

L'ORAL DE GEOLOGIE (Ulm et Lyon)

**ATTENTION le jury peut vous couper tout au long de l'exposé (surtout à Lyon),
c'est TOUT A FAIT NORMAL !**

→ à **Ulm** : 30 min de préparation : sujet à présenter en 15 minutes maxi d'exposé, complété à 15 min par des questions, puis 15 minutes sur cailloux (sans préparation) et 15 minutes autour de documents.

→ à **Lyon** : 30 min de préparation pour l'exposé. 30 minutes d'exposé avec questions, puis documents/cartes/cailloux dans une salle à part (sans préparation).

Lisez les **rapports du jury** mis en annexe !

Exemples de sujets d'exposé (15 ou 30 min selon l'ENS)

ENS Ulm 2023 :

Le Magmatisme

Le Volcanisme

Différentiation et Séries Magmatiques La Lithosphère

La Lithosphère Océanique

La Lithosphère Continentale

Conduction / Convection

Isostasie et Gravimétrie

Anomalies Gravimétriques

Dynamique des Enveloppes Fluides

Ressources Géologiques

Structure des Enveloppes Terrestres

Garder la Terre Froide

Bilan Thermique des Enveloppes Terrestres

Dynamique de la Lithosphère

L'Océan

Le Manteau Terrestre

Les Enveloppes Fluides

Durée de Vie d'une Montagne

Durée de Vie d'un Océan

Magmatisme et Tri Géochimique

Tris Géochimiques de Surface

La Terre, une Planète Dynamique

Ressources et Risques Naturels

Sismologie vs Sismique

Réfraction et Réflexion

Datations Absolues et Datations Relatives

Tectonique des Plaques

Accrétion Océanique et Subduction

Marges Actives / Marges Passives

Erosion, Altération et Sédimentation

Diagenese et Métamorphisme

Rhéologie de la Lithosphère

Contraintes / Déformations

Risques liés à la Géodynamique

Les Ressources en Eau

Roches et Eau / Interactions Eau-Roche

Origine des Séismes

Les Enseignements des Transformations Minéralogiques

Les Bassins Sédimentaires

Les Structures Extensives
Les Temps Caractéristiques du Cycle du Carbone
Le Sol, une Ressource
Interactions Lithosphère-Océans
Interactions Lithosphère-Atmosphère
Origine et Evolution des Magmas
Le Risque Volcanique
Changements Climatiques

ENS Lyon 2024 :

Climat et processus sédimentaires
Comment étudier le manteau terrestre ?
Comment étudier une province métamorphique ?
Comment expliquer la diversité des roches magmatiques ?
Comment reconstituer les paléoenvironnements ?
D'un phénomène géologique aux risques qu'il pose.
Des cristaux aux planètes, comment dater les objets d'étude des géosciences ?
De l'atmosphère aux volcans des zones de subduction en passant par l'océan : histoire d'une molécule de CO₂
Du terrain à la carte
L'épaississement lithosphérique : marqueurs et modalités
La distribution de l'énergie solaire reçue sur Terre et son devenir
Le couplage des méthodes de datations relatives et absolues pour obtenir la chronologie d'évènements sédimentaires, magmatiques, métamorphiques et tectoniques
Les gaz volcaniques
Les littoraux, des interfaces entre l'océan et le continent
Les méthodes d'étude d'un contexte géodynamique au choix
Les méthodes d'étude des chaînes de montagnes
Les processus à l'origine des reliefs
Les processus de tri dans les roches : de l'atome à la particule solide
Les risques géologiques sur les îles et les littoraux
Les transferts d'énergie entre l'océan (contenu) et les autres enveloppes
Modifications anthropiques des flux et réservoirs de carbone et conséquences
Quelles informations apporte l'étude des séismes ?
Radioactivité et processus géodynamiques
Sources et transferts de chaleur dans les enveloppes de la Terre : mise en évidence, mécanismes et conséquences
Vie et mort d'une chaîne de montagnes

CONSEILS :

- essayez d'être précis dans votre discours en soignant le **vocabulaire**
- faites une **vraie problématique** en veillant à bien **définir** le sujet (éviter le hors-sujet et bien penser à tout, mais surtout essayer de **répondre à la question**)
- **illustrez** votre exposé en dessinant au tableau
- évitez de faire un plan écrit sur le côté. Eclatez plutôt la démarche et les idées fortes autour des schémas associés

Et avant tout, soyez **concret** en donnant des **exemples** : de **roches**, de **localisations géographiques** (ex de points chauds, de volcans, de chaînes de montagnes, de marges,). Bref **étalez votre culture géologique** ! Il faut avoir une **démarche scientifique** en partant des observations pour aboutir à un modèle géologique (et non présenter des modèles théoriques).

On peut vous demander « pourquoi l'ENS ? » → **préparez une réponse montrant votre motivation**, mais qui soit **honnête** (dites que vous voulez faire de la bio même si c'est un oral de géol !)

Sujets d'entretien (30 min)

CONSEILS : essayez d'être **actifs** sans attendre que l'examineur vous tire les vers du nez. Proposez des hypothèses, et rebondissez sur ce qu'il vous dit.

Même si vous ne connaissez pas la réponse, **réfléchissez tout haut** pour montrer comment vous raisonnez.

Sujets publiés par l'ENS de Lyon :

- roches : identification de roches, de minéraux, utilisation du bon vocabulaire descriptif, chronologie relative à partir d'échantillons, discussions sur les processus de déformation, discussion sur les modalités de formation de roches sédimentaires

- cartes : localisation, projection utilisée et ses propriétés, corrélation relief/géologie, nature et datation de structures tectoniques, chronologie relative, détermination de gradients métamorphiques, environnements de dépôts de roches sédimentaires, reconstitution de paléoclimats, lien avec l'histoire géologique de France, méthodes de construction des cartes de tectonique des plaques, d'âge des fonds océaniques, reconstitution de l'histoire géologique d'un bassin océanique

- photographies : structures volcaniques, structures tectoniques à différentes échelles, morphologies sédimentaires, morphologies liées à l'altération-érosion des roches, vues satellites, quantification de mouvements...

- documents : carte de salinité de l'océan, cartes topographiques, modélisations numériques (dynamique interne du globe, paléoclimats...), diagrammes de phases, expériences de pétrologie expérimentale, analyse de carottes de sédiments/glaces, d'affleurements, pour identifier des cyclicités, notamment climatiques, caractéristiques physiques des limites de plaques...

Sujets des années précédentes :

1\ * Photographie d'Olympus Mons (20km d'altitude) sur Mars + répartition des reliefs sur Terre, Mars et Vénus → influence de l'érosion ; influence de la gravité en lien avec le diamètre de la planète.

* Carte d'anomalies magnétique : origine et caractéristiques du champ magnétique, mesure des anomalies,...

* Tomographie sismique : obtention ? Interprétation ?

* Répartition des sédiments dans la péninsule arabique

* Photographie d'une panache de fumée lors d'une éruption

* Evolution de Vp et Vs dans le manteau et discontinuités

* Photographie de plis en Iran : lien avec les contraintes ; présence de diapirs de sel

* Notion de zone d'ombre sur un sismogramme (*hodographe plutôt?*)

* Evolution de la profondeur du plancher océanique du côté des Galapagos → thermosubsidence

* Géoïde terrestre : technique et origine des anomalies

* Composition de l'atmosphère et composition : ozone, eau, ... et lien avec le réchauffement. CFC et pollution de l'atmosphère.

2\ Cartes géologiques :

- Grenoble : caractériser les failles
- France au 1/10⁶e : métamorphisme
- Schéma structural d'une carte + pendage précis d'une faille
- Arabie : dynamique, bassin en pull apart
- Océan Indien
- Inde : que ferait-on visiter dans cette région ? (trapps du Deccan, Himalaya, Oman, ...)
- Sismicité et volcanisme en Méditerranée : *nommer des volcans en Grèce et Italie ; rift Est-Africain ; faille du Levant ; bassin en pull apart (Mer Morte)*
- Alès : failles, contraintes, discordances, plis
- Baie du Mont Saint Michel : granoclasement, bathymétrie : granodiorite et métam de contact
- Mas d'Azil

- Condé sur Noireau
- Pyrénées au 1/50 000e → structures tabulaires, discordances, failles (type et pendage)
- côte ouest du Brésil : cordillère andes (à relier à Alpes + plaine d'Amazonie à plaine du Pô)
- carte du Sud de la Limagne : chevauchements, paragneiss et anatexites
- carte du monde, épaisseurs des sédiments, âge CO, profondeur du MOHO sous océans et continents
- Atlantique et ouverture océanique. Pôle eulérien et vitesse plus élevée loin des pôles
- Massif Armoricaïn sur la carte de France au 1/10^e : plutons granitiques ?

