

Banque BCPST Inter-ENS/ENPC/Mines/Centrale

Session 2025

Rapport relatif à l'épreuve orale de sciences de la Terre
Écoles concernées : ENS de Lyon, ENPC, Mines de Paris, Centrale

Coefficients (en % du total d'admission)

- ENS de Lyon : Option biologie 8,3 %, Option géologie 13,2 %
- ENPC/Mines/Centrale : 7,5%

Membres du jury

- Samuel Angiboust, professeur des universités, ENS de Lyon
- Maëlis Arnould, maitresse de conférences, Université de Lyon
- Olivier Dequincey, professeur agrégé, ENS de Lyon
- Maxime Henriquet, maitre de conférences, Université Côte d'Azur
- Gweltaz Mahéo, maitre de conférences, Université de Lyon
- Guillemette Ménot, professeure des universités, ENS de Lyon
- Marie-Laure Pons, chargée de recherche CNRS, Aix-Marseille Université
- Patrick Thollot, professeur agrégé, ENS de Lyon

Données numériques statistiques sur l'épreuve 2025

Pour comparaison les valeurs 2024 et 2023 suivent entre parenthèses en italiques

- Nombre de candidats auditionnés : **160** (*161 ; 158*)
- Moyenne : **12,0** (*11,5 ; 12,0*)
- Écart-type : **2,58** (*2,84 ; 2,94*)
- Note minimale : **6** (*6 ; 4*)
- Note maximale : **19** (*20 ; 20*)
- Notes supérieures ou égales à 14 : **27,50 %** (*24,22 % ; 31,65 %*)

Commentaires concernant l'épreuve d'oral Sciences de la Terre 2025

Objectifs du rapport du jury

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. Les éléments présentés ont pour finalité de permettre à toute candidate ou tout candidat* se destinant potentiellement à l'ENS de Lyon de rendre plus efficace sa préparation à l'épreuve, 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. Les élèves intéressés par une formation à l'ENS de Lyon ne doivent pas s'autocensurer a

* Pour plus de simplicité d'écriture, le genre masculin est utilisé en guise de genre neutre dans le reste du rapport.

priori, quels que soient leur lycée ou région d'origine. Un travail stratégiquement réfléchi sur les deux, voire trois, années de BCPST devrait permettre à tout élève sérieux, grâce au mentorat de professeurs investis, (1) d'acquérir un socle de connaissances solides en géosciences, (2) de s'initier à quelques savoir-faire d'observation et d'interprétation d'objets géologiques naturels et (3) de développer les compétences d'argumentation et de réflexion recherchées et valorisées par le jury.

Accéder aux études en géosciences à l'ENS de Lyon

Nous rappelons 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.

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 2025.

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 « sur pièces » sans préparation.

La première partie, l'exposé, se déroule « au tableau » dans un amphithéâtre de cours devant un membre du jury. Sauf en tout début ou fin de demie-journée, il y a, à tout moment, un candidat qui prépare pendant que le précédent présente. Chacun ne dispose donc que de la moitié du (grand) 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 à quelques mètres. Les chronomètres sont autorisés mais une horloge est de toute manière présente dans la salle.

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.

Au tableau, le jury s'attend à voir un plan (ou une carte mentale, etc.) accompagné de schémas clairs et légendés sur lequel le candidat s'appuie lors de son exposé. Il est attendu du candidat un exposé de l'ordre d'une dizaine de minutes environ, du moins en première intention. En effet, le jury peut décider à tout moment, y compris dès l'introduction, d'interrompre le candidat pour demander des compléments sur une définition, ou faire réagir le candidat en lui soumettant des éléments supplémentaires, y compris permettant de réorienter sa démarche, avant de le laisser poursuivre. Le jury peut tout aussi bien écouter linéairement l'exposé jusqu'à sa conclusion – celle-ci doit donc être aussi préparée – avant d'engager la discussion.

