

**Partie III :**

A 1) Trop peu (un quart) l'ont traité de manière satisfaisante. Beaucoup de candidats dessinent un graphe  $v_n(t)$  aberrant en oubliant complètement sa signification physique : l'objectif du conducteur est de se « caler » sur une vitesse de référence  $V_0$  en partant de zéro. Dans les copies les plus farfelues, la vitesse du véhicule passe instantanément de zéro à la vitesse  $V_0$  pour ensuite redescendre, subir une nouvelle discontinuité puis tend (enfin !!!) vers  $V_0$  par valeur supérieure. Certains candidats n'ont pas saisi la fonction retard et ont compris  $v_n^{ref}(t-\tau_1)$  comme le produit de  $v_n^{ref}$  par  $(t-\tau_1)$ !

A 2) La fonction de transfert Href est reconnue une fois sur deux, mais l'approximation demandée n'est encore réalisée qu'une fois sur deux.

A 4) C'est la question réussie par les candidats même en grande difficulté... à condition qu'ils aient lu l'énoncé jusque là. La définition d'une fonction de transfert est manifestement une des mieux assimilées. Bien sûr, il reste les difficultés de calcul habituelles conduisant, si le temps le permet, à des résultats plus ou moins justes, voire absurdes (défaut d'homogénéité).

B Très peu de candidats sont en situation d'aborder cette question, mais ils peuvent espérer rebondir dans le C.

C En fait, ils ne rebondissent pas. La définition de la fonction de transfert est bien sûr connue, mais son utilisation très mal maîtrisée lorsqu'un système est attaqué par une fonction périodique non harmonique. Ici, la composante continue ne subit pas le même transfert que la composante sinusoïdale

D Cette question est évidemment très peu abordée.

## Physique-Chimie

Le sujet Physique-Chimie 2005 abordait les thèmes suivants :

- Diffusion thermique et champ de température dans un moteur électrique pour différents régimes de fonctionnement
- Cristallographie d'un cristal de cuivre cfc ;
- Diagramme potentiel-pH du cuivre et du fer ;
- Hydrométallurgie du cuivre, obtention du cuivre métallique par électrolyse ;
- Cinétique de polymérisation du chlorure de vinyle ;
- Polymérisation de silanes.

Les remarques et les conseils qui suivent sont destinés aux futurs candidats. Le Jury souhaite que la lecture de ce rapport leur permette de corriger des erreurs fréquemment rencontrées dans les copies.

### Remarques générales

Comme les années précédentes, les meilleures notes ont récompensé les candidats qui, sans avoir traité l'intégralité du sujet, se sont employés à répondre aux questions avec précision, rigueur et clarté.

Les applications numériques sont toujours importantes pour la compréhension d'un phénomène physique ou chimique. Elles donnent un sens à la méthode utilisée et permettent les comparaisons et les discussions. La valeur numérique illustre de plus le bon sens que l'on peut demander à un futur ingénieur. Que penser de la réponse du candidat qui trouve un rayon de plusieurs centimètres pour un atome de cuivre ?

Le Jury est attentif aux réponses quantitatives. Il attend des candidats des résultats clairs, écrits avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les données et, bien sûr, une unité précise (S.I. ne suffit évidemment pas). Les bonnes applications numériques sont toujours bien récompensées ; il ne faut pas hésiter à refaire au moins une fois les calculs en cas de doute sur les premières valeurs trouvées.

La présentation de certaines copies laisse beaucoup à désirer. L'écriture est parfois raturée voire illisible. Le Jury attend des candidats une copie où les réponses apparaissent clairement, encadrées ou au moins soulignées ; les raisonnements et les calculs intermédiaires doivent apparaître de façon lisible. La copie est un moyen de communiquer avec le correcteur et, comme toute correspondance, elle doit marquer le respect envers son destinataire. Les correcteurs n'hésitent à minorer les copies les plus mal présentées.

### Remarques concernant le sujet

Certaines questions ont entraîné des réponses erronées ou peu précises. Voici les principales remarques du Jury à leur sujet.

#### Première partie – Physique

A1a L'égalité des puissances entrante et sortante nécessitait l'hypothèse du régime stationnaire.

A1c Une résistance **thermique** s'exprime en  $K.W^{-1}$  et non en  $\Omega$  ! L'analogie entre les résistances thermiques et électriques n'est pas une identité.

A3a L'absence de phénomènes de convection impliquait une diffusion thermique obéissant à la loi de Fourier et assurait ainsi la

continuité de la température.