3\ Minéraux :

- grenat
- mica noir
- écailles de calcite
- magnétite

4a\ Roches magmatiques :

- estérellite (rhyolite)
- orgues basaltiques (sur photographie), basalte en coussin
- trachyte
- pierre ponce et obsidienne
- granodiorite / granite
- gabbro
- péridotite (nodules dans un basalte)

4b\ Roches sédimentaires :

- gypse + formule chimique + usage (plâtre)
- halite
- bauxite
- calcaire avec fossiles
- stromatolithe
- silex enrobé de craie contenant un fossile d'oursin
- grès avec rides
- poudingue
- roche carbonée + bois calciné

4c\ Roches métamorphiques :

- serpentinite
- gneiss
- micaschiste
- schiste avec rostre de bélemnite étiré : dessiner l'ellipsoïde de déformation
- éclogites (protolithe, rétro-morphose éventuelle)
- marbre avec un pli anisopaque

Rapport sur l'épreuve orale de Sciences de la Terre – Ulm

École concernée : ENS (Paris)

Coefficients (en pourcentage du total d'admission) :

Option Biologie : 8,2%

Option Sciences de la Terre : 13,7%

2 Membres du Jury :

Sylvain Bernard (Directeur de Recherche CNRS, MNHN)

Pierre Dublanchet (Enseignant Chercheur, Ecole des Mines)

Description de l'épreuve :

Le format général de cette épreuve a été globalement conservé par rapport aux années précédentes et les paragraphes qui suivent sont, pour une grande partie, une redite des rapports de jury des années précédentes. Nous (Pierre Dublanchet et Sylvain Bernard) avons auditionné tous les candidats et toutes les candidates. L'épreuve (d'une durée totale de 1h15) était divisée en 3 parties, une partie présentation d'un sujet (30 minutes de préparation et 15 minutes d'exposé/entretien), une partie étude de roches (15 minutes) et une partie réflexion autour de documents (15 minutes).

Au cours de cette triple épreuve, nous avons évidemment testé la bonne connaissance des notions au programme de la BCPST, notions de Sciences de la Terre bien sûr, mais sans négliger les notions de physique, de chimie ou de biologie directement liés à certains sujets de Sciences de la Terre. Nous avons également été sensibles à la capacité des candidates et candidats à construire une réflexion, en les poussant parfois au-delà de leurs connaissances. Avec les roches et les documents, nous avons également mesuré leur appétence pour la démarche scientifique. Cette appétence, souvent liée à une réelle curiosité, a pesé lourd dans le classement des candidats et des candidates.

Dans le détail, nous avons accueilli les candidats et les candidates en commençant par leur expliquer le déroulé de l'épreuve. Nous leur avons ensuite proposé de tirer au hasard deux sujets parmi la cinquantaine proposée cette année, en leur laissant la liberté de choisir le sujet qui leur convenait le mieux. Ce tirage au sort s'est fait à l'aide de petits papiers mélangés dans une enveloppe. Les candidats et les candidates ont eu 30 minutes pour préparer un exposé oral à présenter pendant une phase d'entretien d'une petite quinzaine de minutes, questions comprises. Aucun document n'était fourni au candidat ou à la candidate pour préparer l'exposé.

Les sujets proposés cette année étaient (sans ordre particulier) :

Le Magmatisme
Le Volcanisme
Différentiation et Séries Magmatiques
La Lithosphère
La Lithosphère Océanique
La Lithosphère Continentale
Conduction / Convection
Isostasie et Gravimétrie
Anomalies Gravimétriques
Dynamique des Enveloppes Fluides

Sismologie vs Sismique Réfraction et Réflexion
Datations Absolues et Datations Relatives
Tectonique des Plaques
Accretion Océanique et Subduction
Marges Actives / Marges Passives
Erosion, Altération et Sédimentation
Diagenese et Métamorphisme
Rhéologie de la Lithosphère
Contraintes / Déformations
Risques liés à la Géodynamique

Ressources Géologiques
Structure des Enveloppes Terrestres
Garder la Terre Froide
Bilan Thermique des Enveloppes Terrestres
Dynamique de la Lithosphère
L'Océan
Le Manteau Terrestre
Les Enveloppes Fluides
Durée de Vie d'une Montagne
Durée de Vie d'un Océan
Magmatisme et Tri Géochimique
Tris Géochimiques de Surface
La Terre, une Planète Dynamique
Ressources et Risques Naturels

Les Ressources en Eau
Roches et Eau / Interactions Eau-Roche
Origine des Séismes
Les Enseignements des Transformations
Minéralogiques
Les Bassins Sédimentaires
Les Structures Extensives
Les Temps Caractéristiques du Cycle du Carbone
Le Sol, une Ressource
Interactions Lithosphère-Océans
Interactions Lithosphère-Atmosphère
Origine et Evolution des Magmas
Le Risque Volcanique
Changements Climatiques

Les thématiques de ces sujets étaient délibérément larges, afin de permettre aux candidats et aux candidates de formuler une ou plusieurs problématiques pour servir de fil rouge, donnant ainsi une cohérence à l'exposé. Bien qu'aucune exhaustivité type catalogue n'était attendue, les exposés des candidats et les candidates qui ont su explorer différentes pistes ont été particulièrement appréciés. Ceci étant dit, aucune pénalité n'a été infligée aux candidats et aux candidates ayant proprement dégagé une problématique et ayant opéré les choix nécessaires pour construire leur exposé, bien au contraire. Il est en effet préférable de traiter proprement un sujet, en ayant choisi un angle pertinent, plutôt que de dérouler des connaissances parfois sans rapport direct avec le sujet. Les illustrations réalisées au tableau par les candidats et les candidates étaient attendus pour servir de support à la discussion et, tout comme le plan, devaient aider à porter le message. La pertinence, la précision et la bonne compréhension des schémas produits étaient attendues. Nous nous sommes permis de poser de nombreuses questions, tant pour clarifier certains propos tenus par les candidats ou les candidates que pour vérifier que les affirmations étaient bien comprises. Nous nous sommes surtout intéressés, pendant cette phase d'entretien, à ce que les candidats et les candidates n'avaient pas forcément prévu de dire au cours de leur exposé, et ce afin de mesurer leur recul sur les sujets.

