

The logo consists of a blue circle containing the letters "PSI" in a bold, blue, sans-serif font.

PSI

**CONCOURS COMMUN INP
RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE
MODÉLISATION ET INGÉNIERIE NUMÉRIQUE**

1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

L'objectif de cette épreuve est de mettre les candidats en situation de modélisation. Le candidat doit mobiliser ses connaissances de Mathématiques, de Sciences Physiques, de Sciences de l'Ingénieur et d'Informatique afin d'élaborer / de s'approprier un modèle, de le confronter à des mesures et de répondre à une problématique. Le candidat se retrouve dans une démarche similaire au TIPE puisqu'il va devoir utiliser des manipulations et des simulations contextualisées et multidisciplinaires pour résoudre son problème.

L'épreuve de cette année porte sur la modélisation d'une méthode de détection d'un tsunami. Le sujet comporte des questions relevant des programmes de Mathématiques, de Sciences Physiques, de Sciences de l'ingénieur et d'informatique.

Il comporte trois parties indépendantes, avec pour objectifs respectifs :

I. L'étude d'un modèle de sismomètre,

II. La résolution numérique du système d'équations permettant la géolocalisation de l'épicentre du séisme,

III. La modélisation de la propagation d'une onde de surface.

2/ REMARQUES GÉNÉRALES

Un gros effort sur la forme est constaté : la plupart des copies sont correctement présentées. Cependant quelques copies demeurent illisibles. Il est conseillé d'utiliser un stylo à pointe épaisse pour rendre lisible la copie après scan.

Pour les mêmes raisons, les correcteurs souhaitent avoir les résultats encadrés et non surlignés. Pour les questions qualitatives, il est recommandé de mettre en évidence les mots clés.

Les correcteurs recommandent de ne pas mélanger les réponses aux différentes parties en raison de la dématérialisation des copies. Cela n'empêche pas de sauter une partie sur laquelle on est moins à l'aise, pour éventuellement y revenir plus tard. Mais il faut éviter les allers et retours incessants au sein d'une même partie.

Il faut éviter les expressions très familières du type « On fait pareil », « du coup ceci, du coup cela » ... et faire des phrases complètes pour répondre. Un grand nombre de candidats n'expliquent pas leur raisonnement. Les correcteurs rappellent que 5 % de la note est attribuée à la présentation, orthographe, ...

Pour de nombreuses questions, des points et du temps ont été perdus, du fait d'une mauvaise compréhension de l'énoncé, des candidats donnant des réponses (souvent justes) mais ne correspondant pas à ce qui est demandé (citations notamment : Q6, Q10, Q13, Q14, Q16-18, Q26-27, Q33).

Plus que pour toute autre épreuve, un sujet de modélisation nécessite de prendre du recul et ne doit pas être vu comme une simple succession de questions décorrélées.

Nous conseillons aux candidats de traiter les parties dans l'ordre. Le sujet est conçu sur une problématique commune et les parties ne sont pas tout à fait indépendantes. Traiter les parties en commençant par les disciplines dans lesquelles le candidat est le plus à l'aise n'est pas ici une bonne stratégie car cela nuit à la compréhension du système étudié et de la logique du sujet. Dans l'ensemble, la plupart des questions du sujet ont été abordées.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

Q1 : R.A.S.

Q2 : peu de candidats ont indiqué l'orientation de dl par rapport à i en question Q2.

Q3 : R.A.S.

Q4 : la géométrie du système rendait inopérante l'utilisation de la loi de Faraday ; il fallait donc, comme y invitait l'énoncé, exploiter le bilan de puissance du couplage électromécanique parfait. Peu de candidats donnent du sens à cette relation.

Q5 : R.A.S.

Q6 : comme indiqué dans la question, l'équation différentielle ne devait faire intervenir que les fonctions $u(t)$ et $v_b(t)$ (et non $i(t)$).

Q7 : il est évidemment inadapté de comparer entre elles des grandeurs de dimensions différentes.

Q8 : il était nécessaire de préciser en quoi cette relation est en accord ou non avec la loi de Lenz.

Q9 : beaucoup de candidats ne précisent pas les expressions des forces dans le bilan des actions mécaniques extérieures et ont fait des erreurs de signe.

Q10 : question mal comprise par certains candidats qui ont exprimé l'accélération en utilisant le Principe Fondamental de la Dynamique. Le résultat obtenu n'est donc pas uniquement en fonction des longueurs pertinentes du problème.

