

Banque BCPST InterENS-ENPC

Session 2021

Rapport de jury sur l'épreuve orale de sciences de la Terre

Écoles concernées : ENS de Lyon, ENPC

Juillet 2021

Membres du jury

- Alexandre Aubray, professeur agrégé, Aix-Marseille Université
- Olivier Dequincey, professeur agrégé, ENS de Lyon
- Stéphanie Durand, chargée de recherche CNRS, Université de Lyon
- Fanny Garel, maitresse de conférences, Université de Montpellier
- Cyril Langlois, professeur agrégé, ENS de Lyon
- Gweltaz Mahéo, maitre de conférences, Université de Lyon
- Guillemette Ménot, professeure des universités, ENS de Lyon
- Bruno Reynard, directeur de recherche CNRS, ENS de Lyon

Données numériques de l'épreuve

Coefficients (en % du total d'admission)

- ENS de Lyon : Option biologie 8,3 %, Option géologie 13,2 %
- ENPC : 8,8%

Statistiques

Pour comparaison la valeur 2019 (pas d'oral en 2020) est fournie entre parenthèses en italique

- Nombre de candidats auditionnés : **148** (*163*)
- Moyenne : **12,22** (*11,93*)
- Écart-type : **3,21** (*2,88*)
- Note minimale : **6** (*4*)
- Note maximale : **19** (*19*)
- Notes supérieures ou égales à 14 : **33,78 %** (*30,67 %*)

Commentaires concernant l'épreuve d'oral Sciences de la Terre 2020

L'épreuve

Aucune modification n'a été apportée au déroulé de l'épreuve. Celle dernière dure 1 h 30 et s'organise en 2 parties enchaînées devant 2 examinateurs successifs. Un oral de cours avec 30 minutes de préparation puis 30 minutes de présentation et discussion précède un oral de compétences pratique avec 30 minutes de discussion sans préparation.

La première partie, l'oral de cours, est une interrogation "au tableau". Les sujets sont extraits des thématiques du programme de BCPST. Lorsqu'un candidat prépare, un autre présente, c'est pourquoi chacun dispose d'un demi-tableau pour sa prestation. L'examineur attend un plan (ou une carte mentale...) accompagné de schémas clairs et légendés sur lequel le candidat s'appuie pour son exposé. Le candidat a le temps de dérouler son exposé, d'une traite ou non selon que l'examineur décide ou non de l'interrompre pour demander un complément ou préciser une notion avant de poursuivre.

La seconde partie, l'oral pratique, assurée par un autre examinateur, suit immédiatement la précédente dans une salle voisine. Sans préparation, le candidat décrit, explique les objets auxquels il est confronté : cartes variées à toutes échelles, échantillons de roches, documents numériques (tableaux, photographies, graphiques...). Cette épreuve permet au candidat de mettre en avant ses capacités d'analyse, d'argumentation, d'interprétation et de contextualisation plus large des objets pris en main. L'examineur peut, selon les propositions du candidat, orienter la discussion pour affiner une détermination ou au contraire pour élargir la discussion.

Rappel sur les attentes des examinateurs

Lors de cette épreuve les examinateurs évaluent les candidats selon des critères qui sont (1) la maîtrise des connaissances (pas la simple restitution), (2) les qualités de communication orale (plan, argumentation, schémas...), (3) les compétences d'analyse d'objets variés (échantillons, cartes, images...), (4) la réactivité devant un objet ou un problème inconnu, voire devant une erreur, et, mêlant un peu tout cela, (5) la capacité de présenter une démarche scientifique basée sur des données et des observations amenant à des concepts "théoriques" qui s'appuient sur des bases sûres (pas nécessairement "poussées") en physique, chimie et mathématiques.

Les prestations des candidats

Du fait du premier cap des écrits, les candidats connaissent généralement les grands concepts classiques de sciences de la Terre. La différence visible est au niveau de la maîtrise réelle des connaissances et de la démarche, à la fois "naturaliste", "démonstrative" et "théorique".

