



Rapport épreuve SVT supports de documents 2021 — Concours A-BCPST

Statistiques

Moyenne :	Médiane :	Note min. :	Note max. :	Écart-type :
10,56	10,40	0,90	20,00	3,53

Présentation générale de l'épreuve et du sujet

L'épreuve de SVT sur support de documents, d'une durée de 4 heures, comprend un sujet de géologie et un sujet de biologie de durées égales.

Le sujet de géologie, distribué en début d'épreuve, porte sur la dynamique de l'océan Indien. Il est structuré en trois thèmes. Les deux premiers thèmes sont indépendants. Ils sont constitués de questions précises, permettant l'évaluation des acquis fondamentaux du programme à travers des questions de cours, ainsi que des capacités d'analyse grâce à l'interprétation de documents en lien avec le programme. Des réponses claires, concises et argumentées sont attendues. L'autonomie, l'initiative et la réflexion du candidat sont aussi testées par un certain nombre de questions plus ouvertes sollicitant à la fois connaissances personnelles et exploitation de plusieurs documents. Le troisième thème invite les candidats à constituer un bilan des réponses produites tout au long de l'épreuve. Ce sujet sollicite des acquis capitalisés dans des parties variées du programme BCPST 1 et 2 : I-A Structure de la planète Terre, I-B Dynamique des enveloppes terrestres, IV Les cartes géologiques, V-A Les modes d'expression des magmas, V-B Processus fondamentaux du magmatisme, VII Déformations de la lithosphère et transformations minérales associées.

Le sujet de biologie, distribué au début de la troisième heure d'épreuve, porte sur les flux d'azote « occultes » dans les écosystèmes forestiers. Après un premier thème général sur les réservoirs et flux d'azote dans les écosystèmes forestiers, le sujet explore deux modalités d'approvisionnement en azote des plantes permises par des interactions avec des micro-organismes (symbiose dans les feuilles des arbres et mixotrophie). Les candidats sont invités à réfléchir à l'impact des relations interspécifiques sur la nutrition des plantes et à discuter de la diversité des modes trophiques. Les trois premiers thèmes sont constitués de questions précises qui guident les candidats dans leurs réflexions et contiennent également un certain nombre de questions plus ouvertes. L'analyse des documents, la capacité d'interprétation à la lumière des connaissances personnelles, la mise en relation de données et l'exercice d'une critique pertinente sont évalués. Le quatrième thème consiste en une synthèse de l'ensemble des réponses précédentes. Ce sujet sollicite plusieurs parties du programme de BCPST 1 et 2 : I-A Organisation fonctionnelle des molécules du vivant, I-C-3 Aspects énergétiques du métabolisme, II-E-1 Nutrition des Angiospermes en liaison avec le milieu, III-B Les écosystèmes, leur structure et leur fonctionnement, III-C Flux et cycles biogéochimiques.

Parmi les épreuves du concours A BCPST, cette épreuve est la seule qui évalue les connaissances et les compétences des candidats en sciences de la Terre. Ainsi, dans la partie de géologie, plusieurs questions

visent à évaluer les connaissances des candidats (par exemple, la question 1 : « Rappelez quelles sont les autres roches de la lithosphère océanique »). La réflexion face à un problème est quant à elle abordée par des questions telles que la question 13 où il est demandé d'identifier les limites d'un modèle simple de convection lorsqu'il est confronté aux données de tomographie sismique du manteau. En biologie, les questions de restitution de connaissances sont rares et en lien direct avec l'interprétation d'un document associé. C'est par exemple le cas de la question 12.1 qui demande « d'expliquer le principe des techniques utilisées pour obtenir le document 8 ». Les informations hors programme nécessaires à l'analyse de certains documents sont fournies. Par rapport à l'année précédente, le sujet de géologie est un peu plus long (11 pages au lieu de 9 pages) renouant avec la longueur des sujets des sessions plus anciennes afin d'évaluer les candidats sur plusieurs thèmes du programme de sciences de la Terre. Le sujet de biologie est de longueur similaire à ceux des sessions précédentes (9 pages). Cette année, le niveau moyen des candidats est assez équivalent en biologie et en géologie.

Des questions explicites sont systématiquement associées aux documents. Les candidats doivent veiller à bien lire les consignes propres à chaque question, les respecter et y répondre clairement. En particulier, les verbes d'action « décrire », « interpréter » ou « comparer » correspondent à des consignes et donc des attendus différents.

Dans le cas fréquent d'une question de type « interprétez les résultats présentés dans tel document », le candidat veillera dans un premier temps à saisir de manière très concise les informations pertinentes du document, en les quantifiant le cas échéant. Dans un second temps, il s'agit de véritablement les interpréter : nommer les phénomènes mis en évidence, réfléchir aux causes, aux conséquences et proposer des conclusions, par exemple sur les mécanismes impliqués, au besoin en lien explicite avec le ou les document(s) précédent(s).

Les copies étant dématérialisées, il est interdit de découper des documents et de les coller sur la copie. En géologie et en biologie, deux annexes (format A3) étaient fournies avec le sujet. Les deux annexes étaient à rendre obligatoirement avec la copie. Ces annexes contenaient les documents et figures à annoter, légender ou compléter, conformément aux consignes explicites des questions correspondantes.

Les points du barème sont distribués sur plusieurs groupes de compétences spécifiques :

- A : Recueillir des informations, analyser et hiérarchiser
- B : Mobiliser des connaissances scientifiques pertinentes pour résoudre un problème, structurer un raisonnement et maîtriser les relations de causalité
- C : Exercer son esprit critique, identifier un problème, remettre en cause un modèle
- D : Présenter graphiquement les conclusions des analyses réalisées
- E : Maîtriser les techniques de communication écrite dans le cadre de la construction d'un argumentaire
 - o E1 : Structure, qualité de l'expression (syntaxe, précision, concision)
 - o E2 : Soins, orthographe, présentation

Ces compétences sont évaluées selon un système de curseur. La compétence E (techniques de communication) est évaluée globalement sur l'ensemble de la copie, à hauteur de 15 points sur 115 points totaux.

1. Observations générales sur les copies

- **Sur la forme**

Les copies sont en majorité claires et agréables à lire : la rédaction et la syntaxe sont satisfaisantes. Le soin apporté à l'écriture est tout à fait convenable dans la plupart des cas, voire très bon pour certaines représentations graphiques. Cependant, dans quelques cas, les copies sont faiblement lisibles. Il est nécessaire d'apporter du soin à la rédaction, à l'orthographe et à l'écriture. Le jury rappelle l'importance d'utiliser des stylos de couleur foncée de bonne qualité, afin de faciliter la lecture de la copie numérisée. Le jury regrette que certaines copies contiennent des abréviations non conventionnelles dans les réponses rédigées et surtout dans les schémas.

- **Sur l'objectif de l'épreuve**

On rappelle que l'épreuve sur documents permet essentiellement de tester la capacité du candidat à *construire une argumentation scientifique* dans le cadre de problèmes d'ordre biologique et géologique. Dans ce cadre, environ un tiers des candidats comprend rapidement les problèmes posés dans les sujets. Les deux autres tiers des candidats, malgré une compréhension partielle des problèmes proposés, peuvent néanmoins répondre aux questions de connaissance et aux questions sur documents impliquant de mobiliser un raisonnement scientifique (analyse des témoins, quantifications, ...), même si la réflexion n'aboutit pas totalement. Cela dit, la stratégie qui consiste à se raccrocher à ses connaissances en les récitant de manière brute et sans lien avec les questions posées ne fonctionne pas sur ces sujets. A contrario, les copies avec de réelles analyses de documents, faisant montre de capacités à s'interroger, à essayer de comprendre les relations de corrélation ou de causalité, ont été valorisées, même si les analyses et réflexions n'aboutissent pas.

Que ce soit en biologie ou en géologie, les copies manquent de travail de synthèse : près de 15 % des candidats ne réalisent pas les schémas-bilans et quand ils sont réalisés, ils sont globalement peu réussis par manque de données et de recul. Il en va de même pour la question 8 de biologie qui demandait de récapituler les données de quelques documents. Ces constats témoignent d'une lecture trop linéaire des questions, qui ne génère pas de réflexion globale sur le sujet. Le jury rappelle que cette épreuve n'a pas pour objectif de répondre à des questions successives, mais bien d'avancer dans la résolution d'une problématique scientifique, en structurant un raisonnement scientifique basé sur l'analyse des documents.

- **En géologie**

De manière générale, les premières questions de chaque partie, proches des notions de cours, sont bien traitées. En revanche, la mise en relation des différentes conclusions est peu réussie, ce qui semble principalement dû au fait que les candidats oublient le contexte de l'étude, et cloisonnent encore trop leurs connaissances en fonction des chapitres étudiés. Ainsi, dans le premier thème, alors que les aspects magmatiques sont généralement bien traités et que les observations des transformations minéralogiques bien vues, beaucoup de candidats ont construit un chemin pression-température en considérant un processus de subduction, oubliant le contexte d'océanisation pourtant explicitement mentionné à plusieurs reprises. On rappelle donc la nécessité de bien comprendre le cadre du sujet (lecture attentive des titres) avant de se lancer dans la résolution des questions, mais aussi la nécessité de décloisonner les concepts malgré le découpage du cours en chapitres.

—D'autre part, ce sujet devait permettre aux candidats de montrer leur capacité à remettre en question leurs connaissances, principalement en confrontant des *a priori* communs à des données. Par exemple, en partie 2, le sujet permettait de remettre en cause le modèle de convection du manteau en cellules fermées, ou encore de confronter les équations de vitesse de propagation des ondes sismiques à l'interprétation habituelle d'une tomographie. Ces questions, bien que pouvant être perturbantes, ne limitaient pas la progression dans le sujet, et beaucoup de candidats ont généralement préféré essayer de « noyer le poisson » par des réponses confuses ou physiquement fausses (par exemple remontée archimédienne d'un matériau plus dense) plutôt que d'avoir l'honnêteté d'admettre que ces données allaient à l'encontre de leurs connaissances ou de leurs *a priori*. La remise en question de dogmes ou d'habitudes fait partie intégrante de la démarche scientifique et a été valorisée.

