui ne sont pas nécessairement les plus simples.

Montages transversaux

"Interférences"

Ce montage doit faire ressortir les analogies et les différences des phénomènes d'interférences dans les divers domaines de la physique (ondes ultra-sonores, lumineuses, ondes de gravitation et/ou tension superficielle ... etc.).

Les phénomènes de cohérence sont donc intéressants à cet égard.

Des mesures sont ici, comme ailleurs nécessaires, mais elles doivent être significatives et raisonnables.

C'est probablement l'occasion dans ce montage de mesurer des longueurs d'ondes et de remonter à des vitesses de propagation : on peut alors mettre éventuellement en évidence les phénomènes de dispersion.

"Résonance"

En mécanique, il a été utilisé un pendule excité par un autre pendule.

Les candidats concernés n'ont malheureusement pas fait la distinction entre phénomène de battements de deux pendules couplés et phénomènes de résonance : en régime permanent, il ne faut pas oublier que l'amplitude du pendule excité doit resté constante (à l'amortissement près).

De plus le transitoire vient compliquer l'interprétation : il faut donc des conditions probantes pour convaincre le Jury sur ce point : cela n'a pas été le cas cette année.

La résonance en électricité sur un seul mode (circuit RLC typiquement) est mieux comprise, avec quelque difficulté dans la distinction résonance en élongation, en vitesse, en puissance.

La wobulation est à peu près maîtrisée : elle n'a pas été suivie cette année de détection de crête pour peaufiner le tout !

La résonance multi-modes a été évoquée sur l'exemple de la corde de Melde : mais l'exploitation quantitative de l'expérience reste curieuse (vérification de la valeur de la masse linéique de la corde employée ! Est-ce bien la meilleure chose à faire ?).

"Systèmes couplés"

Le dispositif mécanique à pendules couplés est très riche d'enseignements si on l'utilise à fond, ce qui a été loin d'être le cas.

Il faut, dans ce dispositif, décrire les capteurs utilisés et exploiter les enregistrements définitifs : les modes propres doivent être excités séparément par l'emploi de judicieuses conditions initiales. Les couplages serré et lâche peuvent aussi être montrés. Les battements des élongations lors de l'expérience avec couplage lâche peuvent être exploités quantitativement.

On peut alors utiliser et exploiter l'analogie électrique avec couplage capacitif. La mise en œuvre de la wobulation peut parachever le tout.

Régimes transitoires

En mécanique, il a été utilisé le pendule excité par un autre pendule de plus forte inertie. La séparation entre régime transitoire et régime permanent n'a pas été franchement

perçue. De plus un couplage trop lâche entre pendule exciteur et pendule résonateur a compliqué l'interprétation des faits expérimentaux.

Les régimes transitoires des oscillateurs de Wien et de l'oscillateur à résistance négative ont assez bien été exploités, dans les diagrammes $u(t)$ et dans les portraits de phase $u'(u)$. Dans cette manipulation, l'oscilloscope à mémoire a été correctement utilisé. Remarquons qu'on pourrait également mettre en œuvre un transistor à effet de champ utilisé en résistance commandé par une tension crête basse fréquence.

On pourrait en profiter aussi pour montrer la différence des transitoires pour le mode quasi-sinusoïdal et pour le mode de relaxation.

Il a manqué peut-être l'utilisation du générateur de rafales attaquant un circuit linéaire pour bien faire comprendre l'existence du régime permanent comme composante du régime transitoire.

Montages d'électricité et d'électronique

"Caractérisation et mesure des tensions et courants"

"Oscillateurs électriques entretenus"

"Instrumentation numérique"

"Conversion alternatif-continu"

"Amplification en électronique"

"Modulation et détection"

Pour la caractérisation et la mesure des tensions et courants, il faut effectivement mesurer des tensions et des courants d'ordre de grandeur différents tout en évitant de détourner les appareils de mesure de leur fonctionnement normal. Une sonde de Hall de teslamètre sert à mesurer des champs magnétiques plutôt que des intensités de courant. Il faut envisager l'utilisation d'une pince ampèremétrique, d'un multimètre numérique ... etc. On n'oubliera pas non plus de se poser des questions sur le caractère efficace vrai (TRMS) ou non des appareils destinés à la mesure de courants et/ou tensions non sinusoïdales.

Le montage oscillateurs électriques entretenus a été articulé, cette année, autour d'un multivibrateur astable (avec variation du rapport cyclique) et d'un oscillateur de relaxation classique à trois amplificateurs opérationnels (inverseur, intégrateur, comparateur à hystérésis).

Il manquait, à notre avis, un oscillateur à résistance négative (celui présenté dans régimes transitoires, par exemple) pour bien montrer le passage progressif, commandé par une résistance, du caractère quasi-sinusoïdal au caractère de relaxation de l'oscillateur entretenu, avec interprétation dans le portrait de phase de l'oscillateur.

C'est dans le montage Instrumentation numérique que la remarque générale concernant l'utilisation des platines précâblées prend tout son relief. Le montage "marchait tout seul", mais l'explication des phénomènes a été plus que rudimentaire et le rôle intime des différentes plaquettes n'a pas été vraiment compris.

Le Jury n'a pu que sanctionner cet état de fait.

Le montage Fonctions simples de l'électronique analogique a couvert ce que l'on pouvait raisonnablement présenter comme "fonctions", mais il a été trop "idéal" et ne s'est pas assez attaché aux défauts et limites de fonctionnement des montages proposés.

Dans le montage Conversion alternatif-continu, il faut mettre en évidence outre le

redressement-filtrage et le lissage les problèmes de régulation et de stabilisation, en précisant régulation et stabilisation de qui vis à vis de quoi ! L'étude en relation avec la charge du montage est ici impérative.

Le montage amplification en électronique a été assez bien réussi avec la mise en œuvre d'une préamplification de tension suivi d'un étage de puissance, le tout présenté de façon honorable.

Nous terminerons sur une impression optimiste, celle que nous a procuré la présentation du montage modulation-détection.

On a vu à cette occasion un candidat présenter avec conviction et rigueur ainsi qu'un grand souci pédagogique un montage plutôt complet, éclairant de façon limpide les problèmes posés par la modulation d'amplitude et de fréquence et la détection des signaux modulés.

Les manipulations effectuées en direct, de façon progressive, argumentées clairement nous ont montré que la préparation à l'épreuve de montage, bien assimilée, pouvait conduire à des résultats très satisfaisants.

Puissent les candidats futurs s'inspirer de ce bon exemple.