

Banque BCPST inter-ENS/ENPC – Session 2016

Rapport sur l'épreuve écrite de sciences de la Terre

Ecoles concernées :

ENS : Cachan, Lyon, Paris,

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)

Coefficients :

- ENS de Cachan : 3,08 % du total concours (TC)
- ENS de Lyon : Option biologie : 6,61 % TC, Option ST : 13,22 % TC
- ENS de Paris : Option biologie : 1,41 % TC, Option ST : 3,52 % TC
- ENPC : 3,75%TC

Membres du jury :

- Armelle Baldeyrou-Bailly, professeur agrégé, université de Strasbourg
- Pierre Barré, chargé de recherche CNRS, ENS de Paris
- Sylvain Bernard, chargé de recherche CNRS, MNHN
- Matthias Delescluse, maître de conférence, ENS de Paris
- Olivier Dequincey, professeur agrégé, ENS de Lyon
- Laurent Remusat, chargé de recherche CNRS, MNHN
- Gérard Vidal, maître de conférence, ENS de Lyon

20 Juillet 2016

1. Remarques générales sur le sujet

Le sujet d'écrit BCPST comportait deux parties indépendantes de longueurs assez proches et abordant des thèmes totalement différents. La première partie traitait du cycle du carbone et principalement du cycle du carbone dans les sols. La seconde s'intéressait aux séismes intra-plaques violents qui ont eu lieu le 11 avril 2012 au Nord de Sumatra. Ces deux parties permettaient d'aborder des aspects variés du programme de sciences de la terre (minéralogie, géochimie, géodynamique, sismologie...) et faisaient également appel, à la marge, à des notions développées dans le programme de physique, de chimie ou de biologie. Chaque partie comportait des questions de difficultés et de formes variables. Certaines questions étaient proches des connaissances attendues, d'autres consistaient en une analyse de documents (lames minces, cartes, données géophysiques...), enfin certaines questions nécessitaient une réflexion physique plus poussée et étaient associées à des applications numériques.

Des questions assez faciles ont permis à la quasi-totalité des candidats de rentrer dans le sujet. Beaucoup de candidats ont réussi honorablement une des deux parties et les très bonnes copies ont abordé avec succès 80% des questions. Si certains candidats ont pu obtenir des notes pas catastrophiques en allant « piocher » des points dans les questions faciles, les bonnes notes n'étaient accessibles qu'aux candidats ayant correctement compris le sens des exercices proposés.

Le jury a déploré la grande difficulté des candidats à mener les calculs des applications numériques à leurs termes. Ces difficultés s'expliquent par une série d'erreurs peu acceptables : confusion entre densité et masse volumique, confusion entre GPa et MPa, problème de conversion entre tour min⁻¹ et rad s⁻¹, ignorance de la formule de la surface d'un disque ou d'une sphère etc. Certains candidats ont également manqué de recul sur les résultats de leurs applications numériques en indiquant par exemple des temps de centrifugation ridiculement longs ou des températures terrestres aberrantes (de 0K à 980000K).

Concernant la forme, une part significative des copies était soigneusement présentée et assez correctement écrite. Les schémas ont été en revanche peu réussis, une bonne partie des candidats les ayant visiblement réalisés trop rapidement. Par ailleurs, le jury rappelle qu'un schéma clair et concis est toujours plus percutant qu'une longue explication confuse.

2. Remarques spécifiques à chaque partie

2.1. Remarques sur la partie 1 « Dynamique du carbone dans les sols »

Cette partie démarrait par l'observation d'une lame mince de granite et des questions sur l'altération du granite. Le jury a été désagréablement surpris par la difficulté éprouvée par la grande majorité des candidats à correctement décrire une lame mince très classique de granite. Très peu de candidats ont reconnu les macles de Carlsbad et polysynthétiques. Peu de candidats ont mentionné le diagramme de Goldschmidt pour expliquer la perte préférentielle en certains éléments lors de l'altération. L'équilibration des équations bilans de l'altération de l'orthose en illite et kaolinite n'a été réussie que par une infime minorité de candidats. Les calculs de vitesse de chute des particules ont en revanche été bien réalisés par la majorité des candidats. Si l'intégration de l'équation différentielle d'ordre 1 permettant de déterminer le temps de centrifugation a également été bien réussie par un grand nombre de candidats,

l'application numérique a été largement ratée. Quelques candidats ont douté de la pertinence d'assimiler des phyllosilicates (minéraux en feuillets) à des sphères, ce qui fut apprécié par le jury.