Trop de candidats ont malheureusement tendance à vouloir absolument se rattacher à un mot du sujet ou à une observation pour réciter une partie de cours, ce qui mène généralement à ne traiter que partiellement le sujet ou à passer à côté si l'observation initiale est erronée. Les examinateurs sont donc amenés, par leurs questions, à réorienter les candidats qui complètent alors leur exposé.

Il est aussi à noter qu'en général les prestations se focalisent sur les processus et les modèles mais sans s'appuyer sur des objets géologiques ou observations. Certains candidats font cependant l'effort de commencer leur exposé par une introduction "naturaliste" correcte mais qui reste généralement juste un habillage avant de foncer dans le théorique sans revenir aux observations initiales. Il faut rappeler que la théorie est élaborée à partir d'observations directes ou indirectes et qu'elle sert à comprendre des processus souvent décrits sous forme de modèles : réalité et modèles sont liés, il est nécessaire de faire le lien et des allers et retours entre les deux. Les sciences de la Terre ne sont plus de nos jours uniquement "naturalistes" / "descriptives" mais ne sont pas non plus devenues uniquement théoriques et déconnectées des objets et processus terrestres.

Un effet "covid" semble avoir été perçu. Si les grandes parties de cours classiques sont toujours connues (du moins pas totalement inconnues), une moindre connaissance de processus moins "importants" a été notée. Ceci pourrait venir de nécessaires "choix" ayant dû être effectués lors des périodes de confinement, et de cours à distance pendant lesquels les interactions directes avec les enseignants ont été réduites. Malgré cela, les examinateurs ont pu assister à des prestations de qualité.

Les faiblesses relevées

Le but n'est pas de faire l'inventaire complet des erreurs ou manques relevés, mais de rappeler certains points trop communément mal compris. Le jury invite les futurs candidats et leurs enseignants à se reporter aussi aux rapports des années précédentes. Si certains points reviennent chaque année, on note des améliorations réelles concernant quelques domaines, ce qui montre que ce rapport n'est pas complètement inutile. Si une nouvelle "explication" bizarre est apparue cette année concernant l'origine du champ magnétique terrestre, elle a été mise sur le compte de la crise sanitaire et des conditions d'enseignements perturbées (possible "confusion" entre origine du champ magnétique terrestre et protection contre le "vent solaire").