-Le dernier thème a été peu traité, malgré le fait que beaucoup d'éléments attendus ne nécessitent pas d'avoir résolu les deux premiers thèmes. On rappelle ainsi la nécessité de lire l'intégralité du sujet avant de commencer à composer pour éviter de ne pas traiter des questions au moins partiellement traitables.

- **En biologie**

Les deux premiers thèmes ont été traités de manière assez satisfaisante, tandis que les notes obtenues dans le troisième thème sont plus faibles, en partie parce que les candidats traitent peu les questions de fin d'épreuve.

Les principales lacunes portent sur les points suivants :

- le niveau d'interprétation : d'assez nombreuses copies proposent des réponses très descriptives, sans réelle interprétation. La description des résultats est nécessaire, mais non suffisante. Les candidats se contentant de décrire les résultats sans les interpréter obtiennent peu de points à chaque question.
- la référence aux témoins et aux contrôles : de nombreux candidats ne prennent pas suffisamment le temps de comprendre l'intérêt des protocoles, et en particulier le rôle des expériences témoins ou contrôles. Ceci mène à des erreurs d'interprétation.
- les données chiffrées : certains candidats ne donnent pas d'analyse quantifiée des résultats, ce qui fait pourtant partie intégrante de la démarche scientifique. Il ne s'agit pas de recopier tous les chiffres des graphiques ou tableaux, mais de choisir quelques données chiffrées pertinentes permettant de donner un caractère quantitatif aux analyses.
- les incertitudes : en grande majorité, les candidats prennent en compte les incertitudes dans l'analyse des résultats, ce qui est tout à fait positif et doit être poursuivi. Cependant, des maladresses persistent dans la lecture des barres d'erreurs. Par exemple, on peut lire dans de nombreuses copies que « les *résultats* ne sont pas significatifs, car les barres d'erreurs se recoupent ».
- la concision des réponses : certaines réponses sont longues, mais n'apportent que peu d'informations concrètes. Le jury invite les candidats à donner les informations de façon concise, sous forme de phrases courtes.
- la précision du vocabulaire : dans certaines questions, le vocabulaire utilisé est trop vague et ne permet pas aux candidats d'exprimer clairement leurs idées. Dans le thème 2, de nombreux candidats utilisent indifféremment « azote » pour désigner l'atome d'azote, l'isotope ^{15}N , et le diazote atmosphérique, ce qui prête à confusion dans de nombreuses réponses.

2. Commentaires sur la partie géologie

Question 1

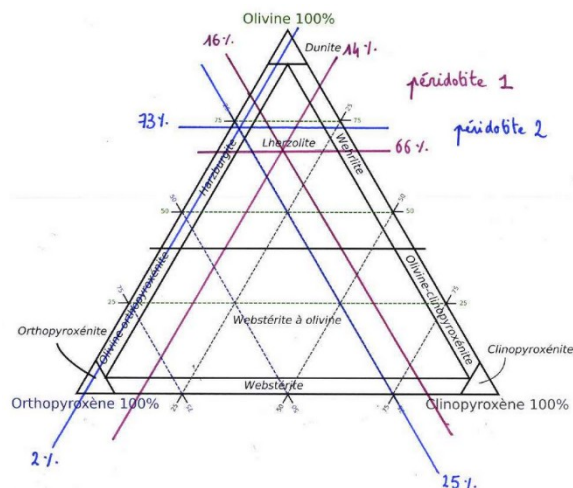
Les candidats devaient identifier une texture grenue sur les deux roches proposées en justifiant brièvement. L'identification d'un gabbro était ensuite proposée. Cette roche est issue du refroidissement lent et en profondeur d'un magma. Enfin, le jury attendait quelques exemples d'autres roches présentes dans la lithosphère océanique (basaltes, calcaires, pélites, radiolarites, serpentinites...).

La grande majorité des candidats a assez bien réussi cette question. Parmi les erreurs fréquentes, on retrouve la confusion entre gabbro et basalte, la justification de la texture par l'argument « il y a des cristaux visibles à l'œil nu » sans mentionner l'idée que les minéraux sont jointifs, la proposition « roches sédimentaires » sans citer d'exemple ou l'oubli des roches sédimentaires, la tendance à citer les « complexes filoniens » comme des roches alors qu'il s'agit d'ensembles de roches.

Certains candidats ont proposé des schémas de coupe de lithosphère océanique (non demandés dans la question), qui ont été acceptés par le jury puisqu'ils nommaient plusieurs roches, mais dont la réalisation a pu être chronophage.

Question 2

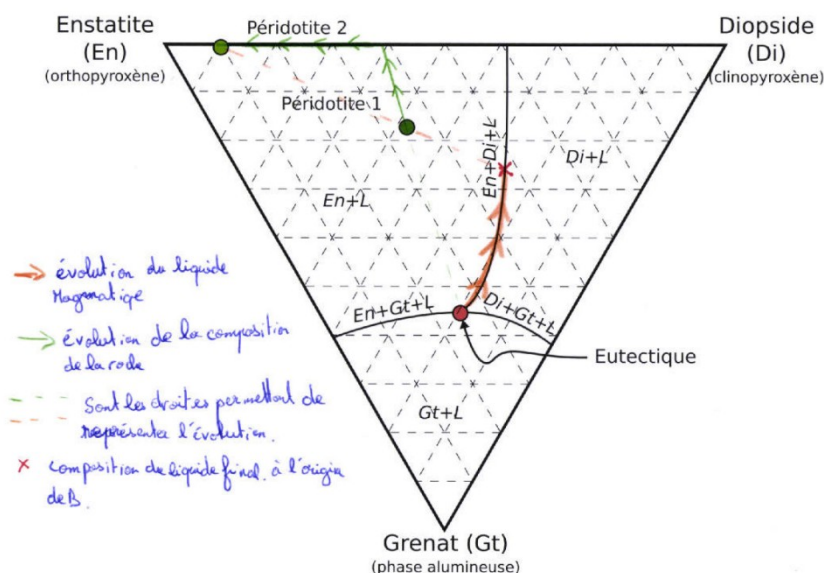
Les candidats devaient utiliser la classification des roches ultrabasiques pour identifier une lherzolite (péridotite 1) et une harzburgite (péridotite 2). La très grande majorité des candidats a bien réussi cette question en identifiant correctement les deux roches (cf. exemple d'extrait de copie de candidat ci-dessous).



Le jury n'attendait pas que les candidats détaillent sur la copie les calculs permettant de s'affranchir de la phase alumineuse qui pouvait d'ailleurs être considérée comme négligeable dans cet exercice.

Question 3

Les candidats devaient utiliser un diagramme de phase ternaire pour décrire la fusion de la péridotite 1, l'évolution de la composition du magma produit le long de la courbe cotectique et l'évolution de la composition de la roche résiduelle (cf. extrait d'une copie d'un candidat ci-dessous).



Une minorité de candidats a très bien réussi cette question. La majorité des candidats n'a pas traité, ou mal traité cette question suggérant des difficultés dans l'utilisation d'un tel diagramme ternaire. Le jury a évalué avec bienveillance en valorisant toute proposition partiellement juste.

Question 4

Les candidats devaient identifier un taux de fusion de l'ordre de 25 % en utilisant une lecture graphique (méthode des leviers/théorème des moments) ou en réalisant un bilan de masse. La seule justification demandée par le sujet était le nom de la méthode utilisée sans détails des calculs afin que les candidats aient le temps de traiter la suite du sujet.

Malgré cette consigne explicite, de nombreux candidats ont tenu à détailler leurs calculs arrivant parfois à de mauvais résultats (moins de 1 % de fusion ou plus de 80 % de fusion) à cause d'erreurs de calcul. Le jury regrette que certains candidats maîtrisant bien les formules ou les concepts théoriques échouent dans leur application numérique.

De nombreux candidats n'ont pas essayé de répondre à cette question.

Question 5

Les candidats devaient remarquer que la couronne de plagioclase autour du spinelle témoigne de la transformation du spinelle en plagioclase. Ce premier indice suggère au candidat qu'une diminution de la pression exercée sur les roches a eu lieu.

Grâce à la figure 8, le candidat pouvait remarquer que la fusion de la lherzolite a eu lieu à une profondeur maximale de 45 km pour des températures comprises entre 1050 °C et 1300 °C.

À partir de ces indices, le candidat devait en déduire que la fusion de la lherzolite est due à une décompression adiabatique.

Cette question a été moyennement réussie par les candidats. La plupart des candidats ont correctement interprété la texture coronitique proposée. Certains candidats confondent une texture coronitique et une auréole de métamorphisme. D'autres candidats présentent une équation réactionnelle à deux sens ne permettant pas de répondre à la question. Une bonne partie des candidats a identifié d'assez bons intervalles de fusion pour la lherzolite. Un nombre assez important de candidats a utilisé la droite Sp/Pl pour proposer des intervalles incohérents de température (entre 800 °C et 1300 °C). Un nombre minoritaire, mais non négligeable de candidats a confondu les valeurs des pressions avec les valeurs des profondeurs (exemple : profondeur maximale de fusion de 1,2 km). Par ailleurs, la question demande un encadrement de profondeurs et non de pressions comme certains candidats l'ont proposé.

Pour de nombreux candidats, l'interprétation géodynamique des données est confuse et insatisfaisante. Le jury a plus souvent retrouvé l'idée d'un « contexte de subduction » pour expliquer la fusion que l'idée d'une décompression adiabatique (même maladroitement formulée). D'autres candidats suggèrent qu'une déshydratation est à l'origine de la fusion, enfin certains candidats voient les conditions de collision comme cause de la fusion. Le jury pense que ces confusions sont liées au caractère ophiolitique des échantillons étudiés. Il semble que le cycle orogénique et ses traces dans les roches continentales ne soient pas suffisamment maîtrisés pour relier les indices présents dans les ophiolites à l'histoire d'un ancien océan.