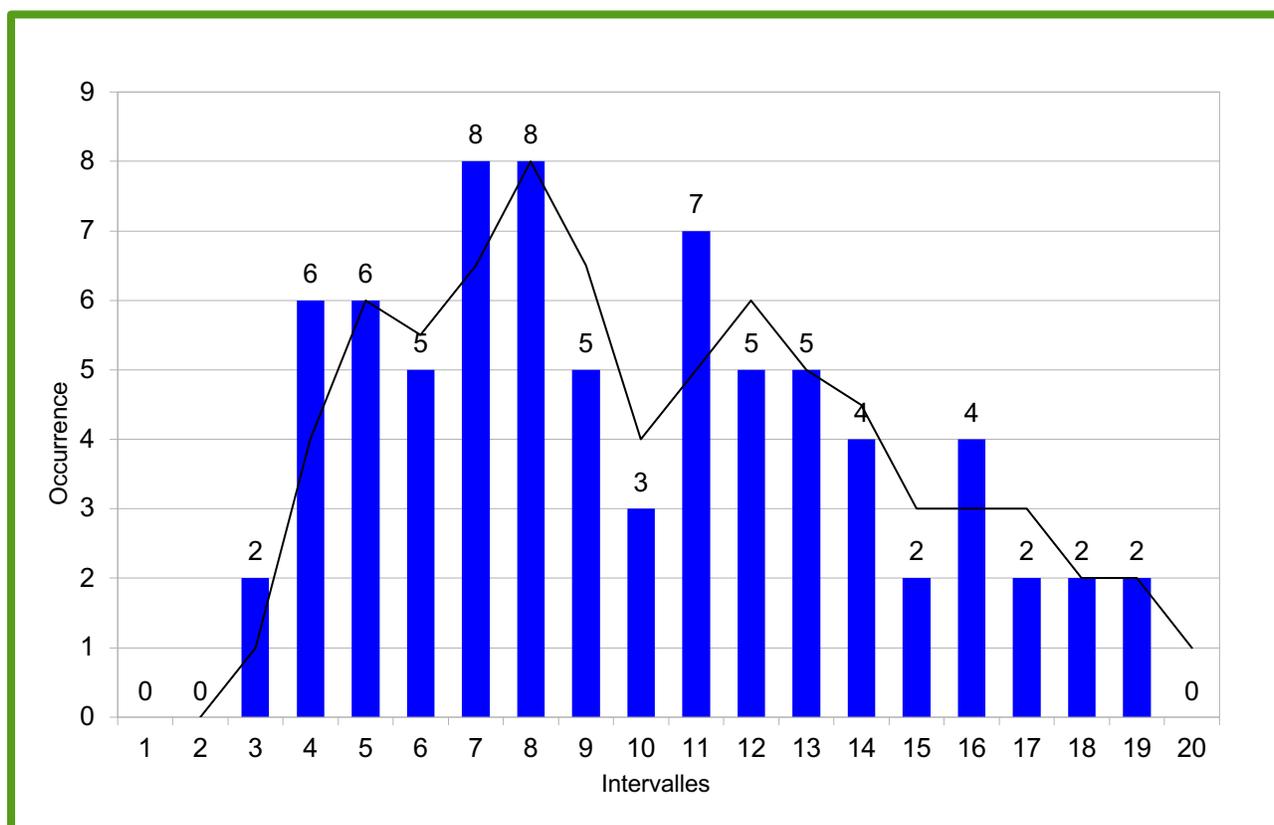
Nous avons ensuite proposé trois roches aux candidats et aux candidates en leur laissant quelques minutes de réflexion. Pendant la douzaine de minutes qui suivait, sur la base d'une analyse morphologique et minéralogique, les candidats et les candidates devaient déterminer de quoi ces roches étaient faites, quel nom il convenait de leur donner, comment elles se sont formées, ce qu'elles nous racontaient et pourquoi on les étudiait. Enfin, nous avons proposé un document aux candidats et aux candidates, parfois très simple, schématique, parfois plus compliqué, extrait d'une publication scientifique. L'idée était que les candidats et les candidates nous expliquent comment on pouvait obtenir le genre de données présentées et ce que ces données racontaient sur les processus tectoniques, volcaniques, magmatiques ou sédimentaires mis en jeu, sur la dynamique des enveloppes externes considérées, ou sur l'impact des activités humaines. Les échantillons et les documents proposés ont été pour la plupart des documents que les candidats et les candidates n'avaient jamais vus (mais qui restaient évidemment dans la limite des concepts traités dans le cadre du programme). L'idée n'était pas de déstabiliser les candidats et les candidates, mais bel et bien de mesurer leurs capacités à mobiliser leurs connaissances dans des contextes nouveaux. Ces capacités de lecture, d'analyse et de réflexion ont bien sûr pesé fortement dans l'évaluation. Les candidats et les candidates qui n'attendaient pas les questions pour expliquer des choses ont obtenus de meilleures notes que les candidats plus passifs et les candidates plus passives.

Bilan de la session 2024:

Comme les années précédentes, nous tenons à féliciter toutes les candidates et tous les candidats pour leur sérieux, leur implication et la qualité générale des auditions. Le comportement des candidates et candidats face à nos questions a été exemplaire, ils et elles ont compris (ou nous ont donné cette impression) qu'il n'était pas question pour nous de les piéger, mais bel et bien de les pousser à creuser les concepts pour nous permettre de mesurer leur recul.

Nous avons beaucoup apprécié la vivacité et le naturel de certaines candidates et certains candidats qui, malgré l'enjeu et le stress probable, avaient (presque) l'air de passer un bon moment (et, par conséquent, nous aussi). La grande majorité des candidates et des candidats était bien préparée, ils et elles ont pu montrer la vaste étendue de leurs connaissances et leur solidité d'esprit. A nouveau, le classement (la notation) ne s'est pas tant fait sur des points de connaissance, mais plutôt sur le recul et les capacités de lecture, d'analyse et de réflexion des candidats et des candidates.

Les notes de la session 2024 sont distribuées entre 3/20 et 19/20 pour une moyenne de 9.8/20 et un écart type de 4.27, i.e. une distribution comparable à celle de l'épreuve de biologie.



Nous souhaitons également souligner que les candidates et candidats, et donc *a fortiori* les enseignants aussi, se sont très bien emparés des sujets et notions récemment inclus dans le programme. Les thématiques liées au changement climatique, aux cycles bio-géochimiques ou encore à la dynamique des sols ont été très bien traités par la grande majorité des candidats. Il est très important que les élèves de BCPST aient une bonne vision de ces sujets qui sont fondamentaux pour comprendre le monde d'aujourd'hui et anticiper celui de demain.

Quelques points particuliers (*en complément de de ceux des années précédentes*) :

- Nous avons constaté une baisse de maîtrise de l’outil cartographique, la majorité des candidats et des candidates ayant des difficultés pour déterminer le pendage d’une couche ou d’une faille. Le temps dédié à cet exercice lors des 2 années de BCPST ayant diminué, il est normal de voir que les réflexes des candidates et candidats soient moins affûtés. Mais cela est moins vrai pour l’analyse de roches. Même si certains et certaines n’étaient pas complètement au point, nous avons été impressionnés par les bons réflexes d’une grande majorité face à des échantillons inconnus.

- Les sujets pour la partie ‘exposé’ étaient délibérément larges, afin de permettre aux candidats et aux candidates de formuler leurs propres problématiques. Nous avons apprécié les exposés des candidats et des candidates ayant proprement dégagé une problématique et ayant opéré les choix nécessaires pour construire un exposé cohérent. Il est en effet préférable de traiter proprement un sujet, en ayant choisi un angle pertinent, plutôt que de dérouler des connaissances plus ou moins en vrac parfois sans rapport direct avec le sujet.

- Une manière simple et généralement efficace de dégager une problématique est de débiter par des observations. Les Sciences de la Terre sont, par essence, une science naturaliste dans laquelle l’observation joue un rôle central. C’est également le cas dans les domaines les plus liés à la physique ou à la chimie des processus comme la modélisation des climats. Il est donc fortement conseillé de débiter son exposé par une description de données, qu’il s’agisse de paysages, de roches, ou de mesures de laboratoire.

- Nous n’avons pas hésité à pousser les candidats et les candidates dans leurs retranchements. L’idée était de nous assurer de leur maîtrise des concepts abordés, et de leur recul sur ces concepts. Il est important que les candidats et les candidates aient bien compris les phénomènes dont ils discutent, et qu’ils et elles ne se contentent pas d’en avoir une idée vague. Cela se mesure à la précision des termes employés et à la précision des schémas proposés. Il est très important de bien annoter ses schémas avec les unités, les grandeurs, etc. Un graphique sans unités est un graphique inutile.

- Un « je ne sais pas » est toujours préférable à un bluff. Ne pas savoir n’est pas grave, d’autant que dans un tel cas, nous, examinateurs, reformulons nos questions pour tester les capacités de réflexion des candidats et des candidates sur les sujets sur lesquels nous savons qu’il leur manque des armes. Une hypothèse peut être fautive, mais elle reste intéressante si elle est bien construite. A nouveau, il est préférable de fournir des réponses concises plutôt que de lister tous les concepts appris au cours des deux dernières années.

- Certains concepts sont flous pour certains candidats et certaines candidates (notamment en ce qui concerne la rhéologie ou la sismologie) et les liens de cause à effets sont souvent mal compris, tout comme le sont les informations que l’on peut tirer d’anomalies (de Température, de gravité, de densité). Il en résulte de nombreuses approximations dans les discours, qui empêchent au final les candidats et les candidates de briller. Il nous semble important de présenter les Sciences de la Terre aux élèves de prépa BCPST de manière à leur permettre de replacer leurs connaissances dans un contexte global et dans une dimension historique, ce afin de les aider à se bâtir le recul nécessaire.

- Toujours sur le recul nécessaire, de nombreux exemples pourraient être listés, mais celui de la précipitation des carbonates illustre bien à quel point la façon dont les choses ont été présentées aux candidats et aux candidates peut les bloquer dans leurs raisonnements. Pour beaucoup, étant donnée

l'équation de la réaction, la précipitation de carbonates s'accompagne d'une production de CO_2 , la précipitation de carbonates devenant donc une source de CO_2 . Ce point, comme d'autres, mérite donc d'être mis en perspective, pour éviter aux candidats et aux candidates de le comprendre de travers.

- Nous avons beaucoup demandé aux candidats et aux candidates de discuter de la formulation physique des nombres et paramètres discutés (Rayleigh, Reynolds, Vitesses des Ondes, etc). Nous avons également beaucoup testé la capacité des candidats et des candidates à effectuer de simples calculs d'ordre de grandeur. Ces facultés sont essentielles pour bien comprendre les contrôles physiques et déterminer l'importance relative des phénomènes. Les candidats et les candidates qui ont montré ce niveau de recul ont en général fini en haut du classement.

