
Second Concours - Session 2020

Rapport de jury sur l'épreuve écrite de sciences de la Terre Écoles concernées : ENS de Lyon

6 juillet 2020

Données statistiques de l'épreuve

- Nombre de candidats : 6 ;
- Moyenne : 9,7 ; écart-type : 3,1 ;
- Note minimum : 5,95 ; note maximum : 14,10.

1 Remarques générales sur l'épreuve

L'épreuve écrite de sciences de la Terre du second concours 2020 de l'ENS de Lyon, d'une durée de 3 h, consistait en une série de questions portant sur trois régions méditerranéennes, suivant le trajet hypothétique de l'Odyssée proposé par l'helléniste Victor Bérard dans les années 1920. Les trois parties de l'énoncé étaient de tailles différentes et abordaient des thématiques distinctes.

Les questions comprenaient des analyses de documents, des questions de connaissances faisant appel à des notions du programme des classes préparatoires de BCPST et abordées également par les étudiants en sciences de la Terre des universités, et la résolution de calculs basés sur des modélisations des phénomènes physiques. Les équations nécessaires étaient pour la plupart fournies dans l'énoncé.

Les candidats ont globalement parcouru l'ensemble du sujet et ont apporté des éléments de réponse dans les trois parties. Cependant, les réponses fournies se sont généralement avérées trop courtes, peu ou pas justifiées, limitées – dans le cas d'un commentaire de document – à une description, voire à une paraphrase, de la figure plutôt qu'à une réelle analyse argumentée. D'une manière générale, les étudiants ne semblent pas avoir intégré que ce type de sujet réclame des réponses construites et développées, qui ne se limite pas à un mot-clé ou une seule phrase comme le demanderait un QCM.

Globalement, les copies révèlent des connaissances en géologie assez limitées, voire très réduites ; même si le sujet ne demandait pas seulement une restitution de savoirs, mais faisait aussi appel au raisonnement des candidats, ceux qui ont choisi l'épreuve de géosciences comme « majeure » et disposent d'une vraie culture en géosciences ont des notes nettement supérieures : la distribution des notes n'est donc pas continue, mais sépare nettement des étudiants pourvus d'un bagage conséquent – mais pas forcément solide – d'autres candidats dont les connaissances géologiques semblent très pauvres ou bien lointaines. Dans l'ensemble, néanmoins, les explications données restent succinctes ; les questions demandant des développements mathématiques se résument souvent à un résultat numérique non explicité – et fréquemment faux. Bizarrement, les applications numériques s'avèrent souvent erronées alors que la formule littérale est correcte. La mauvaise maîtrise des ordres de grandeur et des conversions d'unité (km^3 en m^3 , par exemple) conduit encore et toujours à des erreurs grossières, que les candidats ne relèvent malheureusement pas. À ces limitations s'ajoutent des déficiences dans l'orthographe, voire dans le vocabulaire, et une grande pauvreté de l'expression écrite.

2 Remarques spécifiques à chaque partie

2.1 Première partie : les Champs Phlégréens

La première partie traitait de volcanisme et du lien entre volcanisme explosif et modification climatique, à travers le cas des Champs Phlégréens, au Nord-Ouest de Naples, où Victor Bérard plaçait l'île des Cyclopes.

La première sous-partie se concentrait sur l'analyse chimique des laves attribuées à l'un des plus importants épisodes éruptifs des Champs Phlégréens, les Ignimbrites Campaniennes, datées d'environ 39 000 ans. Les documents montraient que ces produits éruptifs (principalement constitués de cendres) correspondaient à des produits volcaniques très différenciés, riches en alcalins et pauvre en silicium, signe d'une importante différenciation du liquide magmatique avant l'éruption. On y voyait aussi une évolution de ces produits selon la profondeur dans les couches de cendres, les dépôts les plus superficiels étant légèrement moins différenciés (plus riche en calcium et au rapport isotopique initial du strontium plus bas) : on pouvait donc proposer que la chambre magmatique ait été légèrement stratifiée et que les produits les plus différenciés, moins denses, aient été expulsés les premiers, suivi par des matériaux légèrement moins différenciés, situés en dessous dans le volcan et donc déposés par-dessus. La majorité des copies n'ont pas su interpréter ces résultats, signe d'une méconnaissance mais aussi d'une incapacité à se représenter les processus éruptifs au niveau de la chambre magmatique.