Ces nombreuses erreurs d'interprétation sont regrettables sachant que la question 5 appartient très explicitement au thème « Formation et transformation de la lithosphère océanique ». Le jury souhaite rappeler aux futurs candidats que la structure en thèmes et en parties des sujets ne doit pas être négligée. Cette organisation est construite consciemment par les concepteurs du sujet pour aider et guider les candidats vers la réussite de l'épreuve en fournissant un contexte clair à chaque question.

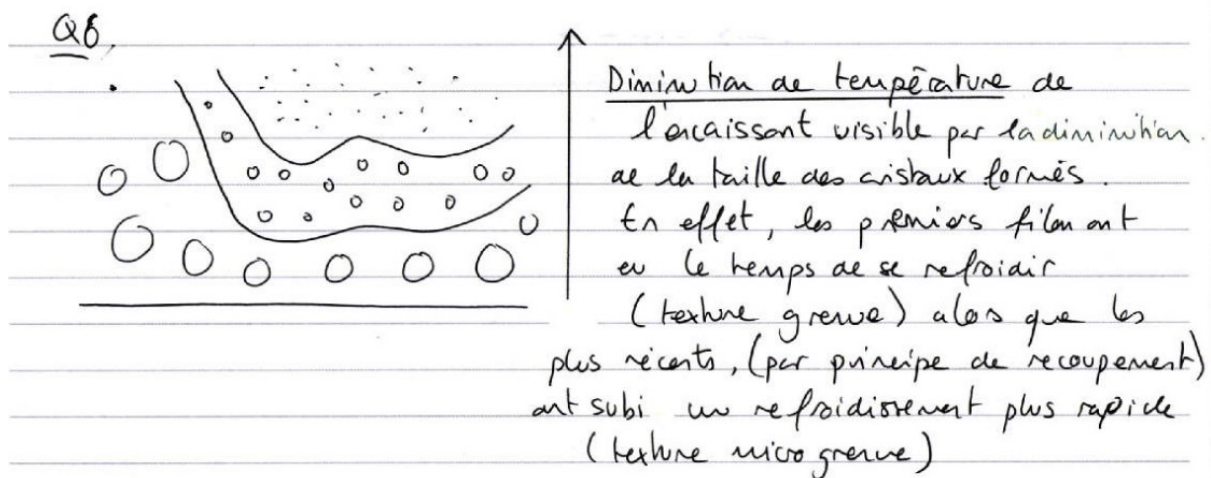
Parmi les candidats ayant identifié une décompression adiabatique, le vocabulaire est régulièrement maladroit. Les candidats confondent un objet géologique (dorsale) avec le phénomène à l'origine de la fusion (remontée adiabatique). On peut d'ailleurs ajouter que la réponse « contexte de subduction » révèle aussi une confusion entre les objets géologiques (subduction) et les phénomènes à l'origine des fusions (hydratation des péridotites dans ce cas).

Question 6

Les candidats devaient remarquer que le recoupement d'un gabbro à gros grains par des gabbros à grains de plus en plus fins témoigne d'un refroidissement de plus en plus rapide du magma et donc un refroidissement de l'encaissant. Ensuite, les candidats devaient de nouveau interpréter un assemblage coronitique pour identifier qu'une réaction entre pyroxène, plagioclase et eau permettait de former la hornblende. L'eau nécessaire à cette réaction provient probablement de l'océan. L'indication de la profondeur de percolation de l'eau de mer permettait d'identifier une profondeur maximale de 10 km pour cette réaction.

Cette question a aussi été réussie de manière très hétérogène. De nombreux candidats ont traité partiellement cette question en ne fournissant qu'une partie des réponses.

L'identification du refroidissement de l'encaissant est assez souvent mise de côté et parfois très bien argumentée par des textes ou des schémas clairs (cf. schéma issu d'une copie d'un candidat ci-dessous).



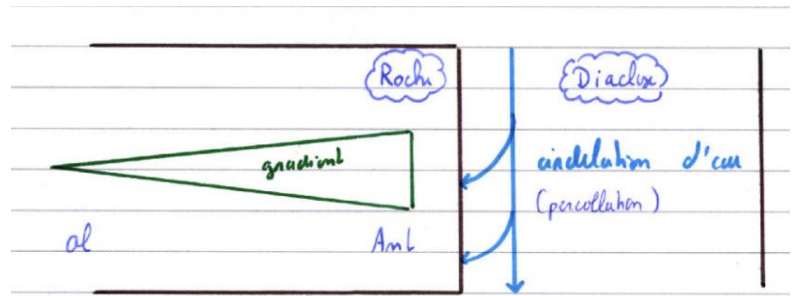
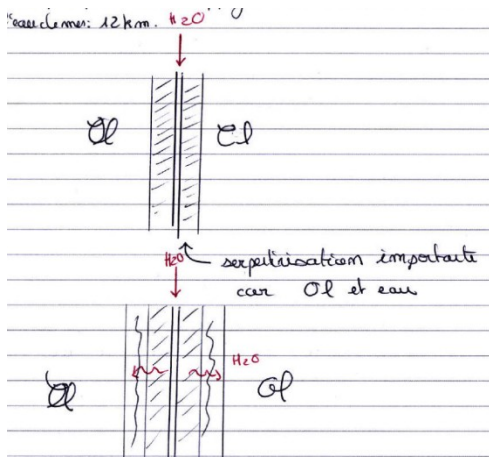
Le jury rappelle que le principe de superposition ne peut pas être appliqué dans le cas de filons.

L'identification de la réaction est souvent bien réalisée, mais certains candidats oublient d'indiquer que l'eau est un réactif. Une erreur fréquente réalisée par les candidats ayant identifié une subduction est que l'eau est issue de la déshydratation de la lithosphère plongeante. L'indication de la profondeur de la réaction est souvent erronée, les candidats ont trop souvent utilisé la profondeur maximale fournie par le trait d'équilibre du diagramme sans tenir compte de la profondeur de percolation de l'eau.

Question 7

Les candidats devaient identifier que l'eau océanique est le réservoir permettant la serpentinisation. L'infiltration de l'eau se faisant préférentiellement dans les diaclases, les roches en bordure de ces dernières sont davantage serpentinisées. La serpentinisation progresse des diaclases vers le cœur de la roche. Enfin, les candidats devaient indiquer que la serpentinisation n'est possible que jusqu'à 10 km (profondeur maximale de percolation de l'eau) et qu'elle est associée à un refroidissement des roches.

Cette question a été réussie de manière hétérogène. De nombreux candidats étant partis sur des interprétations erronées dans les questions 5 et 6 n'ont pas traité la question 7 ou ont oublié une partie de la réponse. Plusieurs candidats ont proposé des schémas pertinents, complets et efficaces pour décrire le gradient de serpentinisation (cf. schémas issus de copies de candidats ci-après).



Parmi les erreurs les plus fréquentes, les candidats ont parfois confondu le cœur de la péridotite et le cœur de la diaclyse. De plus, les candidats ont très régulièrement proposé des intervalles de température (« entre 400 °C et 600 °C ») au lieu d'une évolution thermique (refroidissement) dans la dernière partie de la réponse.

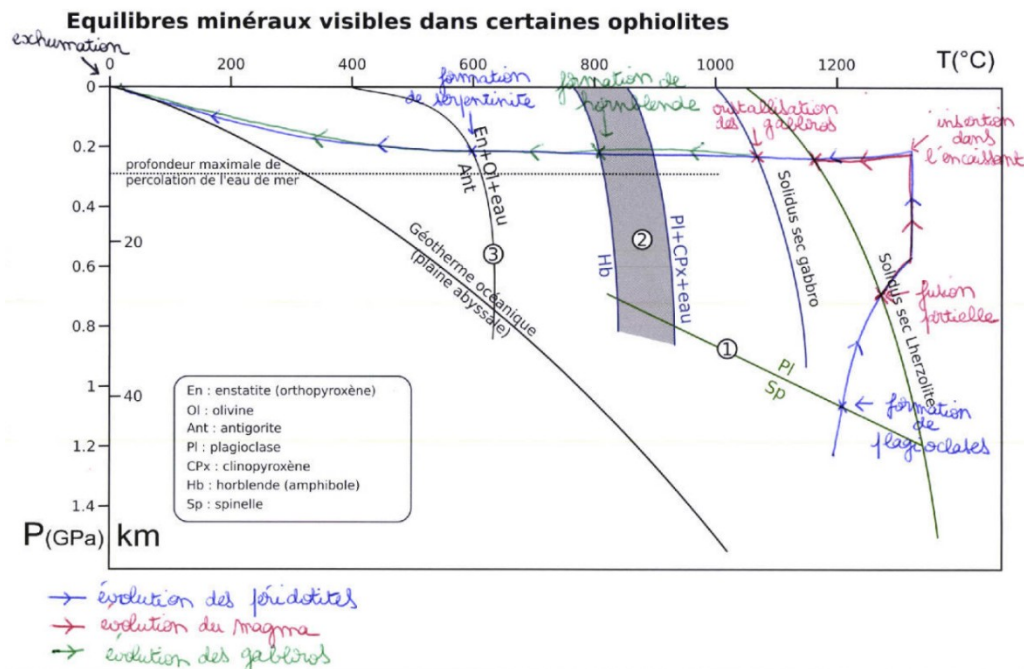
Certaines réponses proposées ont été de grande qualité notamment en proposant une description quantitative du refroidissement (« un refroidissement de 600 °C à 400 °C »).

