

CONCOURS CPGE TB – 2024

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Statistiques :

Moyenne : 10,86	Médiane : 10,85	Note min. : 1,2	Note max. : 20	Écart-type : 3,07
-----------------	-----------------	-----------------	----------------	-------------------

I. L'épreuve : présentation générale et notation

L'épreuve, intitulée « Petit tour du monde et minéraux » portait sur différents aspects des relations entre végétation et éléments minéraux du sous-sol, et entre sol et minéraux des roches sous-jacentes. Elle comprenait trois parties : une première partie sur les relations entre végétaux et minéraux du sol, une deuxième partie sur les relations entre sols et minéraux et une troisième partie sur l'altération des minéraux du granite.

Cette année, le sujet portait donc sur de la biologie et de la géologie. Il a permis d'évaluer des connaissances et des capacités sur différents thèmes : SV-A2 Regards sur le fonctionnement d'un organisme Angiosperme, SV-B2 Nutrition des Angiospermes, BG-B Les sols, et ST-B Le phénomène sédimentaire.

Cette épreuve permettait d'évaluer la capacité des candidats à construire une argumentation par une analyse des documents proposés, guidée par des questions ciblées.

La notation a pris en compte les réponses aux différentes questions en s'appuyant sur l'évaluation des compétences mises en œuvre pour chacune d'elles.

Ces compétences sont regroupées en 5 items :

• A. Extraire des informations

Est évaluée ici l'aptitude à analyser des documents variés (photographies, graphiques, etc.) et à hiérarchiser les informations. L'analyse doit être synthétique, mais rigoureuse et précise (avec une analyse quantitative des résultats), basée sur la comparaison préalable avec les témoins. Une attention à la prise en compte de la variabilité et du caractère significatif des résultats est attendue.

• B. Identifier un problème, le résoudre, proposer une conclusion/hypothèse

Cette compétence correspond à la mobilisation d'un raisonnement permettant aux candidats, à partir des analyses effectuées et de ses connaissances, de proposer une(des) hypothèse(s) explicative(s), une

conclusion. Pertinence des interprétations et cohérence du raisonnement proposé, points essentiels de la démarche, sont évaluées ici.

• C. Relier les documents entre eux, donner un sens global

Est évaluée ici l'aptitude des candidats à articuler entre elles les informations extraites des documents pour faire émerger une cohérence globale. La progression du raisonnement d'un document à l'autre et l'insertion dans la problématique scientifique plus large sont notées ici.

• D. Communication graphique : réaliser un schéma, un dessin

Deux schémas étaient demandés. On teste ici la capacité du candidat à interpréter un mécanisme. Il ne s'agit pas de faire un schéma purement théorique, mais de produire un schéma représentant et synthétisant les conclusions des analyses réalisées, en lien avec les connaissances acquises.

• E. Communication : qualité de l'expression

La forme du devoir est le point pris en compte dans cet item : la capacité du candidat à présenter des idées de façon concise, en utilisant un vocabulaire précis et en soignant la syntaxe et l'orthographe et le soin apporté à la copie sont évalués.

II. Observations générales

Globalement, la forme de l'exercice est bien maîtrisée. Les copies sont le plus souvent soignées, et assez bien rédigées. Les schémas demandés ont été soignés et bien réalisés. Le jury a en effet observé cette année une amélioration notable de la qualité des schémas bilans réalisés, en particulier sur le fond.

Cependant, le jury a noté une détérioration de l'orthographe, souvent trop approximative, avec de nombreuses fautes rendant parfois pénible la lecture des copies.

Le jury a également noté quelques maladresses récurrentes :

— L'argumentation doit s'appuyer sur l'exploitation des résultats et certaines expressions telles que « jouer un rôle », « avoir une influence » ou « les résultats permettent de dire que » ne sont pas suffisamment informatives et ne permettent pas d'argumenter la réponse si elles ne s'appuient pas sur une exploitation rigoureuse des données. Ainsi l'expression « avoir une influence » peut correspondre à une augmentation ou à une diminution du paramètre étudié et ne peut se suffire à elle-même.

— Si la mise en évidence des limites de certains documents peut être pertinente, la critique en règle de chaque document n'est pas judicieuse.