- Le lien entre dynamique de la lithosphère océanique et convection mantellique n'est pas toujours bien compris et il n'est (encore !) pas rare de voir des schémas avec des branches mantelliques convectives ascendantes partant du noyau et arrivant sous les dorsales.
- Si le choix des exemples de ressources est laissé libre au candidat, il est dommage que les notions soient souvent très descriptives (et généralement théoriques) et rarement liées aux processus géologiques : les liens entre subsidence et préservation de la matière organique n'est pas fait, ni ceux entre la richesse en certains éléments des saumures et les processus d'altération-érosion, ou entre l'utilisation de l'énergie géothermique et la convection hydrothermale... Il faut vraiment lier les notions des autres thématiques du programme avec ce sujet.
- La petite histoire de la lithosphère océanique plongeant "spontanément" car au-delà de 100 Ma elle est devenue plus dense que l'asthénosphère sous-jacente est certes satisfaisante pour l'esprit (et reste une notion de base), mais ne correspond pas aux observations (cf. âge jurassique des fonds océaniques en Atlantique) ni au bilan des forces (il y a des frottements visqueux à la base de la plaque qui entrent en compétition avec la flottabilité négative). De plus, le principe même de "lithosphère dont la densité augmente avec l'âge quand elle se refroidit" n'est pas toujours physiquement compris, même si certains candidats confrontés à ce problème et poussés à expliquer ce point finissent par comprendre ce mécanisme de "densification de la lithosphère".
- Les principes de stratigraphie utilisés en chronologie relative sont en général bien connus, mais souvent récités théoriquement sans aucun exemple concret alors que l'étude des cartes géologiques est également au programme et que la carte géologique de France est à disposition des candidats dans la salle où ils préparent l'oral de "cours".
- La notion de stratotype n'est pas toujours bien comprise. En radiochronologie, lors de la présentation de la méthode isochrone, les candidats proposent quasi-systématiquement le développement limité de l'expression de la pente de la droite sans le justifier (certes, on peut considérer les mathématiques comme de simples outils... mais il faut tout de même en connaître les conditions d'utilisation "théoriques" et savoir rapidement montrer que les conditions réelles permettent leur usage).
- La dynamique atmosphérique et son lien avec l'inégale répartition de l'énergie solaire sur Terre n'est pas toujours comprise. Il est inquiétant de voir que des candidats sont incapables de présenter les bases de la dynamique océanique avec une méconnaissance du transport d'Ekman et du fonctionnement de la circulation thermohaline. La spirale et le transport d'Ekman sont non seulement oubliés, mais inconnus de nombreux candidats (pas tous) ; l'explication du phénomène El Niño ou des upwellings devient donc très floue (« les vents poussent l'eau... »).
- L'accélération de Coriolis et son rôle sur la trajectoire des vents et des courants n'est que trop rarement comprise, « Coriolis » devient un mot magique qui « explique » les trajectoires par sa seule mention. Ensuite, le sens de déviation, c'est à pile ou face et une fois sur deux, c'est bon...
- Quand il s'agit de dynamique des enveloppes terrestres, le nombre de Rayleigh est souvent évoqué, même dans le cas des mouvements atmosphériques où il est compliqué à exploiter. Par ailleurs, il est plus ou moins correctement écrit, d'autant que les étudiants ne savent pas d'où il sort ni ce que représentent précisément certains termes (la diffusivité thermique et la viscosité cinématique, en particulier). Et comme leur connaissance des lettres grecques laisse aussi à désirer, la distinction entre k (coefficient de conduction) et κ [kappa] (conductivité), η [eta] (viscosité dynamique) et ν [nu] (viscosité cinématique) se fait au doigt mouillé.
- Les candidats montrent beaucoup de difficulté à définir rigoureusement et à distinguer les termes altération – érosion – transport. De même, dans leurs explications des processus d'altération physique, le lien entre les processus et la perte de cohésion des minéraux n'est pas toujours bien comprise. Les facteurs de contrôle de la sédimentation ne sont pas toujours bien maîtrisés, particulièrement quand il s'agit d'aborder la sédimentation océanique. Enfin, le lien entre activités humaines et sédimentation se limite généralement aux ressources.
- La distinction entre minéral, cristal, maille du réseau cristallin n'est pas connue.