Question 8

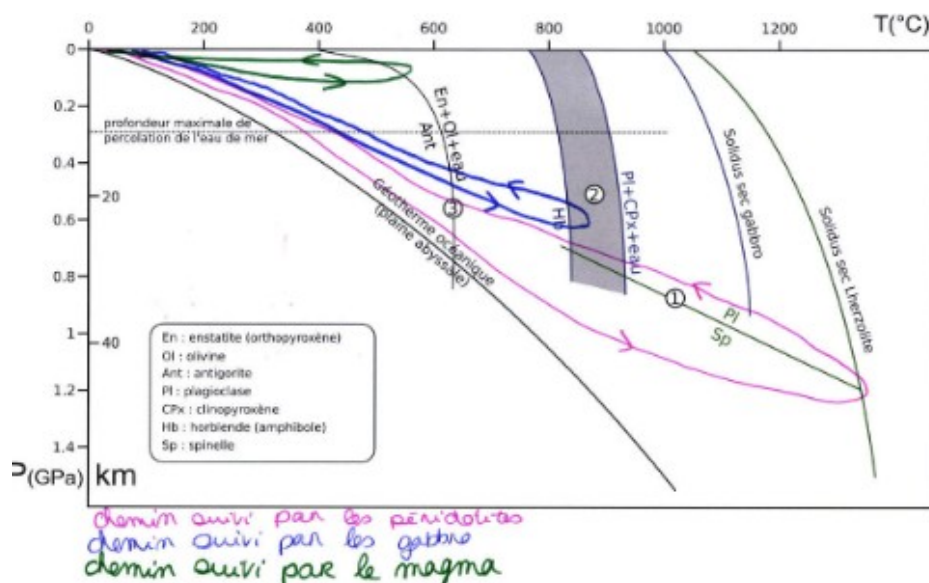
Dans cette question, les candidats devaient compiler les informations issues des questions précédentes en présentant dans un graphique pression/température :

- Le trajet de la péridotite :
 - o Décompression adiabatique de la lherzolite
 - o Formation d'une harzburgite résiduelle
 - o Serpentinisation par refroidissement sans modification de pression
- Le trajet du magma :
 - o Apparition au solidus de la lherzolite
 - o Disparition au solidus du gabbro
- Le trajet du gabbro :
 - o Apparition au solidus du gabbro
 - o Refroidissement sans modification de pression

Une minorité de candidats a proposé des réponses tout à fait satisfaisantes (cf. schémas issu de copies de candidats ci-après).



Plus de la moitié des candidats n'a pas essayé de répondre à cette question ou a fourni une réponse complètement erronée et incomplète. De nombreux candidats ont tracé trois chemins Pression-Température-temps partant de l'origine du graphique et revenant à l'origine du graphique. Ils ont sûrement voulu représenter une histoire métamorphique proche de ce qui a été vu en contexte de subduction sans chercher à s'adapter au contexte proposé et sans tenir compte des solidus (cf. schéma erroné issu d'une copie d'un candidat ci-dessous).



Parmi d'autres erreurs fréquentes, le jury a identifié une inversion entre la position du gabbro et celle du magma (placé entre 200 °C et 400 °C par les candidats). Dans de nombreuses copies, les candidats ont utilisé pour seules légendes « couleur 1 », « couleur 2 » et « couleur 3 ». Le jury rappelle que la légende d'un schéma ou d'un graphique doit être explicite. La formulation de la consigne est :

« Sur la figure 8 fournie en annexe au format A3, et à l'aide de trois couleurs de votre choix, vous reconstituerez :

- couleur 1 : le chemin suivi par les péridotites ;
- couleur 2 : le chemin suivi par les gabbros ;
- couleur 3 : le magma produit. »

Cette consigne a été choisie par souci de clarté afin que tous les candidats la comprennent au mieux. Cette formulation n'est pas une invitation à utiliser les termes « couleur 1 », « couleur 2 » et « couleur 3 » comme seules légendes.

Enfin, il est préférable d'indiquer les légendes sur l'annexe, à proximité du graphique, qu'au cœur de la copie. En effet, avec la numérisation des copies, l'annexe est souvent très éloignée de sa légende.

Question 9

Dans cette question, les candidats devaient identifier plusieurs indices clés sur les cartes proposées, comme la présence d'une fosse océanique, des séismes dont la profondeur des foyers est croissante, la présence d'un arc volcanique ainsi que des mouvements convergents relevés par GPS pour identifier un contexte de subduction au niveau de l'arc de la Sonde.

Cette question a été plutôt réussie par la majorité des candidats. Cependant, les candidats ont souvent perdu du temps à fournir des réponses trop peu concises et à utiliser des arguments indirects et maladroits. D'assez nombreuses copies ne se concentrent pas sur les indices autour de l'arc de la Sonde, mais décrivent plus largement la carte ce qui leur fait perdre du temps et peut mener à des erreurs.

Le jury a remarqué que la présence d'une fosse océanique est un argument très peu utilisé pour identifier la subduction. Par ailleurs, la syntaxe est souvent maladroite proposant régulièrement des formulations comme « subduction de la lithosphère océanique dans la lithosphère continentale », « subduction de la croûte océanique sous la croûte continentale », « volcans peu profonds ». Dans la même veine, on retrouve souvent la mention de « séismes profonds » sans l'idée de profondeur croissante des foyers. Le jury tient à rappeler qu'il ne faut pas confondre les arguments en faveur d'une frontière de plaque et ceux en faveur d'une zone de subduction.

Certains candidats ont proposé, en plus de leur texte clair, un schéma de la zone de subduction. Dans ces cas précis, les schémas faisaient perdre un peu de temps aux candidats sans valoriser significativement la réponse.

Question 10

Dans cette question, les candidats devaient d'abord mobiliser leurs connaissances pour rappeler que les ondes P traversent les milieux solides et les milieux liquides. Ensuite, il fallait combiner les connaissances (pas de propagation des ondes S dans les liquides) et la formule fournie par le sujet pour dire que la valeur μ est nulle pour les ondes S dans un liquide. L'analyse des équations permettait au candidat de dire que l'augmentation de ρ (pour K et μ constants) entraîne une diminution de la vitesse des ondes P. Le but de cette question était de faire réfléchir le candidat sur l'équation des vitesses. Enfin, les candidats devaient indiquer que la température du milieu, la pression, la porosité ou la présence de fluides pouvaient impacter à la fois μ , K et ρ .

Certains candidats ont précisé, en complément de cette analyse, que la diminution de la température provoque une augmentation du produit de K et μ (reflétant la rigidité de la roche) plus importante que l'augmentation de ρ . Ainsi, une diminution de température provoque une augmentation de la vitesse des ondes et de la masse volumique (donc de la densité) du milieu même si cela semble contre-intuitif lors d'une analyse élémentaire de l'équation. Cependant ces précisions étaient plutôt attendues dans la question 11.

Cette question a été correctement traitée par la majorité des candidats.

Question 11

Dans un premier temps, les candidats devaient rappeler qu'une anomalie de vitesse est la différence entre la vitesse mesurée des ondes sismiques dans la nature et la vitesse théorique suggérée par le modèle PREM. Les candidats devaient identifier sur le document la présence d'un slab de subduction marquée par

une anomalie positive révélant la présence d'une roche plus rigide donc plus froide et plus dense que la prédiction du modèle PREM.

Cette question a été relativement peu réussie. Parmi les erreurs fréquentes, on retrouve l'absence de mentions du modèle PREM ou encore une présentation incomplète du lien entre anomalie et propriétés de la roche. De nombreux candidats n'ayant pas pleinement compris l'équation des vitesses des ondes sismiques ont proposé une diversité de raisonnements insatisfaisants tels que « les roches ont un ρ plus faible donc elles sont plus denses » ou « les roches sont moins denses donc elles plongent dans l'asthénosphère ». La définition et les propriétés de la densité sont des notions de base que les candidats doivent maîtriser. Certains candidats identifient à tort un point chaud au niveau de l'Indonésie. Plusieurs candidats confondent croûte et lithosphère.

Le jury sait que l'association des questions 11 et 12 mobilisait l'esprit critique des candidats entraînant une réflexion un peu plus importante pour interpréter les données de tomographie. Par conséquent, le jury a apprécié et a valorisé les candidats explicitant l'incohérence entre l'analyse partielle de l'équation en Q10 et leurs connaissances sur la tomographie même si ces derniers n'ont pas compris que lorsque T change, K et μ sont modifiés de manière plus sensible que ρ .

Question 12

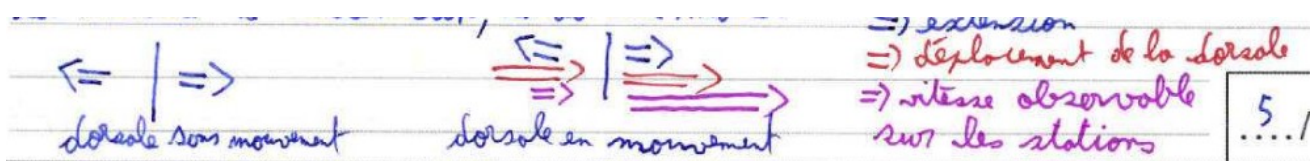
Les candidats devaient indiquer que les vecteurs vitesse sont dans la même direction et le même sens, mais que, les normes à l'ouest étant bien inférieures aux normes à l'est, un mouvement d'écartement relatif est mis en place. La dorsale se déplace vers le nord-est.

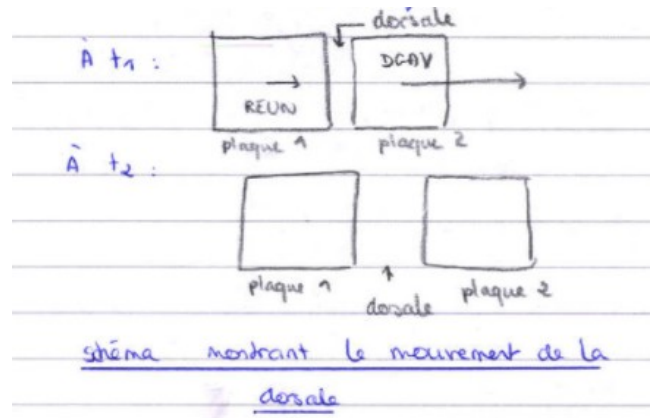
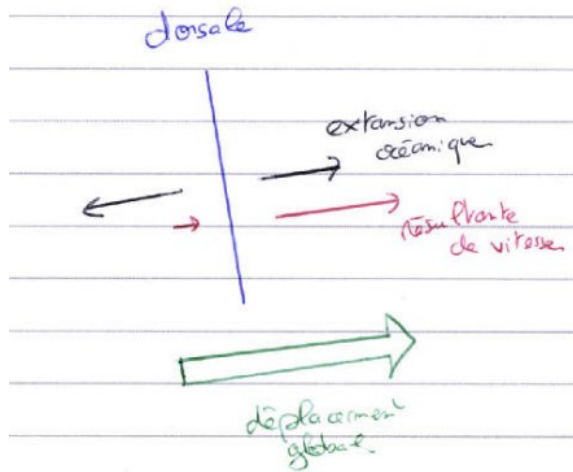
Cette question a été traitée avec une grande hétérogénéité. Beaucoup de candidats n'ont pas cherché à convertir les mouvements absolus en mouvements relatifs alors que la consigne explicitait la nécessité de cette conversion. Ainsi, ils indiquent que les mouvements sont incompatibles avec une dorsale, car de même sens mais continuent le sujet en considérant normal qu'il y ait une dorsale.

