

**DEROULEMENT DE L'EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE CHIMIE :**

Le déroulement de l'épreuve est le même que celui des années antérieures.

Le candidat se présente devant la salle qui est indiquée sur sa feuille de passage sans attendre la dernière minute. Avant d'entrer, il prépare sa carte d'identité (récente si possible) ou son passeport, sa convocation et un stylo. Les feuilles de brouillon sont fournies par les membres du jury.

Ensuite, l'examineur le fait entrer, il dépose ses affaires y compris son téléphone portable et sa calculatrice. Après la signature des documents administratifs, il reçoit les brouillons ainsi que deux sujets. Ils doivent être traités tous les deux. En général, l'un porte sur le programme de physique de 2<sup>ième</sup> année et l'autre aborde le programme de chimie des deux années ou le programme de physique de 1<sup>ière</sup> année. L'étudiant dispose alors d'environ 25 minutes pour la préparation, pendant qu'un autre candidat expose au tableau.

A la fin de la préparation, il passe à son tour au tableau en récupérant, si besoin est et sur autorisation de l'examineur, sa calculatrice pour les applications numériques. Il dispose à nouveau d'environ 25 minutes d'exposé à partager équitablement entre les deux exercices.

Puis l'épreuve se termine, le candidat efface son tableau, l'examineur récupère les brouillons et rend au candidat sa pièce d'identité et sa feuille de présence émargée.

Voici quelques recommandations qui devraient éviter certains dysfonctionnements :

- Les candidats doivent impérativement respecter les horaires indiqués sur les convocations de façon à ne pas perturber le bon déroulement des interrogations.

- Les téléphones portables sont strictement interdits par le jury. Par le passé, nous avons rencontré des candidats qui ne disposaient pas d'autre montre, voir de calculatrice autre que celle intégrée à leur téléphone portable et qui étaient alors dans l'incapacité de gérer leur temps ou de faire une application numérique. Ce point semble résolu cette année.

**RESULTATS :**

Il n'y a pas d'évolution notable des moyennes générales de l'oral de physique et chimie ces dernières années. La moyenne globale est de l'ordre de 10/20. Les candidats sont plus à l'aise sur les questions portant sur le programme de physique de deuxième année, excepté les chapitres de physique appliquée spécifique à cette filière ! Il y a toujours des lacunes à propos du programme de physique de 1<sup>ière</sup> année. Les progrès que nous avons notés l'année dernière en chimie ne furent qu'éphémères.

**ATTITUDES DES CANDIDATS :**

Nous remercions la très grande majorité des candidats pour leur amabilité, leur courtoisie et leur sincérité envers les différents membres du jury.

Néanmoins, même s'il s'agit de quelques cas marginaux et exceptionnels, quelque soit la prestation réalisée, il est inopportun de sortir de la salle en claquant la porte. Par ailleurs, nous rappelons qu'il s'agit d'un oral d'admission en école d'ingénieurs. Par politesse et

respect des examinateurs, il convient d'avoir une tenue vestimentaire correcte. Le port d'un pantalon déchiré, d'un short ou de tongs ne semble pas adéquat à la situation.

### **CONSEILS :**

L'esprit des sujets proposés par les membres du jury se situe dans la lignée des formations dispensées dans les écoles du Concours Communs Polytechniques. Différentes compétences sont évaluées. L'ancrage de cet oral dans le concret évalue le sens physique des candidats, des questions d'ordre expérimental jugent de leur sens pratique, des démonstrations de cours testent leurs connaissances.

L'interrogation comporte deux exercices qui doivent être traités tous les deux. Même si le candidat est mal à l'aise sur un des thèmes proposés, il est fortement conseillé de consacrer le même temps à chaque planche lors de la préparation. En effet, il faut s'approprier les deux sujets pour être réactif et efficace aux indications éventuelles de l'examineur. D'autre part, certains candidats ne lisent pas correctement les énoncés qui contiennent parfois des informations utiles pour traiter l'exercice. Certains sujets sont très progressifs et particulièrement détaillés. Ils peuvent alors paraître longs au premier coup d'œil, mais ne doivent pas démobiliser les candidats.

Une épreuve orale n'est pas « un écrit au tableau ». Les candidats doivent s'exprimer en rédigeant soigneusement leur tableau sans attendre continuellement l'approbation de l'examineur. Il n'est pas utile de détailler toutes les parties techniques ou calculatoires d'un exercice. Il est souvent plus opportun d'en tracer les grandes lignes et de commenter le résultat obtenu, ou de délimiter la validité du modèle proposé. L'analyse du phénomène doit toujours primer devant l'attitude qui consiste à piocher dans un réservoir de formules.

