

polynôme caractéristique (ce type d'erreur concerne environ la moitié des candidats et montre qu'ils n'ont rien compris à une partie importante du cours : trigronalisation... etc..., c'est fort inquiétant!).

La seconde partie appelle sensiblement les mêmes remarques. Rappelons qu'une matrice de déterminant 1 n'a aucune raison d'être orthogonale, contrairement à l'opinion d'un nombre important de candidats ; de même une matrice de déterminant -1 n'est pas nécessairement une symétrie.

Seul le début de la troisième partie a été traité. Les questions III. C. et III. D., qui n'étaient pas simples, n'ont pas été abordées ou bien les difficultés n'ont pas été comprises.

Comme tous les ans, mais peut-être encore plus cette année, nous allons donner quelques conseils-consignes qui ne semblent pas évidents pour tous, et qui relèvent du respect le plus élémentaire du lecteur-correcteur. Il faut numéroter les feuilles ou les pages, il faut écrire explicitement la question étudiée : parfois, en haut d'une page ou feuille non numérotée, on trouve une question marquée c), après enquête laborieuse, il apparaît au correcteur qui n'apprécie pas du tout ce « jeu de piste », qu'il s'agit d'un « flash-back » et que la question est la I. A. 5. c), artistiquement insérée entre le II. A. 2. b) et le II. C. 1. (question qui a souvent tenté les candidats par son côté un peu extérieur au thème général du sujet). Si les candidats pouvaient numéroter soigneusement les feuilles et les questions, cela éviterait des recherches rarement infructueuses mais toujours désagréables.

Les notations « personnelles » sont à éviter ou à expliciter :  $\square$  désigne la matrice nulle pour certains candidats, mais cette notation n'est pas universelle ; les abréviations doivent aussi être précisées ; le TVI est-il le « Train à Vitesse Intermédiaire » ou bien la « Taxe à la Valeur Interdite »? De futurs ingénieurs se doivent de donner un texte lisible. Par décence, on ne parlera pas de l'orthographe, propos qui semble hors de portée pour certains.

Ajoutons qu'il y a aussi de bons candidats, qui ont compris les enjeux, qui ont su exploiter leurs connaissances et voir les rapports entre les résultats « algébriques » de cet énoncé et la géométrie des isométries et des endomorphismes de  $\mathbb{R}^{2p}$  et présenter très clairement des raisonnements bien étayés.

## Sciences physiques

### Physique

Le sujet a permis de tester la capacité des candidats à adapter leurs connaissances à un sujet original, concernant une situation de la vie quotidienne: le trafic automobile. La plupart des calculs (sauf à la fin) sont simples et de nombreuses questions qualitatives ont permis de tester le sens physique des candidats, voire même leur bon sens.

La longueur du sujet était bonne dans la mesure où la meilleure copie a traité de façon satisfaisante 80% du sujet.

Le sujet a très bien classé les candidats.

#### Préliminaires :

1) Les candidats confondent la notion de modèle continu (basé sur l'échelle mésoscopique) d'une part et les deux approches possibles de description (eulérienne et lagrangienne) d'autre part. D'autres candidats veulent à tout prix rapprocher le trafic routier d'un fluide parfait par une logique un peu déconcertante.

2a) Certains candidats ont du mal à trancher entre (veh) m-1 et (veh) km-1...et se contentent d'un « (veh) par unité de longueur ».

3) b) Un tiers des candidats démontre correctement cette relation alors qu'il s'agit d'une question de cours (dans un cas à une dimension). Comme les variables dépendent de  $x$  et  $t$ , il faut raisonner sur le nombre de voitures qui passent pendant un temps infinitésimal ( $dt$ ) et non sur une durée quelconque  $T$ .

Il fallait ensuite citer au moins deux phénomènes analogues.

#### Partie I :

A 1) a) Pour déterminer l'expression de  $C$ , la majorité des candidats ayant abordé cette question, a utilisé le théorème de la résultante cinétique, qui dans le meilleur des cas aboutit laborieusement au résultat alors que le théorème de l'énergie cinétique permettait d'aboutir en deux lignes.

Un tiers seulement des candidats traite un tel exercice de mécanique du point que chacun pourra resituer dans la culture d'un bachelier scientifique.

A 1) b) Au choix : tracé de  $D$  en fonction de  $V^2$  et vérifier que l'on obtient une droite passant par l'origine ou tracé de  $\ln(D)$  en fonction de  $\ln(V)$  et vérifier que la pente est proche de 2. La première méthode a généralement été retenue. Mais son exploitation numérique n'est correcte que pour le quart de ceux qui ont obtenue la bonne expression littérale. Cet exercice de mécanique du point

s'est donc révélé particulièrement sélectif.