Ce genre de réponse reflète soit une méconnaissance du mode d'obtention de données GPS (qui ne sont pas considérées par les candidats comme des données, des faits objectifs) soit une incapacité à changer de modèle face à des données contradictoires avec celui-ci. D'autres candidats proposent des mouvements compatibles avec une dorsale à l'est, mais pas à l'ouest ce qui suggère une incompréhension de la notion de dorsale.

Le jury souhaite attirer l'attention sur les ordres de grandeur, par exemple lorsque certains candidats obtiennent des vitesses de déplacement de l'ordre de 1000 km par an. Les candidats sont invités à formuler explicitement leur étonnement face à des résultats aberrants pour indiquer au jury qu'ils ont en tête les ordres de grandeur des phénomènes étudiés et qu'ils sont conscients qu'une erreur a été commise. Ces initiatives sont valorisées.

Certains candidats ont proposé des schémas pertinents et valorisés par le jury (cf. exemples de schémas issus de copies de candidats ci-dessous).



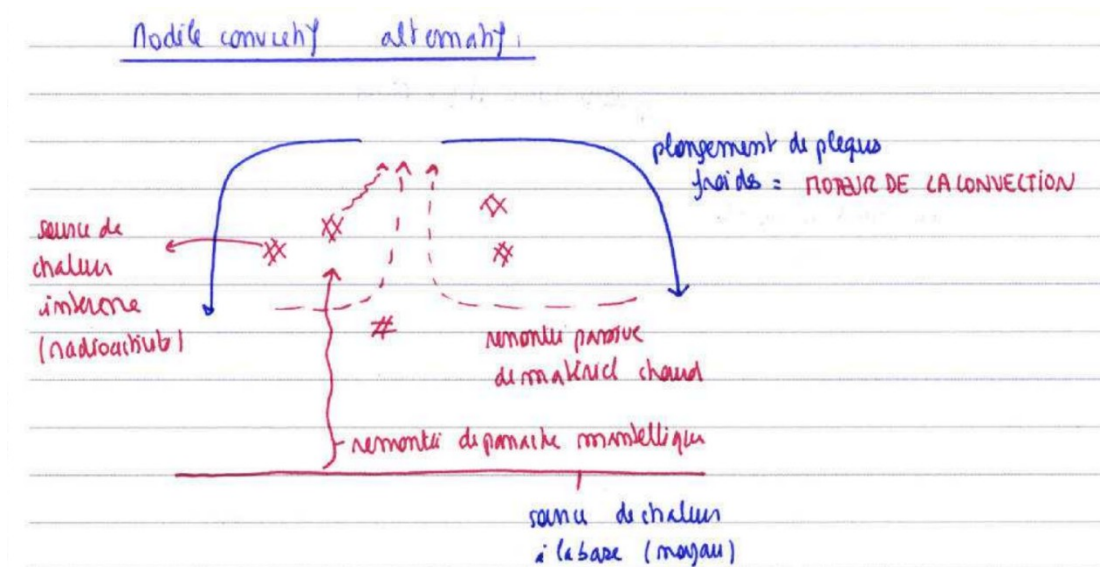


Question 13

Les candidats devaient comparer les prédictions d'un modèle simple de convection aux données de tomographie sismique. Les données de tomographie indiquent que l'anomalie thermique positive au niveau de la dorsale est superficielle, ce qui permet au candidat de rejeter l'existence d'une base chaude profonde à l'origine d'une importante remontée de matériel. Enfin, les candidats devaient proposer un modèle plus cohérent avec les données en présentant la radioactivité des roches comme source de chaleur et la traction du slab de subduction comme principal moteur du mouvement.

Cette question a été traitée de manière très hétérogène. De nombreux candidats ne l'ont pas traitée. Le rôle de la radioactivité et du panneau plongeant sont rarement mentionnés. Fréquemment, les candidats indiquent que la poussée à la dorsale est le seul moteur de la subduction. Par ailleurs, la proposition d'un modèle de convection à deux cellules ne permet pas de répondre à la question : il ne propose pas l'existence d'une autre source de chaleur ou d'un autre moteur.

Certains candidats ont proposé des schémas pertinents (cf. exemple de schéma issu d'une copie d'un candidat ci-dessous).

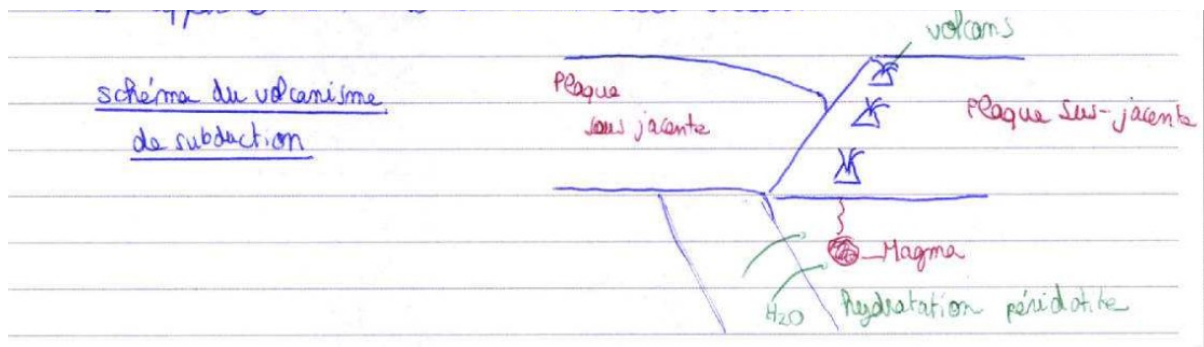


Question 14

Dans cette question, les candidats devaient rappeler que la déshydratation des roches de la croûte en subduction entraîne une hydratation du manteau sus-jacent à l'origine d'une fusion partielle partout où les

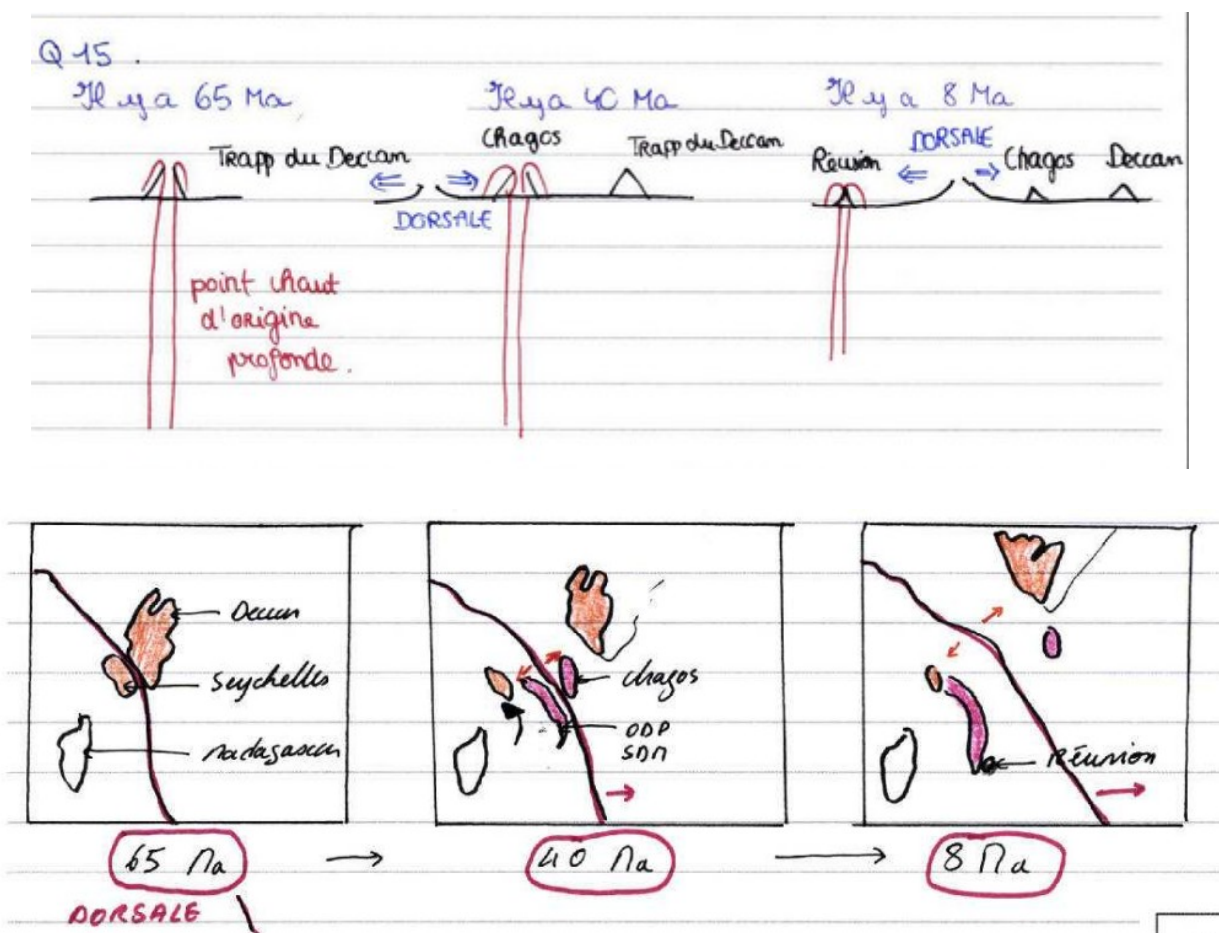
conditions sont réunies formant un alignement de volcans. Le volcanisme associé à la subduction est calcoalcalin.