### **PROBLEMES RENCONTRES :**

Les élèves ont toujours du mal à donner un ordre de grandeur ou à effectuer une application numérique avec une précision de l'ordre de 5 à 10%. Il est étonnant de trouver des candidats démunis devant une évaluation à 5 ou 10% près du type  $10/\pi$ , voir même  $1/5$  ... Par ailleurs, nous rappelons qu'une évaluation n'est pas une fin en soi. Un commentaire physique, une critique ou un rapprochement avec situation analogue est toujours bienvenu.

Il y a encore eu cette année des candidats qui ont fait « des impasses » totales sur certains chapitres du programme, et notamment sur ceux spécifiques à la filière P.S.I.. Cette attitude est à proscrire. Il s'en suit une forte disparité entre les notes partielles obtenues aux deux exercices proposés, voir une mauvaise corrélation entre le niveau global de l'étudiant et la prestation réalisée le jour de l'oral.

Voici les points qui ont posés le plus de difficultés aux candidats :

#### **En physique de première année :**

- La mécanique du point pose toujours problème. Les candidats ont du mal à exprimer les vecteurs vitesse et accélération en coordonnées polaires pour un mouvement circulaire. L'étude du mouvement d'un satellite géostationnaire désarçonne la plupart des étudiants (un exemple est donné en annexe).

- En thermodynamique, les systèmes et les transformations sont souvent mal définis. Il y a souvent un manque de rigueur dans les notations concernant les transformations élémentaires ( $W$  au lieu de  $\delta W$ , ou  $Q$  au lieu de  $\delta Q$ ), ce qui aboutit à des intégrales sans élément différentiel. Ces dégradations successives génèrent des non sens.
- En électrocinétique, le traitement des continuités (tension aux bornes d'un condensateur ou courant qui traverse une bobine) est mal maîtrisé.
- En optique géométrique, les montages qui utilisent les lentilles divergentes sont toujours sources d'erreurs. Par ailleurs, il faut savoir appuyer son raisonnement sur une figure claire et lisible.

#### En physique de deuxième année :

Comme les années précédentes, le programme est généralement mieux assimilé. Il y a toujours une faiblesse sur le T.P-Cours concernant le ferromagnétisme ainsi que sur les convertisseurs statiques de puissance (hacheurs).

- L'optique ondulatoire se réduit souvent à l'application de formules. Les aspects physiques sont mal compris. Il est très difficile d'avoir un commentaire en français à propos du principe d'Huygens Fresnel.
- En physique ondulatoire, le traitement technique (choix du type de solution, détermination des conditions aux limites, puis de la solution) est bien maîtrisé. Néanmoins, la grandeur associée à l'onde ou le théorème de superposition inhérent sont mal assimilés.
- En conduction thermique, la détermination de l'équation de la chaleur par un bilan énergétique clair pose parfois quelques soucis.

#### En chimie :

Statistiquement un candidat sur deux est interrogé sur de la chimie. On trouve encore quelques élèves particulièrement réfractaires, et c'est tant pis pour eux ! Les prestations sont très hétérogènes.

### **ANNEXE :**

#### **Exercice 1 : étude d'un satellite.**

**1°)** Un satellite, considéré comme un point matériel  $S$  de masse  $m$ , est placé sur une orbite circulaire ( $C_1$ ) à l'altitude  $h_1 = 200\text{km}$ . La période de rotation de la Terre dans le référentiel géocentrique est notée  $T_T$  et la Terre est assimilée à un corps à symétrie sphérique de masse  $M_T = 6,010^{24}\text{ kg}$  et de rayon  $R_T = 6400\text{km}$ . La constante de gravitation universelle est  $G = 6,6710^{-11}\text{ S.I.}$

**a)** Le satellite tourne autour de la Terre d'ouest en est. Son axe de rotation est l'axe des pôles. Indiquer les caractéristiques du plan de l'orbite du satellite.

**b)** Choisir parmi les trois durées suivantes, celle qui correspond à la valeur de  $T_T$  :

23h 56mn , 24h 00mn , 24h 04mn .

**c)** Déterminer l'expression de la vitesse du satellite sur l'orbite ( $C_1$ ) en fonction de  $G$ ,  $M_T$ ,  $R_T$  et  $h_1$ .

**d)** Etablir l'expression de la période de rotation  $T_S$  du satellite dans le référentiel géocentrique en fonction de  $G$ ,  $M_T$ ,  $R_T$  et  $h_1$  (on obtient  $T_S = 5310s$ ).