La sous-partie suivante se basait sur un enregistrement isotopique de l'oxygène dans un forage arctique, sur lequel étaient ajoutées les datations proposées pour les Ignimbrites Campaniennes. L'enregistrement montrait les fluctuations isotopiques, donc climatiques, caractéristiques de l'hémisphère Nord au sein de la dernière période glaciaire (fluctuations dites de Heinrich et de Dansgaard-Oeschger). Ces fluctuations d'une échelle temporelle inférieure aux cycles glaciaires-interglaciaires sont clairement inconnues des candidats. Pour certains, d'ailleurs, c'est même la signification et l'utilisation des valeurs isotopiques de l'oxygène qui sont manifestement ignorées : certains confondent ces isotopes stables avec des isotopes radioactifs ou radiogéniques ; plusieurs mélangent les rapports isotopiques ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) et les valeurs isotopiques exprimées en notation δ ($\delta^{18}\text{O}$), notions abordées dans les enseignements de terminale scientifique et du supérieur.

La plupart des candidats ont quelques idées sur les mécanismes par lesquels le volcanisme peut influencer le climat, mais leurs réponses oublient généralement les différentes échelles de temps (et d'espace) sur lesquelles chaque processus se manifeste : refroidissement court (mois) par les cendres puis par les aérosols sulfatés (années), réchauffement possible par le dioxyde de carbone (années ou siècles).

2.2 Deuxième partie : le détroit de Messine

La deuxième partie de l'énoncé, centrée sur le détroit de Messine, associait des notions de tectonique à une modélisation très simplifiée de la dynamique des courants dans le détroit et des causes de son maintien. Les premières questions permettaient de constater que les mouvements respectifs de la Sicile et de la Calabre par rapport à l'Europe, enregistrés par GPS, impliquaient un écartement de ces deux régions. Le détroit de Messine pouvait donc s'interpréter comme la conséquence de cette séparation. Aucun candidat n'a compris qu'il pouvait obtenir (grossièrement) le mouvement relatif Sicile / Calabre en effectuant la combinaison des vecteurs Sicile / Europe et Calabre / Europe.

Les candidats ont plus ou moins bien compris que les courants dans le détroit résultaient de la différence de hauteur d'eau entre les bassins tyrrhéniens et ioniens, elle-même due à l'opposition de phase des marées dans les deux bassins. Certains n'ont cependant pas su calculer correctement un débit et n'ont pas estimé correctement la section du détroit. Aucun n'a vraiment compris, faute de calculs corrects, que les débits à travers le détroit étaient trop lents pour pouvoir compenser le différentiel de hauteur d'eau introduit par les marées journalières.

Il faut souligner que la petite question de pure raisonnement géométrique relative à la distance représentée par un degré de longitude à une latitude différente de l'équateur a donné lieu, quand elle a été abordée, à des raisonnements alambiqués, voire incompréhensibles. Aucun des candidats qui ont tenté d'y répondre ne semble s'être étonné de trouver des valeurs jusqu'à quarante fois supérieures à la valeur à l'équateur ! Plusieurs n'ont manifestement même pas vraiment compris ce qu'il devait calculer. . . On constate à nouveau à quel point des questions sortant des interrogations classiques de la discipline et faisant appel à d'autres domaines, comme la géométrie et la physique, déconcertent complètement le candidat.

2.3 Troisième partie : Gibraltar

La dernière partie, la plus longue, se déplaçait à Gibraltar pour traiter de sismologie et de géodynamique, avec d'abord des questions de cours portant sur les méthodes d'étude géophysiques (sismique réfraction, gravimétrie, tomographie sismique) puis en prenant pour objet le séisme de la Toussaint 1755, dont certains auteurs placent le foyer au large de Gibraltar.

Plusieurs questions de cette partie n'ont pas été traitées ou n'ont bénéficié que de réponses minimales et insuffisantes : par exemple, l'identification des ondes sismiques P et S sans aucune explication supplémentaire sur leur nature, le mouvement associé, leur trajet dans les enveloppes terrestres. Globalement, les réponses restent superficielles et l'analyse des documents insuffisamment avancée ; les candidats manquent clairement d'aisance dans la compréhension et l'analyse de documents géophysiques : images gravimétriques, coupes sismiques, etc. Manifestement, les documents sont trop rapidement regardés et les candidats choisissent trop vite et à mauvais escient les solutions de facilité : ainsi la plupart ont considéré que la surface de glissement proposée pour le séisme de 1755 et reportée sur l'une des cartes était un carré, alors que les distances latitudinales et longitudinales n'étaient en réalité pas les mêmes. Néanmoins, les applications numériques, quand elles ont été faites, étaient pour la plupart correctes.

Enfin, le phénomène des tsunamis est relativement bien connu par la majorité des candidats, quoique pas toujours correctement expliqué ; on peut regretter pour terminer que peu d'entre eux re-situent correctement les dates des tsunamis d'Indonésie (26 décembre 2004) ou même du Japon (11 mars 2011), qui paraissent déjà bien lointains. . .

On fera remarquer enfin que les schémas qui étaient demandés, quand ils ont été tentés, n'ont généralement aucune valeur et tiennent plus de l'esquisse incertaine que du schéma maîtrisé.