Cette question a été bien traitée par une majorité de candidats. Parmi les erreurs fréquentes, certains candidats proposent un contexte de point chaud ou une fusion partielle de croûte. Certains candidats ont proposé des schémas pertinents (cf. exemple de schéma issu d'une copie d'un candidat ci-dessous).



Question 15

Les candidats devaient utiliser les indices de la carte (figure 10) pour présenter la position du point chaud et de la dorsale au cours du Cénozoïque. Une majorité de candidats n'a pas ou très mal traité cette question. Parmi les erreurs fréquentes, on retrouve l'idée que le point chaud se déplace plus rapidement que la dorsale. Certains candidats ont proposé des réponses très satisfaisantes notamment sous forme de schémas (cf. ci-dessous).



Question 16

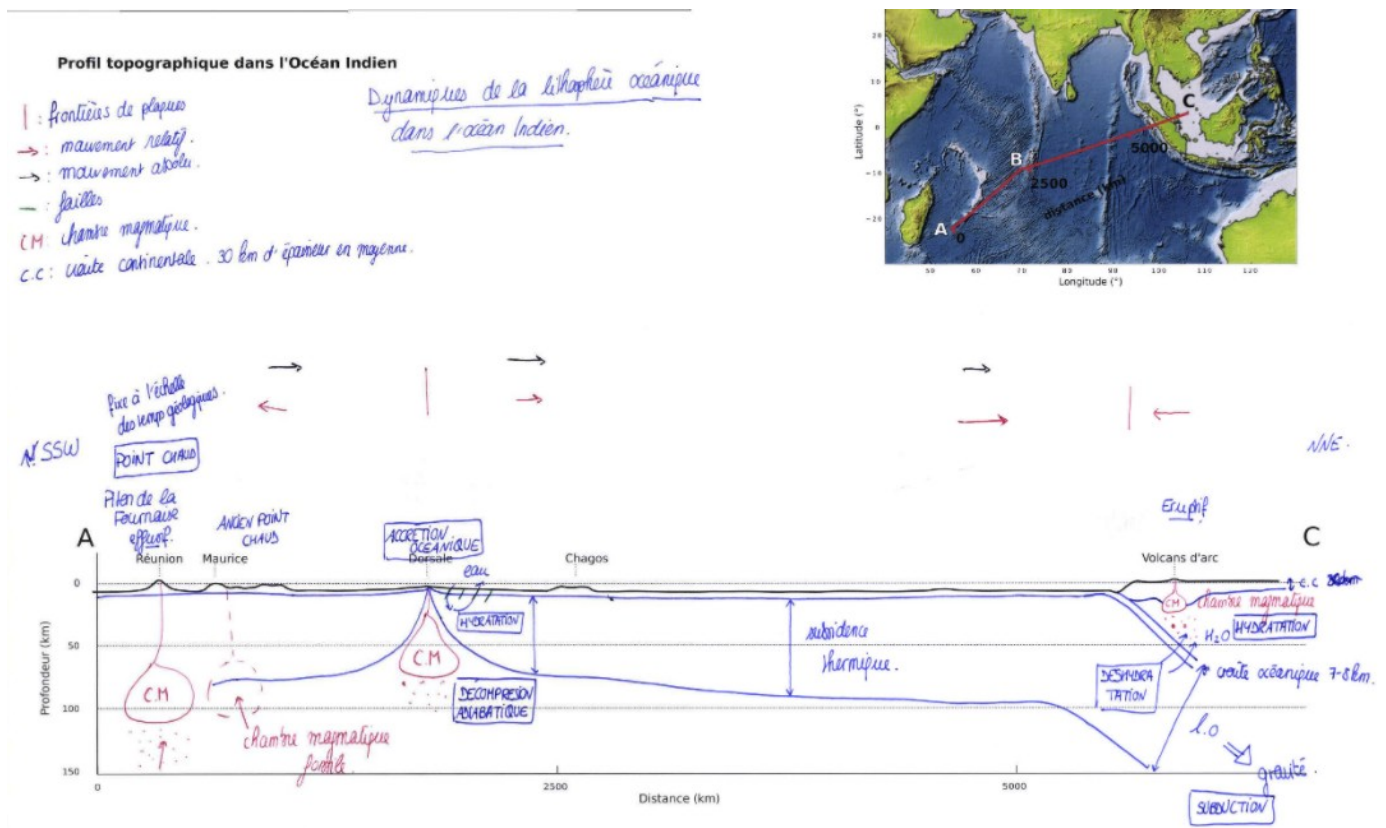
Les candidats devaient compiler les informations issues des réponses de l'ensemble du sujet pour

compléter une coupe de la dynamique lithosphérique de l'Océan Indien en replaçant notamment (liste non exhaustive) :

- Les mouvements (relatifs et absolus)
- Les frontières de plaques et le point chaud
- Le Moho et la LVZ (ou l'isotherme 1300 °C)
- Les noms des principaux compartiments (croûte, manteau lithosphérique, manteau asthénosphérique) en respectant les épaisseurs
- La remontée adiabatique peu profonde sous la dorsale et la fusion partielle du manteau
- Le refroidissement et l'hydratation de la lithosphère océanique
- Le plongement de cette lithosphère au niveau de la subduction
- Une explication succincte du magmatisme de point chaud et du magmatisme calcoalcalin

L'exhaustivité n'était pas attendue pour obtenir l'intégralité des points à cette question.

De nombreux candidats ont proposé des schémas très incomplets et erronés (confusion croûte/lithosphère). Parmi les bonnes copies, les candidats ont régulièrement oublié de légender le nom des compartiments. Certains candidats proposent des schémas de qualité tout à fait satisfaisante même en fin d'épreuve, ce qui témoigne d'une bonne gestion du temps de l'épreuve. Quelques schémas satisfaisants issus de copies de candidats sont proposés ci-dessous.



3. Commentaires sur la partie biologie

Thème 1. Les flux d'azote dans les écosystèmes forestiers

Question 1

Les candidats doivent replacer leurs connaissances de biologie moléculaire à l'échelle de l'écosystème en donnant des exemples de molécules azotées dans la biomasse végétale, dans les horizons organiques et dans les horizons minéraux du sol. Aucune connaissance de pédologie (hors programme) n'est nécessaire ici ; il s'agit simplement de mobiliser dans plusieurs chapitres du programme (I-A-1, I-A-2, II-E-1) les éléments nécessaires pour amorcer une réflexion classique sur les flux de matière à l'échelle d'un écosystème (parties III-B et III-C).

Cette question a été traitée de manière inégale. La moitié des candidats n'a pas réussi à citer deux molécules azotées dans chaque réservoir. Si les ions nitrite, nitrate et ammonium ont souvent été mentionnés, les molécules organiques l'ont été beaucoup plus rarement, que ce soient les petites molécules (acides aminés, nucléotides, etc.) ou les macromolécules (protéines, acides nucléiques, etc.). Ce constat est à mettre en relation avec les difficultés conceptuelles de beaucoup de candidats à comprendre l'idée d'assimilation de l'azote dans les feuilles (questions suivantes).

Ce n'est pas au jury de choisir les bonnes réponses : la présence d'une erreur (par exemple une molécule non azotée) empêche d'obtenir le maximum des points à la question. Les candidats ont tout intérêt à écrire un nombre limité de molécules qu'ils maîtrisent plutôt qu'à multiplier les réponses au hasard.

Question 2.1

L'objectif est de comparer les dépôts atmosphériques à la variation annuelle de la quantité d'azote dans chaque écosystème. Beaucoup de candidats ont noté avec justesse la variation de quantité d'azote dans trois écosystèmes est supérieure aux entrées atmosphériques (donc une *accumulation* d'azote), et inférieure dans le quatrième écosystème (donc une *perte* d'azote). Les réponses incorrectes sont en général dues à une paraphrase des données sans aucune comparaison.

Le jury attend au minimum une hypothèse expliquant les accumulations d'azote (par exemple : fixation biologique de diazote atmosphérique, faible lessivage des nitrates) et une hypothèse expliquant les pertes d'azote (par exemple : fort lessivage des nitrates, forte dénitrification, feux de forêt). Le jury a accepté de nombreuses hypothèses (différences mineures de gestion, relief, pente, météo, volatilisation, utilisation d'engrais, etc.) à condition qu'elles soient cohérentes et argumentées. La question était posée à l'échelle de l'écosystème, mais de nombreux candidats ont expliqué des mécanismes de gain ou perte d'azote à l'échelle de l'arbre, ce qui n'était pas pertinent.

Le jury regrette de nombreuses propositions très imprécises. Il est préférable de proposer un petit nombre d'hypothèses bien expliquées que de citer de nombreuses hypothèses sans aucune argumentation. Les réponses concrètes et précises ont été valorisées.

En outre, un nombre important de candidats se contente de comparer les quatre écosystèmes entre eux sans comparer les dépôts atmosphériques à la variation de la quantité d'azote dans chaque écosystème, ce qui ne permet pas de répondre à la question. La lecture précise des consignes est capitale pour réussir l'épreuve.

Thème 2. Étude de bactéries endophytes du conifère *Pinus contorta*

Question 3

L'intérêt du protocole expérimental pour quantifier l'activité nitrogénase des bactéries a été identifié par la

grande majorité des candidats. Sur ce type de question ne présentant pas de difficulté particulière, les candidats ont tout intérêt à proposer une réponse courte, rapide et efficace.

Question 4

L'étude du document 3 permet de comprendre que des bactéries capables de réduire le diazote atmosphérique vivent sur les parties aériennes des arbres *P. contorta*. La question a été globalement bien traitée.

Question 5

La mesure du ^{15}N dans les feuilles permet d'évaluer la quantité de nitrates marqués qui ont été effectivement incorporés dans les feuilles. Le NDFA permet de déterminer le pourcentage d'azote (non marqué) dans la plante, qui est donc (dans les conditions de cette expérience) issu de la fixation de N_2 par les bactéries inoculées.