La seconde partie, l'oral pratique, assurée par un autre membre du jury, suit immédiatement la précédente dans une salle de TP voisine. Sans préparation, le candidat décrit et interprète les objets auxquels il est confronté : échantillons de roches, cartes variées à toutes échelles, documents numériques (photographies, graphiques, tableaux...). 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 ou observés. En réaction, le jury peut orienter la discussion par exemple sur les méthodes d'observation ou de construction des documents, ou sur les bases théoriques qui sous-tendent les interprétations, permettant au candidat d'affiner une détermination, de préciser une interprétation, etc.

Rappel sur les attentes générales du jury

Le jury de sciences de la Terre de l'ENS de Lyon est attaché à certains fondamentaux : l'utilisation de *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 (les 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 » dans un cours ne sont pas que des anecdotes mais souvent au contraire la base de construction du savoir résumé en conclusion). 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 donc les 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 en 2025

La plupart des candidats, déjà sélectionnés 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 candidats montrent ainsi une véritable maîtrise et un recul certain. Les prestations correspondantes, lorsqu'elles sont produites 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 2025, il a semblé au jury que la distribution des prestations s'est un peu ramassée vers la moyenne, à la fois par le bas et par le haut. L'écart-type obtenu en fin de session confirmerait cette impression ; et une tendance remarquée les années précédentes.

En particulier, il semble y avoir de moins en moins de prestations indigentes en géosciences de la part des candidats admissibles. Les candidats vraiment désemparés lors des *deux* parties de l'épreuve sont devenus très rares. Le jury ne saurait se risquer à interpréter ce signal : les candidats sont-ils mieux préparés ? mieux sélectionnés par l'ensemble des épreuves d'admissibilité ? de faibles candidats se sont-ils plus autocensurés ? Etc.

De l'autre côté de la distribution, et confirmant la tendance qualitative de 2024, il a semblé au jury voir moins de candidats capables de réaliser des prestations excellentes *à la fois* à l'épreuve d'exposé *et* à l'épreuve pratique. Les deux membres de jury d'une session se sont trouvés un peu plus souvent confrontés, lors de l'harmonisation, à une prestation très honorable sur une moitié de l'épreuve, mais véritablement indigente sur l'autre. Il a parfois semblé au jury que cela pourrait mettre en évidence des affinités positives contre négatives sur des domaines différents des géosciences (dynamique externe contre pétrologie et tectonique par exemple). Identifier si cela reflète la sensibilité et personnalité des candidats, un choix malheureux de « faire des impasses » sur certains aspects des géosciences, ou autre, est hors de portée du jury.

La partie exposé révèle que quelques candidats, heureusement en nombre décroissant, 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 candidats 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, un petit sixième des candidats ne parviennent pas à vraiment convaincre ni l'un ni l'autre membre de leur jury et obtiennent en conséquence une note sous la moyenne.

Le jury constate quelques (très) rares candidats qui semblent « perdre leur moyens » au cours de l'épreuve. Le jury est conscient du caractère stressant et fatigant de la séquence d'épreuves d'admission que suivent la plupart des candidats, pouvant ainsi ne pas toujours se présenter au top de leur forme. Rappelons donc que le jury est bienveillant et a pour volonté de faire ressortir le meilleur des candidats.

Importance du 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 candidats, 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 attend donc des prestations commençant par une présentation (« introduction ») qui *explique* en quoi le sujet posé permet d'aborder une *question pertinente*, en général en

s'appuyant sur une ou plusieurs observations simples qui amènent « logiquement » à cette question, et comment les éléments qui vont être exposés vont permettre de répondre (au moins partiellement) à cette question. A priori, la simple rigueur de commencer par une telle présentation impose, par construction, de réfléchir à une question, et de mobiliser et hiérarchiser les connaissances nécessaires et suffisantes à son traitement. L'introduction n'est donc pas une option cosmétique, mais une fondation indispensable et facilitant la suite. Hélas, la majorité des prestations, y compris certaines des plus qualitatives, ne font pas spontanément l'effort d'expliquer l'origine et l'intérêt de la question posée par le sujet, s'y soumettant sans discussion.

Le jury a toutefois apprécié d'avoir, avec un nombre certain de candidats, 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.