A 1) d) Un tiers des candidats interprète correctement le moyen « simple » fourni par la sécurité routière pour déterminer la distance de sécurité.

B 1a) Beaucoup trop de candidats se contentent d'une recherche de limites (parfois fausses!) sans aucun commentaire, ce qui ne ramenait pas de points.

C 2) Beaucoup de données sont issues d'une lecture graphique. Etant donné la forte fluctuation des mesures expérimentales, il est nécessaire de rester modeste sur la précision de celles-ci et surtout d'adapter le nombre de chiffres significatifs en conséquence. Par exemple, la vitesse moyenne maximale des véhicules n'est pas 48,75 km/h mais 49 km/h, qui peut même être approximée à 50 km/h du fait des incertitudes sur la valeur de  $n_c$  et  $j_c$ .

Rappelons que le nombre de chiffres significatifs annoncé donne une indication de l'incertitude de mesure. Les candidats devront à l'avenir être plus vigilants sur la façon de présenter les résultats numériques. On pourra à ce sujet se reporter utilement aux rapports des années précédentes, en particulier celui du concours 2004.

Certains candidats trouvent des vitesses de plusieurs centaines de kilomètres par heure sans aucune gêne. D'autres « imposent » la valeur maximale autorisée (50 km/h) pour trouver  $n_c$  ou  $j_c$ .

## Partie II :

A 1a) Cette simple question n'a reçu la bonne réponse qu'une fois sur deux, bon nombre de candidats écrivant l'inverse du bon résultat.

A 1) c) La moitié des candidats confondent les représentations graphiques de  $j/n$  et de  $dj/dn$ .

A 2) a) Il fallait démontrer en détail l'équation de continuité à partir d'un bilan du nombre de voitures (flux entrant en  $x$ , flux sortant en  $x+dx$  etc...) et non simplement invoquer la relation du cours  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}) = 0$ .

A 3) a) La question a été le plus souvent mal comprise. Beaucoup de candidats ont expliqué que si les conducteurs ne réagissaient pas suffisamment vite, cela provoquerait au bout d'un moment nécessairement un accident. Or il s'agit de montrer que si les conducteurs ajustent instantanément leur vitesse à la densité  $n$  du trafic, ils ne doivent pas freiner ou accélérer exactement en même temps que la voiture qui les précède.

A 3) d) Le jury attendait une réponse du type « une dérivée particulière est une dérivée **en suivant** la particule ». Tout autre réponse était considérée comme fautive, comme par exemple le fait de dire qu'elle est constituée d'une dérivée locale et d'un terme convectif.

A 3) e) Une simple analogie formelle était attendue :

- onde dans un milieu linéaire dispersif (la vitesse dépend de la pulsation)
- vitesse de phase
- vitesse de groupe
- onde dans un milieu non-linéaire (la vitesse dépend de la densité)
- vitesse des véhicules
- vitesse des perturbations

On peut néanmoins noter que dans un milieu non linéaire, les vitesses de phase et de groupe n'ont pas de sens, donc l'analogie ici ne peut être que formelle. Par contre, dans la partie III, il est possible (cf. B) 2) c)) de retrouver que l'onde de perturbation se déplace à la « vitesse de groupe »  $c$ , mais il s'agit bien là d'une vitesse de phase (notion que l'on peut utiliser dans la partie III car le milieu est linéaire).

Beaucoup de candidats définissent la vitesse de groupe comme étant la vitesse de l'énergie. Ceci est faux! Il suffit de déterminer ces deux vitesses pour un exemple du programme comme l'effet de peau pour se rendre compte que, même si elles sont souvent égales, elles peuvent différer (en cas de dispersion anormale). La vitesse de groupe peut même être parfois supérieure à la vitesse de la lumière, contrairement à la vitesse de l'énergie.

A 3) h) Le caractère dispersif du modèle B est généralement reconnu, mais pas la conséquence sur le raidissement du « front » d'onde.

A 4) Le jury a été très exigeant sur la précision de la rédaction : surface de contrôle utilisée, identification du bilan des flux et de la variation du contenu. Cette question a été très sélective.

B) Là encore, une lecture juste et modeste des valeurs numériques était attendue.

Dire qu'il y a un palier devant le tracteur où il n'y a que peu de voitures a été compté comme faux. Il y a en effet une absence totale de voitures.

Que dire des candidats trouvant une longueur de bouchon proche du millier de kilomètres?

**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