

CONCOURS A BCPST - SESSION 2019

ADMISSIBILITÉ

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE-CHIMIE, ANALYSE DE DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve d'analyse de documents scientifiques était, cette année encore, à dominante physique. Il s'agissait de reconstituer certains caractères d'une coulée de lave ancienne, pour laquelle il n'existe aucun témoignage direct, grâce à une modélisation simplifiée de l'écoulement de la lave.

La première partie était l'occasion d'établir certains résultats utiles pour la suite de l'étude ou en lien avec le thème. La première question proposait de déterminer la vitesse initiale d'un point matériel sur un support incurvé en fonction de la hauteur de montée et constituait un prélude au calcul de vitesse de la lave à partir des hauteurs de montée de la question 2.2) c). Le système étant conservatif, l'utilisation d'une méthode énergétique était très nettement préférable. Les questions 1.2) établissaient quelques grandeurs importantes pour un écoulement à surface libre, laminaire, stationnaire et uniforme d'un liquide newtonien dans un canal rectangulaire incliné. Cette étude était prolongée dans les questions 1.3) qui aboutissaient à un bilan d'énergie. La lave étudiée incluait des cristaux de plagioclases, de pyroxènes et d'olivine. L'étude dans les questions 1.4) d'un diagramme binaire solide/liquide pour le système diopside-anorthite était un préliminaire aux problèmes de changements de phase de la lave abordés dans la partie 2, en réduisant la lave à un système plus simple à deux constituants, le diopside et l'anorthite étant pris comme représentants respectivement des pyroxènes et des plagioclases.

Conformément au format de l'épreuve, la partie 2 était une analyse des documents. Les données de terrain sur la coulée de lave permettaient d'estimer la température de la lave au niveau de la bouche éruptive, à l'aide d'un diagramme de phase de la lave. Un modèle de viscosité présenté dans le document 5 permettait d'en déduire la viscosité de la lave, en tenant compte du pourcentage de cristallisation, qui pouvait être obtenu grâce au diagramme de phase donné dans le document 3. Les questions 2.2) portaient sur la détermination de l'écoulement dans le cadre d'un modèle d'écoulement turbulent. On évaluait ainsi la vitesse de la lave en différents points de l'écoulement grâce aux hauteurs de montée relevées sur le terrain, ainsi que la valeur du coefficient de frottement et de l'épaisseur de la lave. Des données géographiques sur le volcan fournissaient la valeur de l'angle d'inclinaison aux différents points d'étude. Le calcul du nombre de Reynolds permettait de vérifier l'hypothèse d'un écoulement turbulent. La question 2.2) g) suggérait que le refroidissement de la lave pouvait être un phénomène à prendre en compte dans la modélisation de l'écoulement. Ce refroidissement était étudié dans les questions 2.3) dans le cas où une croûte solide en surface diminue les pertes radiatives. La loi donnant les pertes thermiques étant fournie, un raisonnement analogue à celui de la question 1.3) e), mais sur une tranche infinitésimale, permettait d'établir l'équation différentielle pour la température de la lave (question 2.3) a)). La résolution de cette équation (question 2.3) b)) ne posait aucune difficulté. La valeur numérique de la température de la lave arrivée au bord de la mer montrait que, dans le cadre du modèle avec croûte solide formant toit, la lave se refroidissait peu et restait fluide sur de grandes distances.

Dans la partie 3, les modèles utilisés faisaient l'objet d'une approche critique. Dans l'hypothèse d'une absence totale de croûte, le refroidissement aurait été trop important pour être compatible avec les données de terrain présentées dans les documents. L'existence d'une croûte solide recouvrant partiellement la lave liquide pouvait être proposée. La dernière question permettait de discuter les hypothèses simplificatrices adoptées dans la modélisation.

Commentaires généraux

La présentation des copies est dans l'ensemble satisfaisante. La longueur de l'épreuve était très raisonnable, ce qui a permis à un grand nombre de candidats de traiter, avec plus ou moins de succès, l'ensemble de l'épreuve. La moyenne générale de l'épreuve est légèrement supérieure à 10/20, en nette progression sur l'année précédente, avec un écart-type important, d'environ 3,7. Comme les années précédentes, le jury a apprécié quelques excellentes copies, où la quasi-totalité du sujet est abordée avec rigueur et précision, pour lesquelles les candidats méritent de très vives félicitations. De nombreuses copies attestent un travail sérieux tout au long de la préparation. Les remarques qui suivent s'appliquent aux copies, nombreuses elles aussi, qui ne donnent pas satisfaction par rapport aux exigences du programme officiel.