L'expérience de marquage au ^{15}N a été très mal comprise par de nombreux candidats, qui proposent qu'une forte teneur en ^{15}N dans les feuilles signifie que les bactéries fixent beaucoup de N_2 . La réalité est à l'opposé : plus les bactéries fixent le N_2 , plus la proportion d'azote marqué est faible dans la plante. Le jury incite les candidats à lire attentivement les protocoles et à prendre le temps d'en comprendre l'enjeu, pour éviter de perdre un grand nombre de points dans des contresens.

Le jury regrette que de nombreux candidats considèrent que le ^{15}N est radioactif. Tous les isotopes minoritaires ne sont pas radioactifs.

Question 6

L'étude du document 4 permet d'établir que les feuilles des plantules incorporent de l'azote fixé par des bactéries *P. polymyxa*. En effet, la présence de bactéries vivantes diminue significativement la proportion de ^{15}N fixé dans les feuilles (4A), 10 à 30 % de l'azote des feuilles vient de la fixation du N_2 par les bactéries (4C) et la présence de bactéries ne fait pas varier la quantité totale d'azote dans les feuilles (4B).

Dans de nombreuses copies, les interprétations sont confuses, voire erronées, en raison de la mauvaise compréhension du protocole de marquage au ^{15}N et du calcul du NDFA. En outre, les valeurs d'enrichissement données en pourcentage dans le document 4A ont fréquemment été interprétées comme des valeurs absolues, ce qui a mené à des erreurs d'interprétation. La lecture des unités sur les graphiques est capitale.

Le jury insiste également sur l'importance d'analyser pas à pas les documents. Chaque document (4A, 4B, 4C) apportait une information, qu'il fallait extraire et interpréter, sans chercher à conclure sur l'ensemble des documents dès le départ.

Plus généralement, le jury appelle les candidats à la rigueur dans l'interprétation des barres d'erreur. Le recoupement des barres d'erreur indique que *la différence entre les moyennes* n'est pas significative et non que « les résultats ne sont pas significatifs » ou que « les données ne sont pas exploitables » comme lu dans de nombreuses copies.

Question 7

Les données du document 5A permettent de confirmer la colonisation des tiges et racines des plants inoculés par *P. polymyxa* et l'absence de contamination des plants témoins.

Le document a été compris, mais la référence aux témoins est malheureusement rare dans les copies. La prise en compte de l'apport des témoins fait partie de la démarche scientifique évaluée dans cette épreuve.

L'analyse du document 5B permet d'arriver à l'idée que l'inoculation par les bactéries *P. polymyxa* permet une croissance plus rapide des plantules, et que cette accélération de la croissance est principalement portée par les tiges. La question a été globalement bien traitée. Dans certaines copies, le jury regrette néanmoins l'absence de données chiffrées pertinentes. Le document 5C permettait de quantifier la fixation de N_2 par les bactéries endophytes : les plants P2B-2R ont tiré 40 % de leur azote foliaire de la fixation de N_2 par les bactéries (application directe du calcul du NDFA).

Question 8

La question 8 vise à faire la synthèse des conclusions obtenues lors de l'analyse des documents du thème 2. Les idées suivantes étaient attendues :

- Des bactéries diazotrophes sont capables de coloniser les parties aériennes de *Pinus contorta*.
- Au sein des tiges et feuilles de *P. contorta*, les bactéries endophytes sont capables d'avoir une activité nitrogénase effective.
- L'azote issu de la fixation du N_2 par les bactéries est assimilé par *P. contorta* et incorporé dans sa matière organique (en plus de l'azote minéral du sol).
- Ces flux d'azote entre l'arbre et les bactéries endophytes semblent avantageux puisqu'ils favorisent la croissance des jeunes plants de *P. contorta*.

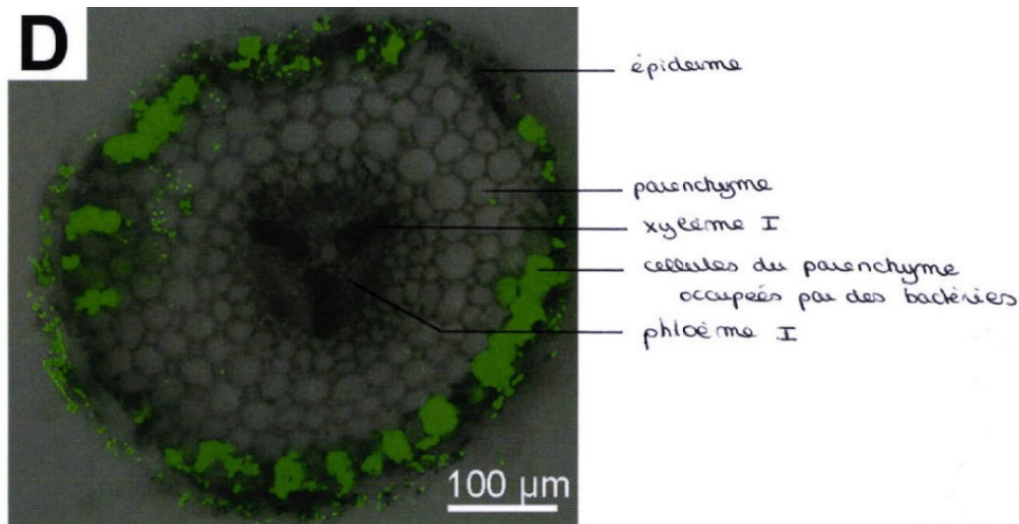
Dans l'ensemble, la question a été correctement traitée. Sur les questions de synthèse comme celle-ci, les candidats ne doivent pas reprendre les observations faites dans les documents, mais seulement les conclusions. De rares candidats ont fait légitimement remarquer que ces conclusions leur paraissaient surprenantes par rapport à leurs connaissances sur le fonctionnement de la nitrogénase en présence de O_2 . Le jury a d'ailleurs valorisé les candidats qui, à tout moment dans leur copie, signalé que les documents n'allaient pas dans le sens des modèles issus de leurs connaissances et expliqué les conclusions qu'ils en tiraient.

Thème 3. Interactions plantes – micro-organismes et flux d'azote dans la rhizosphère

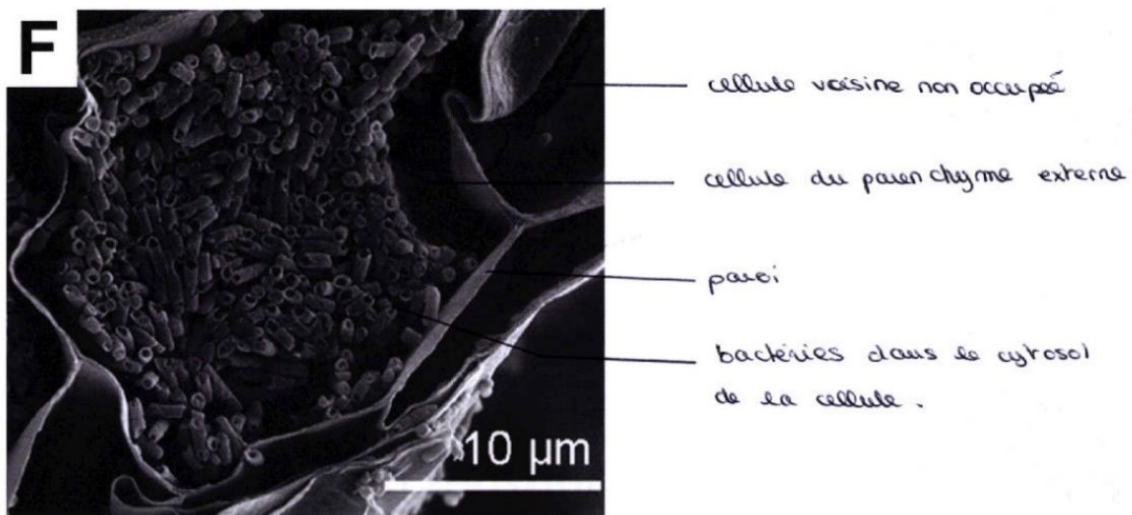
Question 9

Pour obtenir l'ensemble des points à cette question, les candidats doivent pouvoir légender un petit nombre de structures parmi les suivantes :

- Cliché D : poils absorbants, endoderme, cylindre central (xylème, phloème), parenchyme cortical (ou écorce, ou rhizoderme), *E.coli*.
- Cliché F : cellule de racine, paroi pectocellulosique, *E. coli*.



Coupe transversale de racine de tomate incubée avec ^{GFP}*E. coli* (microscopie confocale à balayage laser)



Racine de plant de tomate incubée avec ^{GFP}*E. coli* coupée transversalement (MEB).

Exemple de clichés correctement légendés

Les légendes attendues portent sur des connaissances d'anatomie végétale, mais aussi sur l'identification et la localisation des bactéries *E. coli*. Quelques candidats se sont focalisés sur leurs connaissances et ont oublié de légender les bactéries. Même dans les questions faisant appel à des éléments de connaissance, il faut s'adapter aux documents et garder en tête que l'objectif de l'épreuve reste l'analyse de données expérimentales. De fait, ce document permet de découvrir que des bactéries se trouvent à l'intérieur des tissus et des cellules de la racine, ce qui est essentiel pour la suite du sujet.

Question 10

Les clichés A et B montrent des bactéries présentes au niveau des racines, en particulier des poils absorbants. Le cliché D permet de préciser que les bactéries se trouvent à l'intérieur des tissus externes de la racine, alors que le cliché C (témoin) révèle que les billes de silice n'entrent pas dans les tissus, ce qui suggère l'existence d'un mécanisme permettant une entrée spécifique des bactéries. Les clichés E et F présentent des bactéries localisées à l'intérieur même des cellules de la racine.

Dans de nombreuses copies, les descriptions des clichés manquent de précision ce qui mène à des interprétations elles aussi imprécises (les bactéries sont-elles autour de la racine ? À l'intérieur des

cellules ?). Décrire avec précision les photographies est une condition nécessaire pour aboutir à des interprétations du niveau attendu.