- Si la série de Bowen est très presque systématiquement utilisée pour parler d'ordre de cristallisation des minéraux dans une lave ou une roche plutonique... son intérêt pour illustrer la différenciation magmatique mais aussi la fusion partielle n'est que très rarement reconnu.
- Il y a souvent confusion entre les termes "force", "pression" et "contraintes". Les candidats proposent encore trop systématiquement de partir de l'ellipsoïde des contraintes pour décrire un échantillon issu d'une déformation.
- Le lien génétique entre texture des roches métamorphiques et déformations ainsi que les relations temporelles entre les différentes paragenèses métamorphiques et entre paragenèses métamorphiques et déformations sont la plupart du temps mal compris. Il n'est pas rare de vouloir absolument présenter des modèles préconçus avec la succession schistes verts - schistes bleus – éclogites sur un métagabbro de faciès schiste bleu alors que la paragenèse du faciès schiste vert visible sur l'échantillon est associée à la rétro-morphose.
- La détermination des points d'ancrage du géotherme et la relation entre forme du géotherme et mode de transmission de la chaleur (la forme du géotherme suggère que le manteau est en convection) sont rarement correctement présentées.
- L'utilité fondamentale de l'ellipsoïde et du géoïde (définition des latitudes et longitudes pour le premier, de l'altitude zéro pour l'autre) sont difficiles à obtenir.
- Si l'utilisation des satellites pour le positionnement (GPS) et la géodésie est systématiquement proposée, l'explication simple et correcte du mode de fonctionnement n'est que très rarement exposée ; de plus, les méthodes de mesures anté-satellites des mouvements des plaques ou de la gravité ne sont que rarement présentées et semblent parfois non connues.
- La localisation des grands ensembles géologiques est trop rarement précise que ce soit au niveau français (confusion Bresse, Limagne, Fossé rhénan) ou mondial : si la fosse des Mariannes ou le point chaud d'Hawaï sont cités à juste titre comme exemples, leur localisation sur la carte du monde tourne vite à leur recherche à des endroits insoupçonnés. La recherche des coordonnées d'une carte au 1/50k pour la situer sur la carte de France n'est pas encore un réflexe très partagé même s'il est en progression, la recherche d'indications telles que le nom d'éventuelles grandes villes connues restent trop fréquemment le seul mode de localisation envisagé.
- La reconnaissance (voire juste la proposition) des critères d'identification des minéraux est souvent absente, les critères de dureté des minéraux ne sont pas toujours proposés. Rappelons que les candidats ne peuvent "rayer" ou verser de l'acide sur un échantillon, mais peuvent demander le résultat d'un test précis. Cette recherche initiale leur permettrait par exemple une identification plus rapide de stromatolithes. Dans ce dernier cas, le problème n'est bien évidemment pas que les candidats ne reconnaissent pas la roche mais qu'ils cherchent à tout prix à se raccrocher au cours et oublient d'observer. Certains partent alors sur une roche magmatique, métamorphique mais oublient les observations de bases qui éviteraient qu'ils partent dans des options farfelues. On observe des couches concentriques blanches sûrement type calcaire, etc.
- Même à partir de documents, le passage à la récitation se fait de trop nombreuses fois au détriment de sa description, de son analyse. Ainsi, la présentation du document "Hodographe de la Terre", mène généralement le candidat à évoquer la zone d'ombre (parfois une simple expression sans réelle compréhension) et à présenter la structure interne de la Terre. Alors que la démarche attendue est de montrer les ondes sur les sismogrammes, tracer l'hodochrone de l'onde P, constater qu'on ne peut plus la tracer à partir de 100° puis qu'elle reprend vers 140°, de poser la question de ce qui est mis en évidence...
- L'équation de formation des carbonates n'est pas toujours connue d'emblée, ce qui pose parfois souci lorsqu'est invoqué le déplacement de l'équilibre suite à apport ou consommation de CO₂. De plus, la profondeur de compensation des carbonates (CCD) est bien comprise comme une limite sous laquelle les carbonates se dissolvent... mais parfois aussi, à tort, comme la profondeur à laquelle silice et argiles précipitent pour former radiolarites et sédiments des grands fonds. C'est en fait la "disparition" / le non-dépôt des carbonates à ces profondeurs qui fait qu'il ne reste plus que des produits siliceux.

Les faiblesses rencontrées mêlent donc des soucis de compréhension fondamentale de quelques processus physico-chimiques simples (vus en cours de physique-chimie) et une démarche scientifique pas suffisamment construite et étayée (même s'il est à noter des efforts qui sont encore souvent pour l'instant plus de l'ordre de l'illustration que de l'apport de données utiles et utilisées).

Quelques exemples de sujets de cours

- Les variations de densité dans les enveloppes terrestres : causes et conséquences
- L'obtention des durées et des vitesses des processus géologiques
- Granites et granodiorites
- Les méthodes d'études des chaînes de montagnes
- Sédimentation et activités humaines
- Le métamorphisme, marqueurs des contextes géodynamiques : exemple des Alpes franco-italo-suisse
- Le modèle des paysages
- Croute, manteau ; lithosphère, asthénosphère
- Les couplages océan-atmosphère
- Les ressources géologiques : diversité, répartition, conséquences pour les activités humaines
- Les apports de l'étude des phyllosilicates : micas, chlorites, serpentines et argiles
- Du manteau aux radiolarites : histoire d'un atome de silicium
- La sédimentation des marges continentales
- Contraintes et déformation
- Gravimétrie et isostasie
- Failles et séismes
- L'altération des roches silicatées et carbonatées
- Sismologie et intérieur de la Terre
- La subduction océanique, causes et conséquences
- Les magmas dans leur contexte géodynamique
- Croute océanique et croute continentale
- Les variations du niveau marin
- Chronologie relative : principes et applications
- La radiochronologie