Les applications numériques sont trop souvent défectueuses. Outre la perte directe de points occasionnée, les valeurs numériques calculées servent généralement de base pour une discussion physique. Celle-ci a peu de chance d'être pertinente si l'application numérique est fautive. Il est vivement recommandé aux futurs candidats de ne pas négliger les applications numériques pendant leurs années de préparation.

Le calcul vectoriel est souvent mal maîtrisé, notamment les projections de vecteurs selon des axes. Étant donné son importance, ce type de calcul devrait faire l'objet d'une préparation particulièrement soutenue.

Beaucoup de candidats auraient pu déceler des erreurs de calcul en vérifiant l'homogénéité de leurs résultats. Certaines questions y incitaient mais une majorité de candidats n'en a pas perçu l'intérêt et ne semble pas pratiquer cette méthode de vérification.

Dans la partie *Analyse des documents*, il est recommandé de préciser les sources utilisées, notamment les numéros des documents.

Commentaires détaillés

Partie 1 : Questions sur des notions du programme en lien avec le thème

1.1) Certains candidats n'ont pas traité cette question. Parmi ceux qui l'ont traitée, une moitié utilise une méthode énergétique, parvenant ainsi facilement au résultat, et une autre moitié tente d'utiliser le principe fondamental de la dynamique, généralement sans succès.

1.2) a) La définition d'une valeur moyenne est inconnue de beaucoup de candidats.

1.2) b) Le calcul du débit volumique total est souvent correctement effectué. En revanche, de très nombreux candidats n'ont pas compris la signification de q , qui désignait le débit volumique par unité de largeur et non pas l'unité de largeur, ce qui d'ailleurs aurait été dépourvu de sens.

1.2) c) La force tangentielle de viscosité est inconnue de la majorité des candidats.

1.3) a) Cette question a été généralement bien réussie.

1.3) b) L'équation de la statique des fluides est généralement connue mais la projection d'un vecteur selon un axe a posé problème à un très grand nombre de candidats.

1.3) c) Comme à la question 1.2) a), la définition d'une grandeur moyenne n'est pas maîtrisée par un grand nombre de candidats.

1.3) d) La question a été souvent mal comprise. Certains candidats ont été perturbés par la mention de x_1 et x_2 et ont voulu les faire apparaître dans la réponse.

1.3) e) L'application du premier principe en système ouvert a été plutôt bien réussie par les candidats même si, dans certaines copies, la justification du résultat, qui était donné dans l'énoncé, manquait de rigueur.

1.4) La lecture des diagrammes solide-liquide des systèmes binaires est globalement bien maîtrisée par les candidats. Quelques candidats n'ont manifestement pas bien compris la notion de miscibilité totale à l'état liquide et de

miscibilité nulle à l'état solide, entraînant quelques réponses imprécises sur l'inventaire des phases en présence. Le théorème des moments est généralement bien connu et correctement appliqué.

Partie 2 : Analyse des documents

2.1) a) Cette question a été bien comprise dans l'ensemble. Certains candidats éprouvent des difficultés pour rédiger une explication claire et concise.

2.1) b) De nombreux candidats ont mal lu le document 5 et ont oublié le terme correctif dû à la présence d'un petit pourcentage de cristaux (loi de Roscoe).

2.2) a) L'analyse dimensionnelle est globalement bien maîtrisée.

2.2) b) Cette question a été plutôt bien réussie. Cependant de nombreuses erreurs de projection ont été constatées ainsi qu'un nombre très élevé de résultats présentant la racine carrée d'un nombre négatif.

2.2) c) Cette question a été bien traitée par environ la moitié des candidats. Des raisonnements inutilement compliqués et confus ont parfois conduit à un résultat absurde.

2.2) d) La question a été, là aussi, réussie par la moitié environ des candidats. La valeur de l'angle d'inclinaison n'est pas toujours justifiée à partir des documents.

2.2) e) La définition du nombre de Reynolds est bien connue. L'application numérique est souvent fautive.

2.2) f) et g) Ces questions ont été beaucoup moins souvent traitées que les précédentes. Très peu d'applications numériques correctes ont été obtenues.

2.3) a) La question a été réussie par un nombre non négligeable de candidats malgré, parfois, un certain manque de rigueur. Certains candidats se sont perdus dans des calculs compliqués et obscurs.

2.3) b) Les explications qualitatives sont assez souvent correctes, parfois même en l'absence de calculs. En revanche, beaucoup d'erreurs ont été constatées dans l'application numérique.

Partie 3 : Approche critique et prospective sur le thème

3.1) La première partie de la question a été bien réussie, la seconde partie beaucoup plus rarement.

3.2) Les candidats ont présenté des idées et des éléments intéressants.