- Comme les années précédentes, nous déplorons que les connaissances soient, pour la majorité des candidats, organisées en silos distincts les uns des autres. Il est par exemple troublant de constater que nombre de candidats et de candidates ne font pas de lien entre la thermodynamique à l'échelle de la planète, la dynamique convective et les mouvements des plaques tectoniques. Un autre exemple est celui du temps. Tous les phénomènes abordés en BCPST ont des temps caractéristiques différents mais pourtant tous liés les uns aux autres. Les candidates et les candidats ayant le mieux réussi l'épreuve sont celles et ceux qui ont établis le plus de liens de ce type.

- Enfin, même si c'est un point de détail, les candidates et les candidats n'ont pas besoin d'avoir leur propre chronomètre pour leur exposé. Nous avons un minuteur qui sonne au moment de passer d'une sous-épreuve à l'autre, et aucune pénalité n'est infligée si l'exposé n'a pas pu être terminé, si les roches n'ont pas pu être toutes discutées avec le même niveau de détail, ou si le document n'a pas pu être traité dans son intégralité. Le plus souvent, ce sont nos questions qui empêchent les candidats et les candidates d'être les maîtres et les maitresses du temps. Et ce sont via leurs réponses à nos questions que les candidates et les candidats peuvent briller le plus. Les réponses à nos questions sont donc à privilégier sur le reste.

Nous concluons ce rapport de jury en encourageant les futures candidates et futurs candidats. N'oubliez pas que les questions que nous vous poserons, que les échantillons que nous vous montrerons, et que les documents que nous vous proposerons seront du jamais vu par vous. Restez naturels, décrivez bien les choses que vous voyez, construisez des hypothèses et modifiez ces hypothèses en fonction des éléments que nous vous transmettrons au fur et à mesure. C'est le propre de la démarche scientifique que de construire un raisonnement en se trompant, en se corrigeant, en prenant des voies parallèles, et en échafaudant des hypothèses.

Banque BCPST InterENS-ENPC-Mines

Session 2024

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

Écoles concernées : ENS de Lyon, ENPC, Mines de Paris

Membres du jury

- Samuel Angiboust, professeur des universités, ENS de Lyon
- Alexandre Aubray, professeur agrégé, Aix-Marseille Université
- Cécilia Cadio, maitresse de conférences, Université de Montpellier
- Olivier Dequincey, professeur agrégé, ENS de Lyon
- Stéphanie Durand, chargée de recherche CNRS, Université de Lyon
- Gweltaz Mahéo, maitre de conférences, Université de Lyon
- Guillemette Ménot, professeure des universités, ENS de Lyon
- Patrick Thollot, professeur agrégé, 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/Mines : 8,8%

Statistiques

Pour comparaison les valeurs 2023 et 2022 suivent entre parenthèses en italiques

- Nombre de candidats auditionnés : **161** (*158 ; 160*)
- Moyenne : **11,5** (*12,0 ; 12,54*)
- Écart-type : **2,84** (*2,94 ; 3,08*)
- Note minimale : **6** (*4 ; 3*)
- Note maximale : **20** (*20 ; 20*)
- Notes supérieures ou égales à 14 : **24,22 %** (*31,65 % ; 35,63 %*)

Commentaires concernant l'épreuve d'oral Sciences de la Terre 2024

Le rapport du jury et son intérêt

Ce rapport a pour objectif essentiel de rendre explicites les attentes du jury et d'y confronter les erreurs courantes commises par les candidats des sessions du concours les plus récentes : en cela il constitue donc une aide essentielle pour les candidats des différentes prépas et leurs enseignants. Il a pour vocation à être lu, et son contenu compris dans ce qu'il implique, par toute candidate ou tout candidat se destinant potentiellement à l'ENS de Lyon, et ce dès la première année de BCPST.

Le concours d'entrée BCPST de l'ENS de Lyon est certes exigeant mais il est accessible. Un travail stratégiquement réfléchi sur les deux, voire trois, années de BCPST devrait permettre à tout élève sérieux d'acquérir un socle de connaissances solides en géosciences, et de développer les compétences d'argumentation et de réflexion recherchées et valorisées

par le jury. Les élèves intéressé(e)s par une formation à l'ENS de Lyon ne doivent pas s'autocensurer, quels que soient leur lycée ou région d'origine.

Nous rappelons aussi que le concours BCPST n'est pas l'unique voie d'accès à nos formations pour les élèves en deuxième année de BCPST et encourageons les candidates et candidats au concours intéressés par une formation à la recherche ou l'enseignement, notamment, à déposer un dossier de candidature au diplôme de l'ENS de Lyon.

Enfin, à l'attention de toute personne dont la lecture de ce rapport serait le premier contact avec les modalités de recrutement de l'ENS de Lyon, nous mentionnons ici l'existence du second concours de l'ENS de Lyon, ouvert aux étudiants issus d'une L2 ou L3 universitaire.

Toutes les informations en rapport avec les modalités d'admission à l'ENS de Lyon, concours BCPST et autres, sont accessibles à partir du site web de l'ENS de Lyon :

<https://www.ens-lyon.fr/formation/admission/procedures-dadmission>

L'épreuve orale de sciences de la Terre : modalités

Aucune modification n'a été apportée au déroulé de l'épreuve en 2024. Le descriptif qui suit est donc très similaire à celui des années précédents, à quelques amendements près.

L'épreuve de Sciences de la Terre dure 1 h 30 et s'organise en 2 parties enchaînées devant 2 examinateurs successifs dans 2 salles distinctes. La première partie est un exposé oral « de cours » avec 30 minutes de préparation puis 30 minutes de présentation et discussion. La seconde est un entretien oral de compétences pratiques avec 30 minutes de discussion sans préparation.

La première partie, l'exposé, se déroule « au tableau » dans une salle de cours devant un(e) membre du jury. Lorsqu'un(e) candidat(e) prépare, un(e) présente : chacun(e) ne dispose donc que d'un demi-tableau pour sa prestation. Les bouchons d'oreilles sont autorisés pour permettre plus de concentration lors de la préparation qui se déroule nécessairement alors qu'un échange à voix haute a lieu dans la même pièce. Les sujets, dont la forme va du mot-clé à une courte phrase (liste non exhaustive en fin de rapport), sont extraits des thématiques du programme de BCPST. Quelques documents généraux (carte géologique de la France au millionième ; cartes du monde, topographique et géologique...) sont à disposition du candidat durant les temps de préparation et de présentation pour servir de support éventuel, si le sujet s'y prête. Le jury s'attend à voir au tableau un plan (ou une carte mentale, etc.) accompagné de schémas clairs et légendés sur lequel le/la candidat(e) s'appuie pour son exposé. Le/la candidat(e) a le temps de dérouler son exposé, d'une traite ou non selon que le jury décide ou non de l'interrompre pour demander des compléments ou parfois réorienter la démarche, ou faire réagir le/la candidat(e) en lui soumettant des éléments supplémentaires, avant de le/la laisser poursuivre.

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

Rappel sur les attentes générales du jury

Le jury de sciences de la Terre de l'ENS de Lyon est attaché à certains fondamentaux : les démarches scientifiques (naturaliste, expérimentale, etc.), la connaissance d'un minimum d'objets naturels et de résultats expérimentaux, et l'argumentation qui lie ces derniers aux paradigmes actuels (modèles explicatifs). Développer en priorité ces compétences implique en partie une stratégie d'apprentissage spécifique qui gagne à être appliquée au plus tôt, dès la première année de prépa, en subordonnant l'apprentissage des modèles à celui des arguments (les exemples du cours ne sont pas que des anecdotes !). Du reste, il semble au jury que cette remarque n'est pas spécifique à la préparation des épreuves de sciences de la Terre de l'ENS de Lyon, mais valable pour toutes les épreuves de toutes les ENS, et a fortiori des autres concours que l'ont peut présenter en fin de BCPST.

Lors de cette épreuve, le jury évalue les candidates et candidats selon des critères qui sont, entre autres : (1) la capacité à construire un discours scientifique argumenté, suivant une démarche adaptée à la formulation du sujet proposé d'une part et clairement explicitée d'autre part, (2) le respect d'une approche dans laquelle les notions sont autant que possible amenées à partir d'objets concrets naturels ou de résultats expérimentaux, (3) la maîtrise des connaissances en sciences de la Terre, s'appuyant sur des bases sûres en physique, chimie et mathématiques, (4) les qualités de communication visuelle (schémas, croquis, etc. au tableau) et orale (posture, clarté du propos, capacité d'écoute, et d'interaction avec l'examineur), (5) les compétences d'analyse d'objets variés (échantillons, cartes, images...), (6) la réactivité devant un objet ou un problème inconnu, voire devant une erreur mise en évidence par le jury.

