



1. Présentation du sujet

L'épreuve était à dominante physique avec quelques questions de cinétique chimique en début de deuxième partie. Le sujet avait pour thème les vocalisations de basse fréquence du rorqual commun et pour objectif l'estimation de la portée des communications entre rorquals dans l'océan. L'épreuve mobilisait plusieurs notions et capacités exigibles du programme des deux années, dans les thèmes signaux physiques, optique géométrique et cinétique chimique, pour le programme de première année, et dans le thème signal et rayonnement, pour le programme de seconde année.

La première partie traitait de la propagation du son dans l'océan, essentiellement par analogie avec l'optique géométrique, et aboutissait à la mise en évidence de l'existence du chenal sonore profond et du chenal sonore arctique dans lesquels les ondes sonores peuvent être confinées. Les questions faisaient appel à la relation entre l'indice optique et la vitesse de propagation dans le milieu, aux lois de Descartes pour la réflexion et la réfraction et à l'établissement de la condition de réflexion totale. La dernière question de cette partie demandait le calcul du coefficient de réflexion d'une onde sonore en incidence normale, l'expression de ce coefficient étant fournie dans l'énoncé.

La deuxième partie abordait, de manière nécessairement très simplifiée, le problème de l'amortissement du son de basse fréquence dans l'océan. Pour de telles fréquences, l'amortissement du son est attribué à des effets de relaxation chimique, principalement dus à la dissociation de l'acide borique. Le mécanisme de cette dissociation était modélisé par un mécanisme simplifié en une seule étape. L'étude de la réponse à un échelon de pression aboutissait à une équation différentielle classique, à résoudre en régime transitoire. Le passage au régime sinusoïdal forcé demandait l'utilisation de la notation complexe et permettait d'identifier la nature de filtre passe-bas du système. L'évaluation numérique de la fréquence de coupure de ce filtre montrait la très faible atténuation des vocalisations de basse fréquence des rorquals communs.

La troisième partie étudiait la divergence géométrique des ondes sonores dans l'océan dans le cas général d'une propagation sphérique et dans le cas particulier de la propagation dans un chenal sonore. Elle faisait appel à quelques notions du programme sur les ondes sonores ainsi qu'à des notions classiques de géométrie. Les résultats étaient demandés en termes de niveau d'intensité sonore dont la définition était fournie dans l'énoncé.

La quatrième partie permettait de conclure quant à l'estimation de la portée du chant de basse fréquence du rorqual commun et sur l'importance des perturbations causées par les activités humaines, essentiellement dues au trafic maritime. Cette portée pouvait être calculée explicitement dans le cas général d'une propagation sphérique et aboutissait à des valeurs numériques très élevées, bien que fortement réduites par le bruit du trafic maritime. L'étude du cas de la propagation dans un chenal sonore, plus complexe, s'appuyait sur la lecture d'un graphe fourni par l'énoncé. Les valeurs de la portée des vocalisations dans ce cas sont considérables, même réduites par l'activité humaine.

2. Commentaires généraux

Le jury a apprécié la qualité de la présentation des copies. Les questions et les feuilles sont généralement clairement numérotées. L'orthographe a été satisfaisante dans l'ensemble. En revanche, les résultats numériques sont encore trop souvent donnés sans unité. De brefs commentaires sur les ordres de grandeur trouvés sont appréciés par le jury.

La longueur de l'épreuve était très raisonnable. Plusieurs candidats l'ont traitée intégralement. Le sujet était dans l'ensemble progressif avec des questions de difficultés variées qui ont permis de bien classer les candidats, de récompenser le sérieux de la préparation et de permettre aux candidats les plus brillants de se mettre en valeur. Globalement, le sujet a été mieux réussi que les années précédentes, avec un écart-type élevé reflétant de très fortes disparités dans le niveau des copies. Les meilleures copies sont réellement excellentes. Le jury a été vivement impressionné par les prestations de certains candidats qui ont remarquablement dominé la totalité de l'épreuve. À l'inverse, les questions de cours ne sont pas maîtrisées dans certaines copies. Les candidats doivent avoir à l'esprit qu'une connaissance parfaite des notions et capacités exigibles du programme est un préalable à la réussite de cette épreuve.

3. Commentaires détaillés

1.1 La loi de Descartes qui stipule que le rayon incident et le rayon réfracté sont dans le plan d'incidence est souvent oubliée ou mal formulée. La relation entre l'indice optique et la vitesse de propagation dans le milieu est souvent inversée. Il est nécessaire de définir les angles par un schéma.

1.2 Les erreurs à cette question viennent généralement d'une erreur à la question précédente sur la relation entre l'indice et la vitesse de propagation.

1.3 Cette question a été assez bien maîtrisée même si les explications sont souvent insuffisantes, faute notamment d'un schéma explicatif clair.

1.4 Cette question a été également relativement bien maîtrisée avec, cependant, des explications souvent incomplètes.

1.5 Cette question a été bien réussie par les candidats qui ont traité rigoureusement la question précédente. Un schéma explicatif était indispensable.

1.6 Quelques candidats ont laissé des strates d'indices discrets mais d'autres ont bien compris que la variation continue de l'indice entraînait une marche courbe des rayons et non anguleuse.

1.7 La loi indiquant que le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence est rarement citée.

1.8 Les différences avec les questions 1.4 et 1.5 ont été rarement comprises.

1.9 L'application numérique est généralement juste et la conclusion également.



CONCOURS A BCPST - 2020

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE-CHIMIE, RÉOLUTION DE PROBLÈME

- 2.1 Beaucoup de candidats n'ont pas écrit correctement la vitesse globale.
- 2.2 Question globalement bien réussie.
- 2.3 Un tableau d'avancement était apprécié et permettait d'éviter des erreurs.
- 2.4 Question bien traitée par un nombre appréciable de candidats mais, dans beaucoup de copies, le résultat, fourni par l'énoncé, n'a pas été établi correctement.
- 2.5 La résolution de cette équation différentielle classique devrait être mieux réussie. La forme de la solution est généralement connue mais la détermination de la constante avec les conditions initiales pose souvent problème, de même que le tracé du graphe.
- 2.6 Cette question a été bien traitée par un nombre important de candidats mais l'utilisation de la notation complexe laisse souvent à désirer.
- 2.7 et 2.8 Ces questions ont été bien traitées par une majorité de candidats.
- 2.9 L'application numérique est généralement correcte mais l'interprétation souvent fautive, voire fantaisiste.
- 3.1 L'unité est souvent fautive.
- 3.2 Cette question a été généralement bien traitée.
- 3.3 Le résultat étant donné dans l'énoncé, la clarté des explications est importante. Certains candidats ont été d'une rigueur irréprochable dans l'établissement de cette relation.
- 3.4 Même remarque qu'à la question 3.3.
- 3.5 Des maladresses et des confusions, mais de nombreux candidats ont réussi cette question.
- 4.1 et 4.2 Questions généralement bien traitées.
- 4.3 Question assez difficile, plutôt bien réussie par les candidats ayant traité correctement les questions 3.3 et 3.4.
- 4.4 Question généralement bien réussie.
- 4.5 Cette question, qui servait de conclusion à l'ensemble du sujet, a donné lieu à des remarques judicieuses de nombreux candidats.