A l'inverse, de nombreuses prestations ne montrent qu'une juxtaposition de quelques notions du programme en rapport avec un ou plusieurs mots clés du sujet et enchaînées selon un plan arbitraire. L'exposé et le tableau lui servant de support ne répondent alors hélas pas à une problématique pertinente pour le sujet proposé. Or, de nombreux intitulés incitent à traiter une problématique précise (« Comment expliquer que... »), ou à suivre démarche spécifique (« ...à partir d'objets »). Face à ces intitulés, les synthèses constituées des briques de cours se succédant comme dans un classeur de fiches de révisions sont à proscrire. Dans le même esprit, « tordre » l'intitulé imposé pour en traiter un autre (par exemple transformer le sujet « Les processus à l'origine du relief » en « Les chaînes de montagnes » ; ou limiter un sujet dans « les enveloppes de la Terre » aux seules enveloppes rocheuses) pourra révéler au jury une méconnaissance des termes ou des notions qu'ils recouvrent, voire, si la discussion le confirme, l'absence de capacité à s'interroger personnellement sur les objets et phénomènes. Or le jury cherche, entre autres, à recruter de futurs chercheurs chez qui cette capacité sera essentielle. Les candidats gagnent donc à cultiver leur curiosité scientifique tout au long de leurs années de préparation.

Les candidats ne faisant pas *spontanément* d'effort de réflexion personnelle, de mobilisation et de hiérarchisation des connaissances, au service de la ou des problématiques suggérées par le sujet posé, sont logiquement moins valorisés que ceux qui le font. Toutefois, le jury peut alors, en engageant la discussion, réorienter les candidats 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 la plupart des objets et concepts qu'il avait prévu, et donc en s'appuyant sur les mêmes schémas au tableau !

Respect de démarches naturalistes et expérimentales ; argumentation

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 candidats 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 candidats proposent 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, 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 en mieux expliquer le réel, c'est parce que le réel les questionne toujours en retour. Les modèles que « racontent » les candidats 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 candidats 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 !

Le jury constate trop souvent, lorsqu'il demande à un candidat de justifier une affirmation, une réponse du type « c'est ce qu'on m'a dit ». S'il pose une question ou demande une précision c'est qu'il voudrait entendre une « démonstration » de ce qui a été avancé, pas nécessairement parce que c'est inexact, mais pour voir si le raisonnement est compris (avec ses éventuelles limitations). Dans le cas où il s'agissait d'une erreur, arriver à y réfléchir et à reformuler en se corrigeant est mieux que se s'entêter sur « ce qu'on m'a dit » (et qui n'a pas été compris).

Sur la partie pratique de l'épreuve

Cette épreuve est l'occasion d'évaluer les réactions des candidats face à des supports « classiques » (granite, basalte, carte géologique au 1/50 000^e, carte structurale, etc.) ou plus atypiques (photographie d'affleurement, document géophysique, imagerie de surface planétaire, etc.). Il est donc important que les candidats 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. Dans cette perspective, il est fondamental que le candidat 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 candidats 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 candidats 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, le candidat 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 candidats 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 candidats 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.

Les candidats ont encore du mal à reconnaître les structures planaires des roches : foliation, schistosité, litage, plan de faille.... Une fois la présence de plans reconnue il est nécessaire de les caractériser en reconnaissant leur nature (orientation de minéraux, discontinuité physique, alternance minéralogique...) et leur fréquence. Ces critères pourront ensuite permettre de les distinguer. Pour rappel un litage est une succession de bancs ou couches souvent d'origine sédimentaire ou magmatique, plus rarement métamorphique ; une schistosité correspond à un débit mécanique, régulier et pénétratif de la roche (qui peut être de différente nature : ardoisière, fracture, crénulation...) ; enfin les plans de foliation sont définis comme une succession de plans formés par des minéraux orientés et/ou déformés (même chose pour une linéation d'étirement mais en une dimension). Foliation et schistosité peuvent être associées mais restent conceptuellement distinctes.