- C2a Le bilan thermique faisait apparaître deux termes, l'un proportionnel à la variation de température, l'autre traduisant l'énergie produite par effet Joule. Le bilan était algébrique, les flux devaient être orientés.
- C3a L'étude classique d'un circuit RL fournissait une constante de temps électrique en  $L/R$ . La constante de temps mécanique s'obtenait à partir d'un modèle décrit dans l'énoncé et utilisait des propriétés simples des lois de l'induction électromagnétique.

## Seconde partie – Chimie

- A3 La compacité du système cubique faces centrées (0,74) est la compacité maximale d'un empilement de sphères identiques. Notons que la compacité doit de toute façon être inférieure à 1 !
- A6 Le zinc ( $Z = 30$ ) et le cuivre ( $Z = 29$ ) font partie de la même période et du même bloc (d) de la classification périodique. Les rayons de ces atomes sont semblables mais le rayon atomique du zinc (123 pm) est plus **petit** que celui du cuivre (128 pm). Néanmoins, l'atome de zinc n'est pas assez petit pour venir s'insérer dans les sites octaédriques ou tétraédriques. L'alliage est ainsi un alliage de substitution.
- B1 Le rôle de la lixiviation est souvent inconnu. Elle ne sert ni à purifier, ni à laver, encore moins à réduire le cuivre mais à dissoudre les ions  $\text{Cu(II)}$ .
- B4 Le dioxygène ajouté à la solution oxydait les ions  $\text{Fe(II)}$  en ions  $\text{Fe(III)}$ . Trop de candidats ont essayé de faire agir le dioxygène sur  $\text{Cu(II)}$  ou sur le cuivre métallique pourtant absent dans le système !
- B5 Une légère augmentation du pH faisait précipiter les ions  $\text{Fe(III)}$  en hydroxyde de fer sans pour autant faire précipiter l'hydroxyde de cuivre. Une filtration permettait alors de séparer les deux espèces. Remarquons qu'aucune décantation des espèces ioniques et encore moins un aimant ne permettaient la séparation.
- C2 Les ions  $\text{Cu(II)}$  étaient réduits à la cathode. À l'anode, l'espèce oxydée était l'eau, comme on pouvait le prévoir grâce à un diagramme des potentiels standard.
- D2 L'écriture d'un mécanisme nécessite l'utilisation de flèches pour décrire les déplacements de doublets électroniques ou d'électrons.

## Sciences industrielles

L'épreuve de S2I doit permettre l'évaluation du champ des compétences acquises par les candidats au cours de la formation en Sciences Industrielles pour l'Ingénieur en Classes préparatoires spécifiée dans les nouveaux programmes. Elle est plus particulièrement construite autour de l'analyse d'un système complexe.

### Le support de l'étude

Le support retenu cette année est le véhicule auto-balancé Segway. Il s'agit d'un moyen de transport urbain motorisé à deux roues indépendantes qui permet à une personne de se déplacer, pour des courts trajets, en position debout sur une plateforme. Celle-ci étant située au niveau de l'axe des roues, l'équilibre du système en mouvement est assuré par un asservissement pertinent de la rotation de chacune des roues. L'environnement culturel et le contexte d'utilisation sont facilement appréhendables par les candidats et le niveau de complexité de ce système est adapté au contexte de l'épreuve écrite du concours. Par ailleurs, les solutions techniques étudiées sont culturellement et technologiquement voisines de celles développées au laboratoire de Sciences Industrielles pour l'Ingénieur. Enfin, ce support permet des analyses de solutions qui mobilisent la plupart des compétences développées en formation.

### La construction du sujet

Le sujet est organisé en cinq parties indépendantes caractérisées par une analyse spécifique et la mobilisation de savoirs faire développés dans différents centres d'intérêt. Ce découpage artificiel trouve sa cohérence lors de la convergence des résultats de chacune de ces parties vers la satisfaction de la fonction attendue, c'est-à-dire du besoin préalablement caractérisé. Il permet aux candidats de s'organiser et de s'exprimer sans être bloqués par une réponse manquante :

1. Analyse du besoin : il s'agit de permettre au candidat de s'approprier la problématique et d'exprimer le besoin satisfait.
2. Modélisation de comportement mécanique : il s'agit, à partir des modélisations proposées, de simuler le comportement cinématique et de prévoir le cheminement de la puissance. Il est demandé d'imaginer une solution constructive.
3. Validation de la capacité du système à rester manoeuvrable dans la circulation : il s'agit de vérifier que le système ne dérape ni ne bascule en virage.
4. Validation des performances du Segway : il s'agit plus particulièrement de proposer une relation entre l'inclinaison du conducteur et l'accélération du système et d'en déduire les relations nécessaires au modèle d'asservissement.
5. Validation de la pertinence de l'asservissement du système : il s'agit d'analyser la boucle d'asservissement, d'en déterminer le