Les prestations des candidats et l'interaction avec le jury

La plupart des candidat(e)s, déjà sélectionné(e)s par les épreuves écrites, connaissent l'essentiel des concepts de géosciences au programme des classes de BCPST.

Dans le haut du panier se démarquent celles et ceux qui savent réellement les expliquer, les combiner, les exploiter pour véritablement répondre à des questions spécifiques ou interpréter des objets précis. Ces candidat(e)s montrent ainsi une véritable maîtrise et un recul certain. Les prestations correspondantes, à la fois lors de l'exposé et de l'épreuve pratique, assurent de très bonnes notes.

De l'autre côté de la distribution, on trouve celles et ceux qui n'ont malheureusement pas encore su développer assez de compétences intégrées en géosciences pour leur permettre de répondre au sujet et réagir aux objets proposés par le jury.

En 2024, si le jury déplore toujours quelques prestations indigentes, celles-ci semblent – heureusement – de plus en plus rares, avec très peu de candidat(e)s vraiment désemparé(e)s lors des deux parties de l'épreuve. Il a cependant aussi semblé au jury que cette session a fourni moins d'excellent(e)s candidat(e)s ayant « brillé » par des prestations excellentes à la fois à l'épreuve d'exposé **et** à l'épreuve pratique. L'écart-type un peu plus faible (2.8 contre 2.9-3.2 les 3 années précédentes) semble en accord avec ces impressions qualitatives.

La partie exposé révèle hélas parfois que quelques candidat(e)s n'ont que de rares connaissances théoriques de base en géosciences, mal maîtrisées, sans lien avec les observations ou avec d'autres notions scientifiques (physique, chimie). La partie pratique

peut mettre en évidence d'autres candidat(e)s qui, devant un échantillon, une photo ou une carte, ne se montrent pas capables d'exprimer plus que des notions vagues et générales ne permettant pas de les interpréter. Si, souvent, l'une des deux parties au moins est satisfaisante, quelques dizaines de candidat(e)s ne parviennent pas à vraiment convaincre ni l'un ni l'autre membre de leur jury et obtiennent une faible note en conséquence.

Très exceptionnellement, le jury a pu ces dernières années être confronté à un(e) candidat(e) qui ne parvient hélas pas à illustrer le sujet au tableau et reste passif face à son sujet ou aux objets soumis à l'épreuve pratique, ne répondant que phrase par phrase aux questions du jury. Ce type de prestation est difficile à expliquer pour une personne sortant de deux ou trois années de préparation et en pleine possession de ses moyens, et le jury ne peut que rappeler aux candidat(e)s la nécessité de préserver leur santé tout au long de leur préparation et des épreuves des concours pour arriver en bonne forme physique et mentale à toutes les épreuves orales des différents concours.

Respect des sujets posés

Les formulations des sujets de l'épreuve d'exposé de géosciences de l'ENS de Lyon sont souvent originales, soit parce qu'elles sont très courtes (un mot), soit parce qu'elles posent une question (faussement) naïve, etc. Ces formulations visent à *stimuler la réflexion personnelle* des candidat(e)s, en les incitant d'une part à *mobiliser des connaissances plus larges* que celles du cours correspondant au premier mot-clé du sujet et d'autre part à démontrer la capacité à *construire une synthèse à la démarche personnelle*.

Le jury a apprécié d'avoir, avec un nombre certain de candidat(e)s, des échanges montrant un réel recul critique sur les notions (avec des liens entre les différents chapitres du programme) et (quand le sujet s'y prêtait) une mise en perspective avec les grandes problématiques environnementales et sociétales liées aux sciences de la Terre.

Cependant, encore trop de candidat(e)s font preuve d'une réaction comparable à celle d'un mauvais moteur de recherche, par laquelle un mot-clé du sujet proposé (par exemple « magmatique ») semble déclencher l'ouverture dans leur tête du « dossier » correspondant (l'ensemble des cours reçus sur le magmatisme), dont le contenu est aussitôt reporté sur le tableau via quelques schémas plus ou moins rigoureux, et un plan qui ne répond hélas pas à la formulation, et donc à la problématique du sujet proposé.

Les candidat(e)s ne faisant pas spontanément d'effort de réflexion personnelle, de mobilisation et de hiérarchisation des connaissances, sont logiquement moins valorisés que ceux qui le font. Toutefois, le jury peut alors, en engageant la discussion, réorienter les candidat(e)s vers un traitement plus adéquat du sujet, aboutissant parfois à une prestation très satisfaisante.

Le jury insiste sur ce point : la candidate ou le candidat qui percevrait une remise en cause de sa démarche par le jury dès les premières minutes *ne doit donc pas baisser les bras*, et au contraire *saisir cette occasion* de montrer ses capacités en s'engageant dans la démarche soumise par le jury, souvent d'ailleurs en mobilisant les mêmes connaissances que ce qu'elle ou il avait prévu !

Trop souvent, et même si de nombreux intitulés incitent à une démarche, les synthèses constituent des briques de cours agencées plus ou moins adroitement, et rarement au service de la résolution de la problématique que pose l'intitulé du sujet. Cela va parfois même jusqu'à des candidat(e)s qui « tordent » les sujets pour en traiter un autre (par

exemple le sujet « Les processus à l'origine du relief » a été transformé en « Les chaînes de montagnes) et un sujet dans « les enveloppes de la Terre » s'est vu limité aux enveloppes internes (quid de l'océan et de l'atmosphère ?).

Respect d'une démarche naturaliste

Il est dommage, tant dans l'épreuve d'exposé qu'à l'épreuve pratique, de faire d'abord appel à une explication par les modèles avant de présenter les données et les faits. C'est particulièrement le cas en magmatisme où sont mobilisés les concepts de chambre magmatique et de différenciation magmatique alors qu'un trop grand nombre de candidat(e)s sont incapables de citer les minéraux présents dans les roches magmatiques du programme. C'est aussi le cas de l'altération et de l'érosion des paysages, pour lesquels les processus précèdent souvent les constats de terrain, quand ils sont connus. Les processus tectoniques donnent aussi souvent lieu à une interprétation directe en ellipsoïde des contraintes avant les analyses des structures et des déformations et sans les précautions de transfert entre déformations et contraintes.

Souvent, les candidat(e)s proposent, de façon bienvenue, une observation concrète pour lancer leur exposé. Le jury constate malheureusement dans la majorité des cas qu'il ne s'agit que d'un habillage formel d'introduction, suivi d'un exposé théorique, sans retour à l'observation initiale en conclusion, et sans autre élément observationnel dans l'exposé.

Rappelons ici que les concepts, modèles et théories, en géosciences comme ailleurs, émergent à partir d'observations directes ou indirectes décrites de manière qualitative et quantitative. Ces observations sont notamment expliquées par des mécanismes physiques et chimiques élémentaires, compris et contraints grâce, entre autres, à des résultats expérimentaux obtenus en conditions contrôlées. Si les modèles permettent de mieux expliquer le réel, c'est parce que le réel les questionne toujours en retour. Les modèles que « racontent » les candidat(e)s ont été construits à partir d'observations et peuvent devenir (si ce n'est déjà le cas !) obsolètes si de nouvelles observations « posent problème ».

Les candidat(e)s doivent être capables de montrer qu'elles ou ils ont compris que les sciences de la Terre ne sont pas des sciences purement théoriques et déconnectées des objets et des processus observables, ni bien sûr des « sciences naturelles » uniquement descriptives. Pour cela, une culture minimale sur les objets et phénomènes naturels, à toutes les échelles de temps et d'espace (du cristal à la province géologique ; de la seconde aux millions d'années), est indispensable, afin d'y confronter efficacement les modèles. Il faut donc, autant que les modèles, apprendre les éléments du réel, qui ne sont pas que des exemples « illustratifs » dans les cours et TP mais bien les fondements des questionnements et des démonstrations sans lesquels les modèles ne tiennent pas !