Très peu de copies mentionnent les billes de silice (cliché C). Lorsqu'elles sont mentionnées, leur rôle est très rarement compris. Le jury incite les candidats à s'interroger systématiquement sur l'intérêt des protocoles, et en particulier sur le rôle des témoins, pour pouvoir tirer le maximum d'information des documents.

Question 11

L'analyse des photographies du document 7 permet de conclure que les levures entrent rapidement dans les cellules de la racine (3 heures), puis y sont dégradées au bout de deux semaines. Dans de nombreuses copies, le devenir des levures n'est décrit que de manière partielle. L'étape d'internalisation est souvent oubliée.

Question 12

Le principe du *SDS-PAGE* et du *Western Blot* sont maîtrisés par la plupart des candidats. La connaissance des techniques de base en biologie moléculaire est nécessaire et permet aux candidats de gagner facilement des points.

Dans la question 12.2, il s'agit d'identifier l'intérêt du protocole mis en place et non de décrire à nouveau les techniques employées. Le protocole permet de quantifier spécifiquement la GFP dans les extraits de racine, la GFP étant un indicateur de l'activité biologique des levures.

L'analyse du document 8 permet d'utiliser la disparition progressive de la GFP pour confirmer l'arrêt du métabolisme des levures. La dégradation de la GFP permet de supposer une forme de digestion des protéines des levures dans les racines.

Certains candidats, probablement par manque de temps à l'approche de la fin d'épreuve, se sont contentés de décrire le Western Blot sans l'interpréter, ou au contraire donnent une conclusion sans décrire les résultats. La totalité des points ne peut être attribuée qu'aux réponses alliant description des résultats et interprétation.

Question 13

Dans le document 9, la comparaison quantitative des témoins 1 et 2 permet de mettre en évidence le fait que la plante prélève du ^{15}N dans la solution d'incubation, même en absence de bactéries. La comparaison entre le test et le témoin 2 permet ensuite de conclure que la présence de bactéries vivantes facilite l'incorporation de ^{15}N par la plante.

Le témoin 2 a été mal interprété, voire non mentionné. Le jury rappelle encore une fois l'importance de s'interroger sur le sens des protocoles et en particulier sur le rôle des témoins.

Plusieurs limites peuvent être citées : cette expérience ne permet pas de démontrer que les bactéries ont bien été digérées dans les cellules des arbres ni de savoir sous quelle forme l'azote fixé par les bactéries est incorporé dans la matière organique de la plante. Cette limite a été très rarement citée par les candidats.

Certains candidats ont critiqué le choix de n'incuber le test que pendant une heure alors que le témoin 2 était incubé deux heures. Ce choix expérimental est effectivement discutable et constitue une limite pour la quantification des résultats. Cependant, il n'empêche pas de conclure de manière qualitative : avec un temps d'incubation comparable, la différence de fixation du ^{15}N entre le test et le témoin 2 serait probablement renforcée.

Le jury tient à rappeler ici le périmètre de la compétence C « *exercer son esprit critique, identifier un problème, remettre en cause un modèle* ». De fait, lorsqu'il est demandé aux candidats d'identifier les « limites » d'un protocole expérimental, certains d'entre eux utilisent beaucoup d'énergie à « démonter » le document, à le remettre en cause avec des formules du type « ce document est ininterprétable », « les données ne sont pas correctes », « le rinçage des racines n'a pas été réalisé correctement », « le document n'est pas significatif donc on ne peut pas conclure » ou encore (par exemple pour les documents 3C et 5A) « il n'y a pas de barres d'erreur donc le document n'est pas analysable ». C'est une stratégie que le jury déconseille, pour deux raisons. La première est stratégique : dans une épreuve d'analyse de documents, il est très rapidement contre-productif de passer du temps et de l'énergie à dire que tous les documents ne sont pas interprétables. Au contraire, le jury tient à rappeler aux candidats le contrat didactique d'une épreuve documentaire lors d'un concours national : les documents *sont* interprétables. À aucun moment le sujet n'a pour objectif de piéger les candidats, mais d'évaluer leurs capacités à construire des interprétations correctes à partir de données scientifiques. Comme il a été rappelé plusieurs fois dans ce rapport, le fait d'écrire le cas échéant « il n'y a pas de différences significatives entre ces deux paramètres » peut être une interprétation correcte du document. La seconde raison est épistémologique et posturale : il n'est absolument pas attendu de candidats à un concours niveau Bac +2 qu'ils remettent en cause des *résultats* obtenus par des chercheurs dont c'est le métier, publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture. Ainsi, il ne faut pas confondre ce qui est attendu d'un chercheur (obtenir des résultats publiables, révisés par les pairs) et ce qui est attendu d'un étudiant de BCPST : interpréter les résultats, et en comprendre les *limites*. Et par « limite », on entend le « périmètre exact » des interprétations qui sont faites de ces documents : qu'est-ce que le document permet de démontrer, et ce qu'il ne permet pas de démontrer. En ce sens, le document 9 illustre cette idée : sans une approche cellulaire (comme les levures des documents 7 et 8), le document ne permet pas de démontrer si les bactéries sont bien entrées dans les racines, y ont été digérées, etc. On ne peut donc pas aller plus loin dans l'interprétation que « la présence de bactéries vivantes facilite l'incorporation de l'azote dans la matière organique de la plante ».

Question 14

Cette question a pour objectif de confronter les résultats obtenus dans cette étude aux connaissances des candidats sur la diversité des modes trophiques au programme (partie II-F). Plusieurs réponses ont été acceptées, à condition qu'elles soient justifiées et cohérentes avec les informations disponibles. Le plus évident était de proposer un mode *hétérotrophe phagotrophe*, ou éventuellement un mode *saprotrophe* si on considérait que les micro-organismes meurent sans que la plante en soit la cause.

De nombreuses réponses ont manqué d'argumentation. Certains candidats ont confondu types trophiques et relations interspécifiques et ont proposé les termes de symbiose ou de parasitisme (alors même que la question précisait explicitement qu'il s'agissait d'une relation trophique). Sur ce type de question, le jury recherche avant tout la cohérence du raisonnement.

La seconde partie de la question vise à évaluer la capacité des candidats à faire preuve d'esprit critique vis-à-vis de leurs connaissances classiques des types trophiques (partie I-C-3 du programme). Encore une fois, le jury n'attendait pas de réponse préconçue et s'intéressait à la cohérence des réponses. La question a été peu traitée du fait d'un manque de temps en fin d'épreuve. Le jury a valorisé tout candidat qui a réussi à mettre en exergue une ou plusieurs idées parmi les suivantes :

- la classification habituelle des types trophiques résume une situation majoritairement observée,
- les plantes étudiées ici sont donc bien photolithotrophes, mais peuvent, de manière accessoire, plus ou moins ponctuelle être chimio-organotrophes,
- la consommation de micro-organismes ne semble pas une modalité obligatoire, ni une modalité unique,
- on peut donc supposer que beaucoup d'organismes, habituellement décrits comme photolithotrophes, soient en réalité plus probablement mixotrophes.

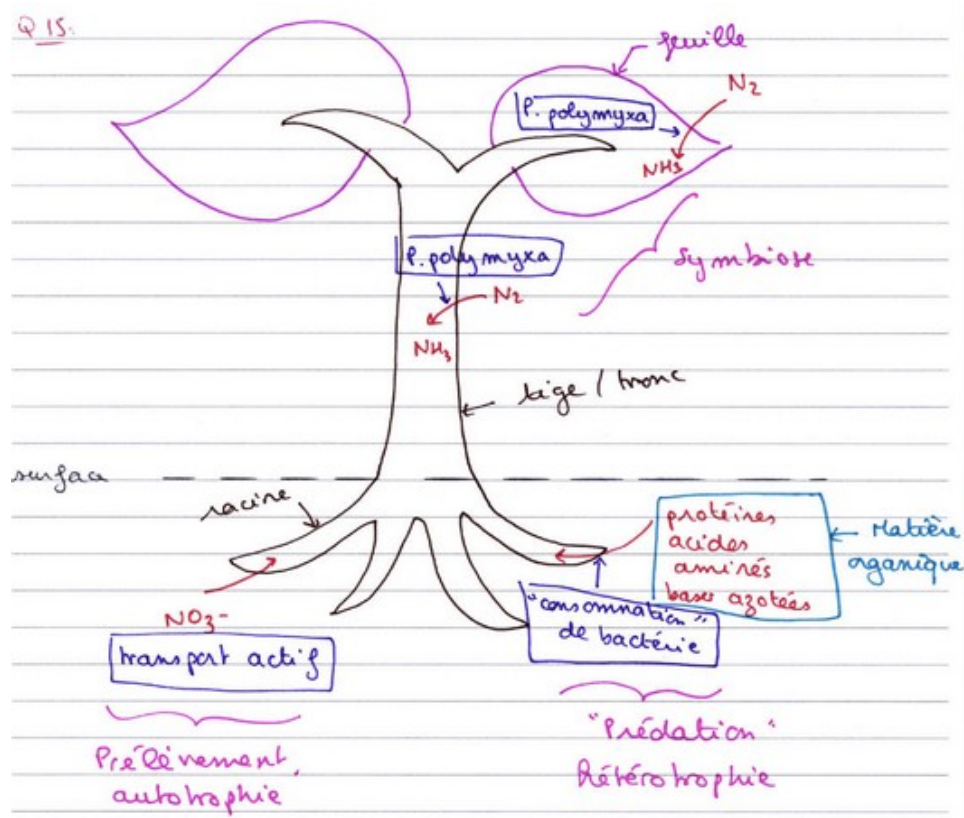
Question 15

Trois éléments scientifiques principaux étaient attendus :

- l'absorption des nitrates dans le sol,
- la fixation de N_2 atmosphérique par les bactéries endophytes diazotrophes dans les parties aériennes,
- l'internalisation et la dégradation des micro-organismes du sol dans les racines.

Des éléments de forme étaient également évalués : lisibilité du schéma, légende, titre.

Le jury encourage les candidats à traiter les questions bilans, qui peuvent rapporter un grand nombre de points. Le jury rappelle que tout schéma doit comporter un titre informatif (« Schéma bilan » n'est pas considéré comme un titre informatif).



Exemple de schéma complet proposé dans une copie