La deuxième question proposait de calculer le temps de résidence du carbone organique dans un sol. Une partie significative des candidats n'a pas compris la signification de l'expression « minéralisation du carbone organique » et a donc été pénalisée pour la réalisation de cette partie. Le début de la question a été plutôt bien traité mais peu de candidats ont abouti à la bonne valeur du temps de résidence.

La troisième question portait sur l'influence de l'usage des sols sur le stock de carbone organique des sols. Peu de candidats ont réussi à extraire succinctement les informations contenues dans les documents et à remobiliser de manière pertinente les informations données dans les questions précédentes (lien entre les entrées de carbone au sol et le stock de carbone du sol et lien entre texture du sol et stock de carbone). La quasi-totalité des candidats a considéré qu'une tonne de CO₂ contient une tonne de C ce qui a conduit ces candidats à donner des valeurs erronées de stockage de C dans les sols russes.

Dans la quatrième question, les candidats devaient réfléchir à l'importance quantitative du puits de carbone fourni par les surfaces continentales ainsi qu'à son évolution dans le cadre des changements globaux. De manière décevante, peu de candidats ont pensé à dériver k (taux de minéralisation) par rapport à la température pour répondre à la question sur l'évolution de la minéralisation du carbone avec la température. La notion de boucle de rétroaction est très mal maîtrisée par la majorité des candidats. Comme dans la question précédente, l'analyse des documents fournis a malheureusement donné lieu à des commentaires longs et peu précis dans de trop nombreuses copies.

La dernière question de la première partie, sur le lien entre teneur en CO₂ atmosphérique et effet de serre a été la moins réussie. Pour répondre à cette question, il fallait savoir ce qu'est l'albédo terrestre et connaître les formules de la surface d'un disque et d'une sphère. Le jury a été déçu de voir le peu de candidats possédant ces connaissances largement exigibles.

2.2. Remarques sur la partie 2 « Les séismes du 11 avril 2012 au Nord de Sumatra »

La première question portait sur l'analyse d'images de tomographie sismique pour étudier les frontières de plaques entre la plaque Indo-Australienne et les plaques Eurasie et Sonde. Cette question « classique » a été plutôt bien traitée, mis à part pour les candidats confondant tomographie sismique et sismique réflexion.

La deuxième question proposait de localiser l'épicentre du séisme M8.7 du Nord de Sumatra. Pour réussir cette question il fallait connaître les formules donnant les vitesses de propagation des ondes S et P. Trop de candidats ne connaissaient pas ces formules et ont perdu des points en ne pouvant progresser dans la réponse à cette question plutôt facile. Une spécificité de ce séisme est qu'il s'agit du séisme intra-plaque. De manière regrettable, trop de candidats ont localisé le séisme à l'aplomb de la zone de subduction en dépit du résultat donné par leurs calculs.

La troisième question s'intéressait au contexte tectonique des séismes de Sumatra. Un bon nombre de candidats maîtrisent les mécanismes au foyer. En revanche, le schéma explicatif de l'obtention des mécanismes au foyer a rarement été bien réalisé. Le jury a été déçu du peu de candidats pouvant discuter de la magnitude d'un séisme.

La quatrième question portait sur l'analyse cinématique de la plaque Indo-Australienne. Les candidats qui ont su déterminer la norme et la direction par rapport au Nord de chaque vecteur de déplacement total ont gagné de nombreux points. La représentation de ces vecteurs sur une carte a été mal réalisée par la quasi-totalité des candidats. Plusieurs candidats se sont interrogés, à raison, sur la pertinence de la notion de plaque Indo-Australienne.

Dans la dernière question, les candidats devaient comparer les séismes de Sumatra de 2012 à celui de Banda Aceh en 2004. Trop de candidats maîtrisent de manière trop approximative les zones de subduction. Le prisme d'accrétion est généralement bien identifié mais le bassin d'arrière arc et le magmatisme calco-alcalin ont rarement été évoqués. Le calcul du moment sismique, qui ne comportait aucune difficulté, a été bien réalisé dans un nombre très réduit de copies. Quelques candidats ont réussi à expliquer pourquoi les séismes de 2012 (contexte de décrochement) n'avaient pas généré de tsunami contrairement à celui de 2004 (contexte de compression).