Sur la partie pratique de l'épreuve

Cette épreuve est l'occasion d'évaluer les réactions des candidat(e)s face à des supports « classiques » (granite, carte au 1/50 000^e, etc.) ou plus atypiques (photographie d'affleurement, carte structurale d'un océan, etc.). Il est donc important que les candidat(e)s n'hésitent pas à réfléchir à haute voix, à proposer des réponses, quitte à se tromper pour mieux avancer à l'aide de l'échange avec le jury. Cette année, il a hélas

semblé au jury voir plus de prestations poussives qu'à l'accoutumée. Or, cette partie étant un échange avec le jury, il est fondamental que la ou le candidat(e) fasse preuve d'un certain dynamisme et d'une réactivité suffisante car même s'il est bienveillant, le jury en a besoin pour que se développe une réelle discussion.

Quand il s'agit de décrire les supports proposés, un certain nombre de candidat(e)s se focalise sur les détails avant de présenter les observations ou tendances générales. Ainsi le repérage des échelles, des structures, des couleurs des terrains sur une carte géologique, des axes d'un graphique etc. devrait plus souvent débiter l'analyse. À l'inverse, mais en cohérence, il ne faut pas se contenter, sur un graphique par exemple, d'une description de l'allure mais aller ensuite à la quantification précise (valeur, unité, sa signification par rapport aux connaissances).

Quelques candidat(e)s ont manifestement déjà croisé des « cailloux », les reconnaissent et arrivent à proposer une description et une interprétation pertinentes. Il y a souvent de bonnes observations, une méthode, mais pas toujours de résultats par manque de culture pétrologique. Ce n'est pas rédhibitoire si, quand le jury donne un coup de pouce, la ou le candidat(e) réagit et continue à avancer dans l'analyse. Ça l'est plus quand, par exemple, un gabbro est reconnu au premier abord puis qu'en guise de confirmation on recherche de l'orthose et du quartz...

Un peu paradoxalement, si les roches les plus classiques sont souvent reconnues au premier abord (granite, grès, péridotite même !), des candidat(e)s semblent avoir du mal à argumenter simplement pour dire d'un échantillon s'il s'agit d'une roche sédimentaire, magmatique ou métamorphique ! Pourtant l'identification de cristaux automorphes, de laminations planes-parallèles, de plissements manifestes, entre autres, est faisable à l'œil nu. Cela révèle chez encore trop de candidat(e)s soit un déficit de méthode dans la description de premier ordre... soit un cloisonnement délétère de leurs apprentissages (si chaque type de roche n'a été vu que dans « son » TP), et probablement les deux. À l'opposé, des variations de couleur anecdotiques (« c'est rouge là ») liées à une légère patine d'altération accaparent parfois l'attention bien plus longtemps qu'elles ne le méritent.

En cartographie, de nombreux(ses) candidat(e)s semblent maîtriser les bases (terrains selon les âges, repérage de la topographie – courbes de niveau et points cotés) mais peu savent que les feuilles au 1/50 000 sont localisées en France par une mini-carte en quatrième de couverture des notices (toujours présentes dans la salle d'interrogation) ; et la localisation à l'aide des coordonnées (latitude et longitude) et de la France au millionième est souvent une véritable épreuve ! La plupart des candidat(e)s arrivent à voir des structures de base (axes de plis, failles, discordances, etc.) et à faire quelques interprétations mais celles-ci semblent cependant parfois comme « aspirées » par les seuls éléments déjà connus et appris : par exemple, les structures languedociennes et provençales sont systématiquement associées aux Alpes comme si les Alpes étaient, en exagérant à peine, à l'origine de *toutes* les structures françaises. La règle du V dans les vallées indiquant les pendages des couches ou des failles est souvent connue mais son application cartographique (ou sur photo satellite) est trop rarement spontanée. Sur des cartes à plus petite échelle, on entend hélas encore trop parler de « plaque Atlantique », encore qu'on réalise l'incohérence de repérer ensuite une dorsale – limite de plaque – au milieu de celle-ci. Dans le même esprit, les limites de plaques continentales sont des marges actives... ou des marges passives – révélant une confusion entre bordures de continent et de plaque !

Une certaine faiblesse est toujours sensible dans l'étude de photographies d'affleurements ou de paysages. Il faut parfois longtemps avant de proposer si les lignes vues sont de la stratification, de la schistosité, une discordance, des stries... Des objets pourtant « classiques » comme les moraines glaciaires ou des coulées de lave empilées en trapps sont difficilement reconnus.

Bien souvent des relations de causalité « par défaut » sont proposées (pas toujours cohérentes) au lieu de d'abord rechercher explicitement des corrélations et de procéder par étapes en proposant plusieurs causalités possibles (permettant ainsi d'éliminer les moins parcimonieuses/cohérentes).

L'utilisation d'un globe terrestre comme support de questionnement donne souvent lieu à des mouvements de l'axe de rotation terrestre dignes des pires films catastrophes.

Enfin, le questionnement sur des objets ou processus au programme mais appliqué à des structures planétaires montre de faibles capacités de transfert des connaissances et d'application à la résolution de nouveaux problèmes dès lors qu'on quitte le cadre confortable de ceux déjà résolus en prépa avec la Terre pour objet (lien volume de la planète-activité interne, circulations atmosphériques planétaires, datation relative...)

Les candidat(e)s doivent, au-delà de l'apprentissage des objets, processus, notions au programme, rester ouverts à la possibilité – et au fait ! – que le monde ne se réduit pas à ce qu'ils ont vu en prépa. Cela leur permettra de transposer leurs compétences d'analyse sur les objets parfois originaux soumis par le jury, qui ne cherche pas à piéger sur un objet inconnu – ce qui ne lui permettrait aucune évaluation intéressante – mais au contraire à permettre aux candidat(e)s de démontrer des capacités pertinentes chez de futures chercheuses et futurs chercheurs, notamment.

Quelques faiblesses relevées

La liste qui suit n'a pas vocation à être exhaustive. Elle ne reflète pas non plus les prestations globales des candidat(e)s, ces éléments ayant presque tous été entendus face à des candidat(e)s différent(e)s. Elles peuvent aider les élèves de prépa, et leurs enseignant(e)s, à repérer les notions qui ont le plus de mal à être correctement comprises, assimilées, et réutilisées au service d'un discours scientifique. Certaines notions fausses que le jury a pu entendre semblent pouvoir être héritées soit de réelles conceptions initiales jamais remises en cause au cours de la scolarité, soit issues d'apprentissages autonomes « négatifs » qui ont pu s'inscrire passivement dans les esprits parce qu'ils n'ont pas fait spécifiquement l'objet d'un enseignement « positif » ciblé, comme un certain nombre de méthodes de mesure ou d'analyse, notamment.

En général, beaucoup de constats élémentaires semblent relever de ce que les candidat(e)s cloisonnent trop leurs connaissances, à la fois à l'intérieur des géosciences, et vis à vis de la physique, de la chimie ou de la biologie notamment. Les géosciences ont entre autres pour spécificité de nécessiter l'intégration d'arguments issus de nombreux domaines pour arriver à une synthèse explicative, même de premier ordre : prenons par exemple la *sédimentation* sur les marges continentales qui demande non seulement de parler de roches sédimentaires, mais aussi des sources sédimentaires biogènes (biologie) ou détritiques, issues de l'altération chimique continentale (géodynamique externe, chimie), et transportées par un fluide (physique) vers un bassin dont on explique l'existence (tectonique) et la dynamique (isostasie)...

Le *détail*, notamment quantitatif, de *tous* les domaines appelés par un tel sujet intégrateur ne serait pas attendu mais l'utilisation des *bases* des géosciences, de physique, de chimie (et de mathématiques), y compris avec un minimum de quantification, est essentielle.

Sur les figures proposées au tableau, il est regrettable que les ordres de grandeur et les échelles soient trop souvent absents, et les proportions parfois fantaisistes. Sur les diagrammes usuels (diagramme Total Alcalins–Silice, diagramme de Goldschmidt, de Hjulström, etc.) le jury attend a minima que la grandeur rapportée sur chaque axe soit indiquée (par exemple « %SiO₂ » ; « taille des grains »), avec un ordre de grandeur des variations représentées (par exemple « 45 – 70% » ; « échelle log, du µm au m »).

Lorsque le sujet invite à utiliser la carte géologique de la France ou se prête à l'utilisation des cartes présentes dans la salle (carte géologique de la France, carte géologique du monde, carte de la bathymétrie des fonds océaniques, carte du flux de chaleur mondial), il est regrettable que les candidat(e)s ne les utilisent pas.