En cartographie, de nombreux candidats semblent maîtriser les bases (terrains selon les âges, repérage de la topographie – courbes de niveau et points cotés) et de plus en plus 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) ; par contre la présence de coordonnées (latitude et longitude) en bordure des cartes est souvent une révélation et identifier puis lire les « bonnes » (en degrés, au méridien international) pour les reporter, par exemple, sur la France au millionième est souvent une véritable épreuve ! La plupart des candidats 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 toujours parler de « plaque Atlantique » ou équivalent, encore qu'on réalise souvent l'incohérence de repérer ensuite une dorsale – limite de plaque – au milieu de celle-ci... ce qui implique alors qu'il devrait y avoir une plaque Atlantique Ouest, puis une plaque Atlantique Est, séparée enfin de la plaque continentale européenne par le talus continental ! D'autres variantes existent révélant des confusions trop fréquentes entre bordures de continent et de plaques, c'est à dire entre « marges » continentales, actives ou passives, et « limites » de plaques, actives par définition.

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 est souvent frustrant pour le jury. L'été est trop souvent la saison où la Terre (ou, moins faux, un hémisphère) est « plus près du Soleil ». Expliquer l'origine d'un phénomène de Mousson ailleurs qu'en Inde semble totalement hors de portée quand bien même il a été vu pour ce cas particulier, montrant une non assimilation du processus à l'œuvre : on ne sait que montrer des mouvements affectant on ne sait trop quoi dans un ordre de causalité très mal assuré.

Demander la variabilité des paramètres astronomiques donne souvent lieu à des mouvements de l'axe de rotation terrestre dignes des pires films catastrophes. La méconnaissance des définitions de l'obliquité de l'équateur à l'écliptique, de l'excentricité et de la précession des équinoxes, ainsi que des ordres de grandeur de variation relative de chacun d'une part, et des échelles de temps de périodicité d'autre part, empêche de construire un questionnement intéressant et empêche d'arriver au forçage des glaciations du Quaternaire.

Enfin, le questionnement sur des objets ou processus au programme (magmatisme, altération et érosion, circulations atmosphériques, etc.) mais appliqué à des structures planétaires montre des capacités hétérogènes au 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.

Les candidats 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 candidats 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 candidats, ces éléments ayant presque tous été entendus face à des candidats différents, et sur plusieurs années. Elles peuvent aider les élèves de prépa, et leurs enseignants, 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 candidats 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, et malgré une amélioration sensible, il est regrettable que les ordres de grandeur et les échelles puissent encore être 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 »).

Concernant les schémas, leur construction doit être mieux justifiée et argumentée. Faire cet effort est d'ailleurs un bon moyen de s'interroger sur les données et méthodes qui ont permis d'aboutir à la représentation. Un schéma doit avoir une échelle fixe horizontale et verticale de façon à représenter des géométries réalistes des objets. Une chaîne de montagne ou un volcan ne sont pas aussi (ou plus !) hauts que larges : si l'Himalaya culmine à plus de 8km, cette chaîne fait 200 km de large. La préservation des échelles permet de mieux appréhender la forme et la structure des objets et donc de mieux les comprendre.