Q11 : beaucoup de candidats ne précisent pas les expressions des forces dans le bilan des actions mécaniques extérieures. De plus, il y a eu de nombreuses erreurs dans l'expression de la force de rappel du ressort et parfois dans celles de l'amortisseur et du capteur. Enfin, nous regrettions la malhonnêteté de certains candidats qui tordent leur pseudo-démonstration pour obtenir une relation cohérente avec celle fournie ultérieurement dans le sujet.

Q12 : R.A.S.

Q13 : il n'était pas demandé d'effectuer une étude asymptotique. L'indication sur la distinction des cas était destinée à mettre en garde les candidats sur le changement de signe de la partie réelle du dénominateur. Très peu de candidats ont traité les deux cas.

Q14 : trop peu de candidats savent utiliser la fonction de transfert pour déterminer la réponse à une entrée sinusoïdale en régime permanent.

Q15 : beaucoup de candidats se contentent d'affirmer sans aucune justification que la figure proposée correspond bien à la fonction de transfert.

Q16 : R.A.S.

Q17 : R.A.S.

Q18 : peu de candidats ont estimé la fréquence minimale détectable et l'ont comparée à l'exigence du cahier des charges.

Q19 : donner l'équation d'un cercle en coordonnées cartésiennes a posé problème à un nombre non négligeable de candidats.

Q20 : certains candidats ne vérifient pas la cohérence de l'équation de la droite obtenue après application numérique.

Q21 : beaucoup de candidats n'ont pas respecté la consigne qui consistait à donner les résultats en littéral.

Q22 : R.A.S.

Q23 : R.A.S.

Q24 : peu de réponses à cette question. Il s'agissait simplement d'expliquer la résolution du système via la pseudo-inverse.

Q25 : les correcteurs rappellent qu'une grandeur ne peut être négligeable que devant une autre grandeur (de même dimension).

Q26 : beaucoup de confusions entre composante d'un vecteur et coordonnée d'un point. Confusions récurrentes également entre la direction de propagation d'une onde et les composantes vectorielles de la grandeur qui se propage.

Q27 : R.A.S.

Q28 : la technique de projection d'une équation vectorielle n'est pas maîtrisée par un trop grand nombre de candidats.

Q29 : les dérivées partielles sont parfois remplacées abusivement par des dérivées droites.

Q30 : une question difficile et technique qui a toutefois donné lieu à un grand nombre de réponses satisfaisantes. Beaucoup de confusions entre quantités et variations élémentaires.

Q31 : la grande majorité des candidats a bien identifié une équation de d'Alembert mais quelques-uns se sont contentés d'indiquer qu'il s'agissait d'une "équation de propagation" ou se sont gravement trompés en l'assimilant à une "équation de diffusion".

Q32 : la notion de dispersion n'est pas maîtrisée.

Q33 : des candidats ont mentionné des ondes périodiques alors qu'il s'agissait d'un paquet d'ondes représenté à différents instants. Le lien entre le caractère non dispersif de la propagation et l'absence de déformation du paquet n'est quasiment jamais fait.

Q34 : beaucoup de réponses farfelues. Les correcteurs rappellent qu'une formule homogène n'est pas nécessairement juste. La formule étant fournie, il s'agissait simplement d'identifier $dt = \frac{dx}{c(x)}$ comme la durée nécessaire pour parcourir dx .

Q35 : R.A.S.

Q36 : R.A.S.

Q37 : R.A.S.

4/ CONCLUSION

Les candidats ont, dans l'ensemble, abordé les questions relevant des différentes disciplines et n'ont pas semblé être perturbés par le fait d'en changer d'une question à l'autre, ni de traiter des parties et questions « hybrides » pouvant être résolues avec des outils vus dans des matières différentes.

Les correcteurs notent une maîtrise très partielle de la calligraphie des lettres grecques ainsi qu'un manque de rigueur mathématique très pénalisant. De même, les raisonnements doivent être détaillés, les justifications doivent être explicites. Paraphraser le résultat à démontrer ne suffit pas.

La concision des réponses est essentielle à la réussite d'une épreuve écrite, surtout lorsqu'elle comporte de nombreuses questions. Cela signifie en général qu'une part importante d'entre elles – les plus faciles – est affectée de peu de points. Aussi, écrire une page entière pour ne glaner que 0,2 point sur 20 devient un sérieux handicap à la réussite globale du sujet.