Suivent quelques constats faits ces deux dernières années :

Minéralogie et chimie des roches

- la minéralogie des roches au programme n'est souvent pas bien maîtrisée, même au premier ordre (feldspaths, pyroxènes, amphiboles, micas) ;
- la chimie des minéraux non plus (la présence d'aluminium dans les feldspaths est parfois mentionnée quand demandée par le jury, mais très rarement dans les micas (muscovite), etc.) : sans demander le détail des formules structurales il serait souhaitable que les candidat(e)s aient un bagage minimal ;
- des confusions fréquentes entre la « silice », constituant chimique dans les analyses exprimées en poids d'oxydes (%SiO₂), l'élément « silicium » Si, l'anion « silicate » SiO₄⁴⁻ formant des tétraèdres, ou la formule du minéral quartz SiO₂ ;
- les différents types de silicates ne sont pas connus, alors que cela devrait faire partie de la culture géologique de base ne serait-ce que pour expliquer les propriétés macroscopiques des micas notamment (et de surcroît quand l'altérabilité différentielle est au programme) ;
- des arguments simples manquent pour illustrer la structure de certains minéraux (micas en plaquettes : phyllosilicates) ;
- la différence entre structure cristallisée et vitreuse (en gros quartz vs. obsidienne) est incertaine. Symptôme : on parle spontanément de « cristallisation » d'une obsidienne avant, la plupart du temps, de se reprendre.
- les méthodes d'acquisition des données pétrologiques et géochimiques sont mal connues (XRF, spectrométrie de masse, presse gros volume...) ;

Magmatisme

- paramètres de contrôle de la forme et du nombre des cristaux dans une roche magmatique : la plupart des candidat(e)s pensent toujours à la vitesse de refroidissement et souvent à la cinétique de croissance des cristaux, pas au nombre de noyaux de nucléation (alors que cette notion est connue quand le jury la leur fait retrouver) ;
- les séries de Bowen reflètent-elles un ordre de cristallisation... ou de fusion ?
- Mais comment donc Bowen a-t-il établi « ses » séries ? De manière théorique selon les propriétés des éléments dans les cristaux (compatibilité) ? Ou des considérations thermodynamiques ? Ou peut-être par des expériences de fusion/cristallisation ? Ou serait-ce l'observation croisée d'échantillons naturels ? Le mystère reste entier...

- Malgré la connaissance des séries de Bowen, les olivines ne semblent pouvoir avoir comme origine que des péridotites mantelliques – à moins que le manteau ne soit constitué *que* d'olivine ? Ainsi un basalte porphyrique à olivines de la Réunion devient-il un basalte aphyrique porteur de dizaines de petites enclaves mantelliques mono-cristallines d'olivine détachées de leur péridotite... Peu parcimonieux !
- le concept de cristallisation fractionnée n'est pas toujours maîtrisé : confusion entre cristallisation fractionnée et ordre de cristallisation dans un magma immobile, d'où une difficulté à comprendre comment l'évolution de la chimie du liquide peut donner une roche différente si tout « reste ensemble » ;
- Les questions sur les roches rencontrées dans tel ou tel contexte donnent souvent pour réponse le nom de la série magmatique (pas toujours juste d'ailleurs) alors que sont attendues des roches et leurs compositions minéralogiques ;
- les localisations des chambres magmatiques sont souvent aléatoires : soit confondues avec les zones où s'initie la fusion partielle soit placées loin sous la croûte continentale ou océanique. En particulier, dans le cas des dorsales, les chambres magmatiques sont quasi systématiquement placées à une profondeur incompatible avec la mise en place d'une croûte océanique (ce que généralement les candidat(e)s remarquent rapidement lors des discussions) ;
- L'hydrothermalisme des fonds océaniques n'est pas toujours bien identifié comme un transfert d'eau de l'océan à la lithosphère océanique ;
- Non, les Antilles ne sont pas un point chaud ;

Géodésie et gravimétrie

- ellipsoïde et géoïde sont souvent confondus, et parfois, le géoïde est une surface sur laquelle la pesanteur est constante ! Les candidats devraient savoir les propriétés fondamentales de chacun (définition des latitudes et longitudes pour le premier, qui se calcule ; de l'altitude zéro pour l'autre, qui se mesure... par rapport au premier !) ;
- maîtrise très aléatoire des définitions de gravité, de pesanteur, et de leur signification : la pesanteur est verticale par définition, et l'horizontale lui est perpendiculaire
- l'utilité de calculer une anomalie à l'air libre d'une part, et les interprétations qu'on peut en faire, d'autre part, ne sont pas claires : il s'agit simplement de comparer la pesanteur de la Terre à celle d'un ellipsoïde... et d'interpréter les constats ;
- Plus généralement, les anomalies gravimétriques sont souvent des concepts vagues qu'il semble nécessaire d'invoquer pour parler d'isostasie, mais sans argumenter leur emploi pour démontrer des choses ;

Terre interne

- le modèle PREM est généralement bien connu mais l'origine des données reste vague : les hodochrones sont rarement mentionnées spontanément, quand elles ne sont pas inconnues ;
- Les hodochrones, quand elles sont connues correctement, sont rarement interprétées de manière à permettre l'obtention d'informations précises (évolution de la vitesse des ondes, caractéristiques de la zone d'ombre et dimension du noyau...) ;
- le trajet d'un rai sismique sur une coupe de la Terre est souvent schématisé avec la bonne allure, mais il est plus rare de voir bien expliquée cette allure par l'augmentation de vitesse en profondeur et les lois de Descartes ;
- la relation entre indice de réfraction et vitesse de l'onde traversant un milieu (l'un est l'inverse de l'autre), méconnue, embrouille certain(e)s candidat(e)s quand il s'agit d'exprimer la loi de Descartes en indice de réfraction ou en vitesse de propagation ;

- l'intérêt des ondes sismiques se limite souvent à citer la « sismique réflexion » et la « tomographie » ;
- Ces deux méthodes sont souvent confondues et, en toute logique, non maîtrisées quand il s'agit de les expliquer ;
- les phases mantelliques profondes de l'olivine sont hélas plus souvent appelées « beta » et « gamma » que « wadsleyite » et « ringwoodite », et la bridgmanite, officiellement nommée en 2014, reste encore souvent la « pérovskite » : si le jury accepte les nomenclatures désuètes du moment que le fond est bien argumenté, il apprécie les exposés « à jour » (la ringwoodite a été nommée en 1969, la wadsleyite en 1982 !)
- le bilan de la transition ringwoodite → bridgmanite + magnésio-wüstite manque souvent du second minéral et n'est alors pas équilibré ;
- la tomographie sismique est citée à tort et à travers comme si elle était une méthode universelle pour avoir des renseignements sur l'état du manteau : où il y a de la fusion partielle, pour connaître la température, pour détecter des discontinuités sismiques...
- le concept de couche limite thermique de la convection n'est pas toujours bien compris ;
- les cellules de convection mantelliques avec branche ascendante sous les dorsales sont encore là chez certain(e)s candidat(e)s, alors que cette erreur est signalée dans la plupart des millésimes de ce rapport depuis des années ;
- les modèles de convection mantellique semblent à peu près connus, mais les arguments permettant de justifier la convection le sont beaucoup moins (notamment la question des points d'ancrage du géotherme)
- la dynamique des panaches mantelliques chauds reste méconnue : même si elle est en marge du programme, elle permettrait pourtant d'éclairer ces formations, connues des candidat(e)s que sont les trapps et les îles de points chaud, par la distinction entre tête et queue de panache ;
- le processus de rifting actif n'est pas compris et, plus gênant, les termes « actif » et « passif » sont associés aux rifts (les structures) et non au rifting (le processus), sans nuance entre les modèles et la réalité de terrain ;
- la cellule à enclume de diamants est systématiquement présentée dès qu'il est question d'expérimentation, même pour la déformation des roches crustales ;

Déformations actives

- les candidat(e)s sont parfois surpris(es) quand on leur demande comment on déterminait les mouvements des plaques avant l'ère du GPS ;
- le principe du GPS reste aussi souvent mystérieux : un satellite serait impliqué... ou plusieurs ? En orbite basse ou plus haut ? Et combien ? 3 ? Ou 4 ?
- Le modèle du cycle sismique n'est pas toujours bien connu ni le lien entre rhéologie de la lithosphère et sismicité ;
- Les séismes sont quasi-systématiquement associés à des limites de plaques (malgré l'actualité sur la sismicité de la France métropolitaine – séisme en Vendée le 16/06/2023) et le lien entre faille et séisme semble être une révélation pour certains candidats ;
- les conditions d'obtention de l'ellipsoïde des contraintes à partir de l'ellipsoïde des déformations sont mal comprises ;

Tectonique

- Le lien entre relief et tectonique et entre relief et isostasie est difficilement fait ;
- Très peu de tectonique invoquée dans le traitement de sujets sur l'épaississement lithosphérique : surprenant ;

- La géométrie des zones de marge passive précédant la subduction de la lithosphère océanique est rarement mentionnée : l'initiation d'une subduction semble avoir dû résulter d'une rencontre entre deux plaques différentes, sans tirer pour conséquence que si tel avait été le cas, il y aurait eu une zone sans plaque avant la subduction. La subduction n'est pas liée à une rencontre mais à une rupture... ;
- les coupes géologiques schématiques d'échelle crustale et lithosphérique, en particulier de zones de collision continentale, sont souvent fantaisistes avec confrontation de blocs sans sous-charriages, ou alors avec de telles exagérations verticales (non légendées) que les pendages apparents deviennent loufoques (écailles crustales empilées à plus de 60° !).