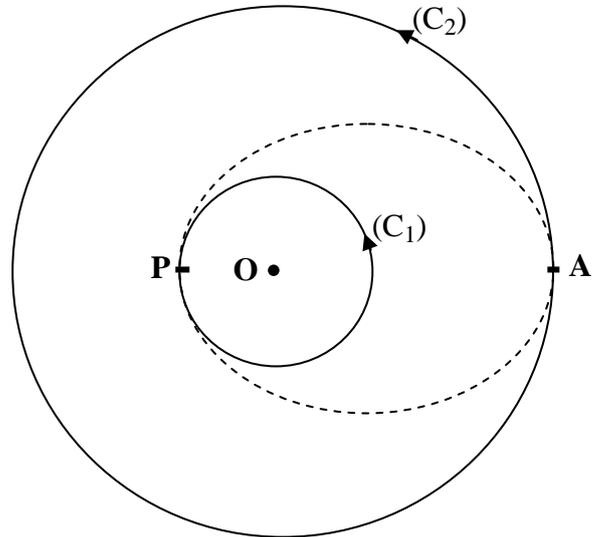
**e)** Etablir l'expression de sa période de rotation  $T$  dans le référentiel terrestre, c'est-à-dire le temps séparant deux passages successifs du satellite à la verticale du même point de la Terre, en fonction de  $T_S$  et de  $T_T$  (on obtient  $T = 5660s$ ).

**2°)** On étudie le transfert du satellite de l'orbite  $(C_1)$  sur l'orbite géostationnaire circulaire  $(C_2)$  à l'altitude  $h_2 = 35800km$ . L'étude est faite dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

Au passage en P sur l'orbite  $(C_1)$ , des moteurs, dont l'action ne dure que quelques instants, communiquent au satellite un supplément de vitesse. Sa nouvelle vitesse est alors :

$$v_P = 10,3 \text{ km.s}^{-1}$$

La trajectoire du satellite devient alors une ellipse appelée *orbite de transfert*. Elle est tangente aux deux trajectoires circulaires  $(C_1)$  et  $(C_2)$ .



**a)** En utilisant une propriété des forces centrales, établir l'expression de la vitesse  $v_A$  en A (apogée) en fonction de  $v_P$  et des caractéristiques géométriques de la trajectoire (on obtient  $v_A = 3,07 \text{ km.s}^{-1}$ ).

**b)** Indiquer à quoi correspond l'orbite géostationnaire.

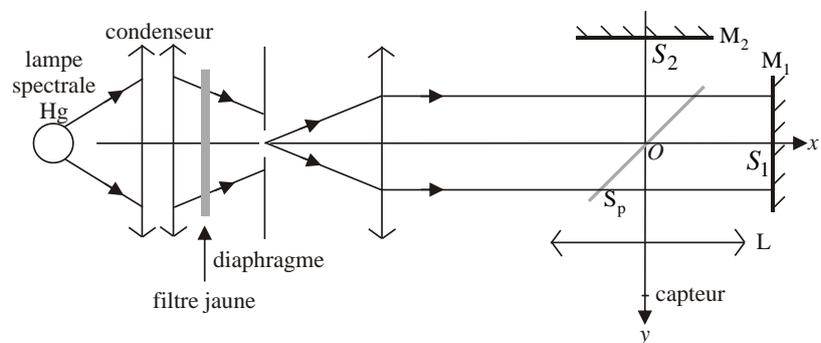
**c)** Au point A, on utilise à nouveau les moteurs, dont l'action ne dure que quelques instants, qui communiquent au satellite un nouveau supplément de vitesse pour qu'il devienne géostationnaire à l'altitude  $h_2$ .

Etablir l'expression de la vitesse  $v_S$  du satellite sur cette orbite géostationnaire.

**3°)** Quels avantages présentent les stations spatiales proches de l'Equateur (Kourou par exemple) pour le lancement des satellites géostationnaires ?

### Exercice 2 : optique physique.

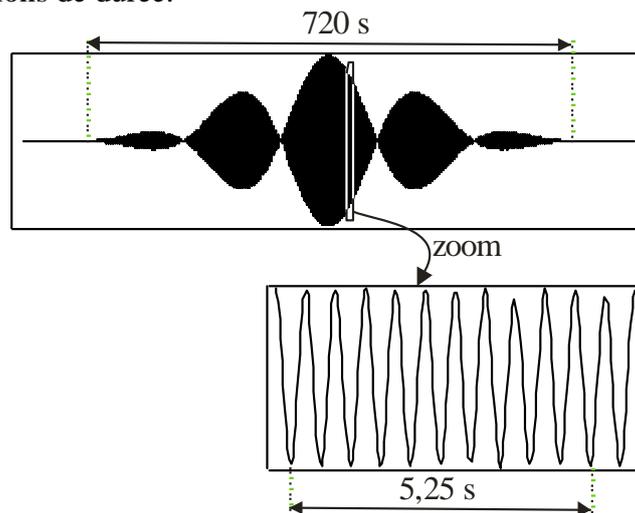
On place un filtre jaune devant une lampe à vapeur de mercure pour isoler les deux raies jaunes que contient le spectre du rayonnement émis. Le capteur est constitué par le pixel central d'une barrette CCD, placé au foyer image d'une lentille convergente  $L$  de courte distance focale, qui reçoit l'onde de sortie d'un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air éclairé par la lampe à vapeur de mercure.



a) On ouvre largement le diaphragme. Expliquer pourquoi. Quel est alors le rôle de la lentille L ?