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 chimie et minéralogie des roches au programme n'est souvent pas bien maîtrisée, même pour les quelques exemples de tout 1^{er} ordre. Par exemple, les candidats doivent savoir que la famille des feldspaths constitue de l'ordre de la moitié en volume des croûtes terrestres, et qu'ils contiennent outre de la silice, Al, Ca, Na et K... éléments mineurs dans le manteau ; et qu'à l'inverse l'olivine constitue probablement les 3/4 du manteau supérieur, avec silice et Mg+Fe (en proportions 9:1). Les pyroxènes, amphiboles et micas noirs sont attendus quand on discute de minéraux crustaux contenant Fe et Mg. Les minéraux riches en aluminium : feldspaths, micas et argiles devraient être connus. Cette connaissance éclaire immédiatement l'altérabilité différentielle des roches et minéraux par les conséquences de la mobilité différentielle de ces éléments dans l'eau (Goldschmidt).
- la structure minéralogique en chaînes (amphiboles en baguettes) ou en feuillets (micas en plaquettes) des minéraux dont les cristaux l'expriment souvent macroscopiquement devrait aussi être connue, permettant à la fois de les reconnaître ou d'en expliquer l'aspect ;
- on ne doit pas confondre 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 ;
- soumis à la diagnose d'un basalte, employer le terme « mélanocrate » en constatant que l'échantillon est sombre sans autre argument est un non sens au moins triple :
observationnel car cette nomenclature désuète nécessite en fait une mesure rigoureuse des proportions volumiques modales des minéraux clairs totalement infaisable dans les 3 secondes que mettent les candidats à répondre, opérationnel car les candidats ne connaissent aucun diagramme liant « -cratisme » et noms de roches potentiels, ne les amenant pas plus près de l'identification précise, conceptuel enfin car inapplicable à un basalte dans lequel on ne voit pas, à l'œil nu, la totalité des cristaux. Ce n'est pas parce que les mots à racines grecques « font sérieux » qu'ils sont toujours pertinents, et en l'occurrence « mélano- », « leuco- », « méso-crate » et leurs dérivés – outre qu'ils ne sont plus utilisés – sont à proscrire lors d'une analyse qualitative échantillon en main ;
- confusion entre éléments traces compatibles dans un cristal et éléments majeurs constitutifs du réseau cristallin : on ne peut pas dire que Mg est compatible dans l'olivine ;
- confusion entre éléments et minéraux. Dire « d'abord cristallisent les éléments compatibles » est un non-sens. Serait correct : « Parmi les minéraux cristallisant en premier, à plus haute température, on trouve le plagioclase calcique ou l'olivine, ferromagnésienne » ;
- la différence entre structure cristallisée et vitreuse (en gros quartz vs. obsidienne) est incertaine : une obsidienne se « solidifie »... mais ne « cristallise » pas !
- non le métamorphisme d'un grès issu de diagenèse de sable siliceux ne donne pas un micaschiste puis un granite d'anatexie, sauf si de nombreux éléments y réapparaissent par magie noire – erreur qui semble dénoter une absence de cohérence mentale entre composition chimique et minéralogie d'une roche ;
- méfiance avec la couleur des roches et minéraux : c'est rouge, c'est « riche » en fer peut signifier qu'on considère comme « riche » une teneur de 2 % d'oxydes de fer : un oxyde de fer « en grain » est tellement coloré qu'il est noir ;
- les méthodes d'acquisition des données pétrologiques et géochimiques sont toujours très mal connues (DRX, microsonde électronique, 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 candidats 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 » ;
- l'identification des sources des magmas par traçage isotopique n'est parfois qu'un gloubiboulga de rapports d'éléments (vaguement les bons) et à la notation parfois fantaisiste (« $\text{Rb}^{87}/\text{Rb}^{86}$ », « Nd/Sr », etc.) ;
- les liens logiques entre rapports $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dans plusieurs fractions d'une roche, le rapport Sr initial, l'âge de la roche semblent devenus encore plus mystérieux depuis que la datation Rb-Sr avec tracé d'isochrone n'est plus au programme... alors que l'interprétation des rapports isotopiques des sources l'est toujours ;
- 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 ;
- le concept de chambre magmatique est invoqué comme une évidence... mais il est très difficile d'obtenir une réponse satisfaisante quand on demande une observation naturaliste compatible avec l'existence des dites chambres (cristaux zonés, mélanges, caldeiras, etc.) ;
- 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 candidats 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 ;
- les Antilles ne sont pas un point chaud ; le Piton de la fournaise n'est pas en Guadeloupe ; et variantes de ces 2 thèmes : connaître les volcans actifs d'outre-mer et leur contexte peut permettre une argumentation plus solide ;

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 ;
- poser un problème d'isostasie simple (racine crustale par ex.) en schéma, puis en équation et résoudre la règle de trois qui en découle semble insurmontable à certains candidats... qui perdent hélas alors une occasion de montrer leur agilité de raisonnement physique et mathématique ;

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 certains candidats 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 ;
- la méthode de Mohorovicic permettant d'identifier le « Moho » semble difficile à appréhender pour certains candidats... qui connaissent pourtant la réfraction des ondes, les vitesses « théoriques » dans la croûte ou le manteau... ;
- 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 + magnesio-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...
- la tomographie est souvent le premier moyen proposé pour mettre en évidence la lithosphère en subduction... alors que les candidats retrouvent le concept de plan de Wadati-Benioff quand on leur demande ;