Rhéologie, métamorphisme

- le lien entre déformation ductile et métamorphisme n'est pas souvent clairement établi ;
- beaucoup de confusions autour des termes : cassant / ductile / rigide / plastique / élastique / visqueux... ;
- les notions de cisaillement simple/pur et déformation co-axiale ou non co-axiale sont souvent connues mais leur reconnaissance sur un échantillon est problématique. Le fait que la présence d'une linéation d'étirement implique nécessairement un cisaillement simple n'est apparemment pas connu.
- Dans un sujet sur le métamorphisme, il convient d'expliquer en quoi les paragenèses de la zone liguro-piémontaise des Alpes témoignent de conditions de métamorphisme caractéristiques d'une ancienne zone de subduction océanique

Altération, érosion, transport, sédimentation

- les processus d'altération à l'échelle des minéraux sont difficilement reliés à ce qu'ils induisent à l'échelle des paysages (cela a par exemple été flagrant sur le cas des chaos granitiques) ;
- La bauxite est souvent présentée comme issue de l'altération poussée d'une roche sans qu'on soit capables de préciser laquelle, ni même dire qu'il s'agit d'une roche silicatée ;
- La dynamique sédimentaire des estuaires et deltas est parfois très imprécise. Le courant de dérive littorale semble inconnu ;
- Les effets des processus d'érosion mécanique à l'échelle du minéral ne sont pas toujours bien compris ;
- Les termes d' « érosion » et de « transport » semblent souvent considérés comme équivalents (même quand le jury fait remarquer qu'ils correspondent à deux domaines différents du diagramme de Hjulström) ;
- Hormis la sédimentation détritique, les autres types de sédimentation et leurs facteurs de contrôle ne sont pas bien assimilés ;
- Les marges passives ne sont pas toujours identifiées comme étant des bassins sédimentaires ;
- Les marges passives sont souvent présentées comme des limites de plaques ;
- (inversement) Tout littoral serait une marge passive ;
- Les différentes modalités de la subsidence ne sont pas comprises ;

Stratigraphie et datation

- les notions de stratotype d'unité et de stratotype de limite ne sont pas toujours claires ;
- Les connaissances des fossiles mentionnés dans le programme ne sont pas toujours présentes ;
- Les objets (minéraux, roche totale) sur lesquels sont réalisés la datation absolue sont rarement mentionnés ;

- Les courbes Concordia et Discordia sont rarement bien expliquées et donnent lieu à une lecture automatique des âges des intercepts sans compréhension de l'obtention de ces courbes : la définition paramétrique de la Concordia suivant la croissance à vitesses différentes des deux isotopes fils au cours du temps n'est pourtant pas une notion insurmontable pour des élèves de BCPST ;
- Il semblerait que pour dater en géosciences, il y aurait quelques « recettes » à appliquer : fossiles et radiochronologie, et hop ! on aurait l'âge de tout et n'importe quoi. Mais que signifient les âges obtenus ? Comment corréliser des formations azoïques éloignées ? Comment dater un paysage ? Un mouvement tectonique ? Un bassin océanique ? Une planète ?

Géodynamique externe

- la géodynamique externe (malgré les signalements ci-dessous depuis quelques années) reste un domaine sinistré comme si de nombreux(ses) candidat(e)s avaient fait l'impasse sur toute tentative de sa compréhension physique ;
- le modèle de l'équilibre géostrophique, comme résultant de la force de gradient de pression et de la « force » de Coriolis, n'est en général pas maîtrisé ;
- Les circulations atmosphériques présentent souvent des directions uniquement expliquées par le gradient de pression alors que le programme mentionne « application de la géostrophie » ;
- Corollaire cohérent avec la remarque précédente, le lien entre l'accélération de Coriolis et l'existence de trois cellules de convection atmosphérique est rarement compris ;
- L'accélération de Coriolis et son rôle sur la trajectoire des vents et des courants n'est pas du tout comprise : « Coriolis » (combien de « r » ?) semble un mot magique qui expliquerait les trajectoires par sa seule mention. Ensuite, le sens de déviation, est à pile ou face... Si l'expression de l'accélération d'un objet dans un référentiel tournant n'est pas explicitement au programme de physique de BCPST, l'explication « avec les mains » basée sur la conservation de la quantité de rotation autour de l'axe terrestre est à la portée d'élèves de BCPST... et met en capacité de retrouver le sens de déviation à tous les coups ;
- les candidat(e)s ont beaucoup de mal à exprimer les relations entre les isobares de pression et les vents près du sol, entre les cellules de convection théoriques et ceintures climatiques, ne serait-ce qu'en France métropolitaine (vents d'ouest dominants pourtant régulièrement entendus à la météo !) ;
- le transport d'Ekman et son rôle dans les gyres océaniques et plus généralement les notions en lien avec les circulations océaniques sont souvent mal maîtrisées (« les vents poussent l'eau » ne permet pas de conclure) ;
- de manière générale des candidats ont du mal à généraliser les rares configurations probablement vues en cours en guise d'exemple (mousson, upwelling côtier) vers des cas moins particuliers.

Quelques exemples de sujets de synthèse

- Climat et processus sédimentaires
- Comment étudier le manteau terrestre ?
- Comment étudier une province métamorphique ?
- Comment expliquer la diversité des roches magmatiques ?
- Comment reconstituer les paléoenvironnements ?

D'un phénomène géologique aux risques qu'il pose.
Des cristaux aux planètes, comment dater les objets d'étude des géosciences ?
De l'atmosphère aux volcans des zones de subduction en passant par l'océan : histoire d'une molécule de CO₂
Du terrain à la carte
L'épaississement lithosphérique : marqueurs et modalités
La distribution de l'énergie solaire reçue sur Terre et son devenir
Le couplage des méthodes de datations relatives et absolues pour obtenir la chronologie d'événements sédimentaires, magmatiques, métamorphiques et tectoniques
Les gaz volcaniques
Les littoraux, des interfaces entre l'océan et le continent
Les méthodes d'étude d'un contexte géodynamique au choix
Les méthodes d'étude des chaînes de montagnes
Les processus à l'origine des reliefs
Les processus de tri dans les roches : de l'atome à la particule solide
Les risques géologiques sur les îles et les littoraux
Les transferts d'énergie entre l'océan (contenu) et les autres enveloppes
Modifications anthropiques des flux et réservoirs de carbone et conséquences
Quelles informations apporte l'étude des séismes ?
Radioactivité et processus géodynamiques
Sources et transferts de chaleur dans les enveloppes de la Terre : mise en évidence, mécanismes et conséquences
Vie et mort d'une chaîne de montagnes

Quelques exemples d'objets, cartes, photographies, etc.

- roches : identification de roches, de minéraux, utilisation du bon vocabulaire descriptif, chronologie relative d'événements ayant affecté un échantillon, discussions sur les processus du magmatisme déductibles des échantillons proposés, discussions sur les processus de déformation, discussion sur les modalités de formation de roches sédimentaires ;
- cartes : localisation, projection utilisée et ses propriétés, corrélation relief/géologie, nature et datation de structures tectoniques, chronologie relative, détermination de gradients métamorphiques, environnements de dépôts de roches sédimentaires, reconstitution de paléoclimats, lien avec l'histoire géologique de France, méthodes de construction des cartes de tectonique des plaques, d'âge des fonds océaniques, reconstitution de l'histoire géologique d'un bassin océanique ;
- photographies : structures volcaniques, structures tectoniques à différentes échelles, morphologies sédimentaires, morphologies liées à l'altération-érosion des roches, vues satellites, quantification de mouvements... ;
- documents : carte de salinité de l'océan, cartes topographiques, modélisations numériques (dynamique interne du globe, paléoclimats...), diagrammes de phases, expériences de pétrologie expérimentale, analyse de carottes de sédiments/glaces, d'affleurements, pour identifier des cyclicités, notamment climatiques, caractéristiques physiques des limites de plaques...