On remplace la barrette CCD par un écran, quelle est la forme des franges habituellement observées sur l'écran pour un tel réglage de l'interféromètre en lame d'air ? Comment faut-il alors éclairer le miroir  $M_1$  pour pouvoir observer ces franges ? Pourquoi l'éclaire-t-on différemment (comme indiqué sur le schéma) dans cette expérience ?

b) On obtient l'interférogramme en translatant  $M_1$  à l'aide d'un moteur, à la vitesse constante  $v = 550 \text{ nm} \cdot \text{s}^{-1}$ . L'enregistrement dure une heure. On donne le signal délivré par le capteur, avec quelques indications de durée.



En prenant un modèle simple du spectre après filtrage (deux raies de largeur nulle, de même intensité spectrale pour deux longueurs d'onde proches  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ ), donner l'expression théorique de l'intensité lumineuse  $I(x)$  au foyer image de la lentille L, en fonction de l'écart algébrique  $x = OS_1 - OS_2$ .

Déduire de l'interférogramme la longueur d'onde moyenne  $\lambda_0 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$  et l'écart

$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ . On posera les calculs mais on ne cherchera pas à donner leur résultat numérique lors de la préparation.

c) En fait les raies possèdent une largeur  $\delta\lambda$  non nulle. Expliquer alors les différences entre l'interférogramme présenté et l'expression théorique  $I(x)$  calculée au b). Montrer qu'un tel interférogramme pourrait permettre d'obtenir un ordre de grandeur de  $\delta\lambda$ .

Le problème de physique portait sur l'étude du moteur électrique synchrone. Il mettait en oeuvre de nombreuses notions, de physiques appliquées, spécifiques à la filière P.S.I.. L'étude proposée comportait quatre parties très largement indépendantes entre elles.

L'épreuve commençait par une question de cours de 1<sup>ière</sup> année commune aux filières P.C.S.I., P.T.S.I. et M.P.S.I. La seconde partie s'intéressait au principe de la conversion électromécanique au sein de la machine et en définissait les limites. Un exemple de commande de cette machine, à savoir l'autopilotage au moyen d'un capteur de position appelé résolveur constituait la troisième partie. La quatrième partie proposait un exemple de démarrage de la machine couplée sur le réseau en fonctionnement asynchrone.

#### Partie I :

La première partie (le préliminaire) était destinée à mettre en confiance la majorité des candidats dès le début de l'épreuve. En fait, cette question fût assez sélective. Les éléments de symétrie ne sont pas bien maîtrisés. D'autre part de trop nombreux candidats parlent du théorème d'Ampère mal approprié ici, voir du théorème de Gauss !

#### Partie II :

La seconde partie a en général été bien traitée. Quelques candidats ont néanmoins été bloqués par des problèmes trigonométriques malgré le formulaire fourni en fin d'énoncé. Pour la question A.4., nous demandions une vitesse en tr/min (unité couramment utilisée par les « motoristes »), de nombreuses réponses ont été données en rad/s.

#### Partie III :

L'étude du résolveur faisait appel à l'induction électromagnétique. Et plus particulièrement au cas d'un circuit fixe dans un champ magnétique variable (non permanent). L'approche était progressive. Néanmoins, nous avons eu peu de réponses aux questions A.3. et A.4.. La réponse à la question A.2. était donnée, le jury attendait une démonstration sérieuse. Une rédaction correcte n'est pas toujours facile à mettre en forme. Néanmoins il ne faut pas confondre difficulté de rédaction et malhonnêteté intellectuelle. Le jury n'est pas dupe.

Le conditionnement du signal délivré par la bobine  $B_1$  faisait référence au T.P.-Cours sur le multiplieur et avait pour objectif d'estimer la précision du résolveur. Comme nous l'avons déjà mentionné dans les rapports d'oraux des années antérieures, la notion de spectre n'est pas bien assimilée. Dans la question B.2, l'expression de la tension  $s_m(t)$  est en général bien écrite, mais il manque la représentation du spectre en amplitude. Il est alors difficile d'envisager les questions relatives au traitement de ce signal.

#### Partie IV :

Les candidats abordent en général le problème en suivant l'ordre des différentes parties. Il semblerait que ce soit surtout le manque de temps qui ait arrêté les candidats sur cette étude de fin de problème.

Pour conclure, nous remercions les candidats pour la présentation satisfaisante de leur travail. D'autre part, nous les encourageons à bien apprendre leurs cours de façon à traiter parfaitement les premières questions des différentes parties sans perdre de temps.

H. DAFFIX