- 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 certains candidats, alors que cette erreur est signalée dans la plupart des millésimes de ce rapport depuis des années ;
- l'épaississement et enfoncement de la lithosphère océanique par refroidissement au cours de son éloignement à la dorsale avec le temps sont parfois confondus avec un épaississement « de la croûte » qui serait dû aux sédiments qui l'alourdiraient et donc l'enfonceraient !
- 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 candidats 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 candidats sont parfois surpris 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 schématisées 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 (écaïlles crustales empilées à plus de 60° !) ;
- les « ophiolites » dans les chaînes de montagne (comment les caractériser sur le terrain ?) sont invoquées pour argumenter de la présence d'un océan avant formation des

montagnes... mais on se trouve incapable d'argumenter l'origine océanique de ces formations (par comparaison avec des observations clés au fond des océans actuels) ;

- les failles transformantes sont méconnues : origine, diversité (océan/océan, océan/continent), cinématique (secteurs « actifs » ou « fossiles ») et conséquences (relief sous-marin associé) ;

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

- la cinétique des réactions métamorphiques (selon la température, la déformation) et la notion de métastabilité sont essentielles ne seraient-ce que pour expliquer l'existence même de roches métamorphiques à l'affleurement ;

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 ;

- Les processus de dépôt ou érosion à l'intérieur ou l'extérieur d'un méandre semblent parfois tirés à pile ou face ;

- La dynamique sédimentaire des estuaires et deltas est parfois très imprécise. Le courant de dérive littorale semble inconnu ;

- Confusion entre l'altérabilité des roches et la dureté des minéraux et méconnaissance de l'altérabilité relative de roches courantes : calcaire massif, craie, marne, grès ;

- 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 ;

- la problématique de la corrélation temporelle de formations non en contact n'a jamais été envisagée, alors qu'elle est au centre de la stratigraphie globale ;

- Les connaissances des fossiles stratigraphiques mentionnés dans le programme ne sont pas toujours présentes ;
- Les objets (minéraux, roche totale) sur lesquels sont réalisés la datation absolue sont rarement mentionnés ;
- la non-identité a priori (et donc les précautions interprétatives à prendre) entre date de fermeture d'un système et date d'un événement géologique spécifique non plus ;
- Les échelles de temps sur lesquelles on peut utiliser les radiodatations au programme (^{14}C , K-Ar, U-Pb) sont méconnues : l'ordre de grandeur de la demie-vie des systèmes devrait être retenu, sinon comment argumenter l'utilisation de l'un ou l'autre selon l'objet à dater ?
- 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 corréler des formations azoïques éloignées ? Comment dater un paysage ? Un mouvement tectonique ? Un bassin océanique ? Une planète ?

Géodynamique externe

- quoiqu'en amélioration sensible d'année en année, la géodynamique externe reste un domaine mal aimé comme si de nombreux candidats avaient fait l'impasse sur toute tentative de sa compréhension physique ;
- il y aurait une valeur de flux solaire de 342 (ou 1360, ou 80) quelque-chose par m^2 sur Terre : sont-ce des W ? des mW ? Du même ordre de grandeur que le flux géothermique ou non ? En moyenne annuelle ? Dans l'espace ? Au sol ? En bref, les valeurs, ordres de grandeur, unités, et conditions de validité des flux de chaleur à la surface de la Terre sont parfois totalement confondus et donc inutilisables ;
- la ZCIT est souvent connue mais expliquer son origine pose parfois problème. Quel est le rôle de l'ensoleillement ? Pourquoi l'endroit le plus chaud est-il associé à une dépression ? Les alizés qui y convergent devraient-ils y créer une surpression ? L'enchaînement des causalités est parfois confus.
- 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 directions des circulations atmosphériques présentent souvent des directions qu'on ne parvient pas à expliquer : le gradient de pression (quand il est correct) n'y suffit pas : c'est bien pour cela 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 assez bien compris pour que les candidats parviennent à l'expliquer de façon convaincante ;
- 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. Le sens de déviation est soit appris par cœur, soit 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 candidats 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'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

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...