— Dans de nombreuses copies, les documents sont paraphrasés et décrits longuement sans être mis en lien avec une quelconque exploitation des données. Cela conduit à la formulation de réponses extrêmement longues, parfois deux pages pour une question, qui apportent peu de points et mettent le candidat en difficulté pour terminer l'épreuve. De la même manière, une description complète avec des valeurs chiffrées à l'appui n'apporte pas de point s'il n'y a pas d'éléments de comparaison entre les données (test et témoin par exemple).

— Des connaissances précises des notions du programme, mais aussi des méthodes expérimentales utilisées, sont nécessaires pour réussir l'épreuve.

III. Attendus concernant le sujet

Partie A : Végétaux et minéraux

1. Annotez la photographie de racine et réalisez une diagnose de l'objet biologique observé.

L'échantillon observé était une racine mycorhizée. Pouvaient être légendés : racine, ectomycorhize, filaments mycéliens, réseau de Hartig.

La présence du champignon, mis en évidence par la coloration par le bleu coton lactique, autour des cellules du parenchyme cortical et formant un manchon autour de l'organe, permet d'identifier l'ectomycorhize.

Les documents ont été correctement légendés par les candidats lorsque l'ectomycorhize a été identifiée. Beaucoup de candidats ont confondu mycorhize et nodosité.

2. Montrez que le document 1 permet de déduire que les ions K^+ sont absorbés par l'appareil racinaire.

La comparaison des profils observés pour la dune vierge et les deux pinèdes permet de mettre en évidence une profondeur au niveau de laquelle la teneur du sous-sol en ions K^+ diminue de façon notable dans le cas des deux pinèdes (vers 50 cm de profondeur pour la pinède de 15 ans et vers 100 cm de profondeur pour la pinède de 30 ans), alors que les teneurs sont stables à partir de 20 cm de profondeur pour la dune vierge. Cette diminution locale de la teneur en ions peut être expliquée par l'absorption des ions par les racines.

Question bien réussie par les candidats.

3 et 4. Expliquez pourquoi, entre 15 et 30 ans, on constate une différence de la teneur en K^+ disponible en fonction de la profondeur. Complétez votre réponse en proposant deux hypothèses pouvant expliquer les modifications de la teneur en K^+ disponible dans le sol en fonction du temps.

La teneur en K^+ disponible varie en fonction de la profondeur :

- En surface, on observe un enrichissement pour les deux pinèdes par rapport à la dune vierge. Ceci peut être dû à l'apport d'ions par le dépôt et la dégradation de la litière en surface ;
- La zone d'absorption racinaire est modifiée entre 15 et 30 ans après l'installation de la pinède, ce qui peut être expliqué par la croissance de l'appareil racinaire et au déplacement des zones pilifères d'absorption qui sont de plus en plus profondes, et/ou par la formation et au développement de mycorhizes qui modifient la profondeur d'absorption.

Questions inégalement traitées. La plupart des candidats a pu analyser la variation de la profondeur d'absorption, mais l'enrichissement de surface a été très peu interprété.

5 et 6. En raisonnant de la même façon que pour l'ion K^+ , expliquez les modifications de la teneur en Na^+ disponible dans le sol au cours du temps. Complétez le schéma des échanges ioniques identifiés au niveau de la racine dans les questions précédentes.

Si on compare le profil de la dune vierge, pour lequel la teneur en Na^+ est constante en fonction de la profondeur, et les profils des pinèdes, on constate une augmentation de la teneur en Na^+ en profondeur dans les pinèdes. Selon le même raisonnement que pour le K^+ , on peut proposer que les racines excrètent du Na^+ dans le sol. On peut alors placer une flèche de sortie de Na^+ dans le carré de l'annexe 2.

Question bien traitée par la grande majorité des candidats. En revanche, la flèche placée sur l'annexe 2 a été souvent enrichie inutilement (et souvent de façon erronée, par exemple avec une pompe $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$, qui est une protéine que l'on trouve uniquement chez les animaux...)

7. En utilisant les données des documents 3 et 4, argumentez une hypothèse selon laquelle les prêles constituent une espèce qui participe à la structuration spatiale de l'écosystème « sol des zones humides ».

Les racines et rhizomes des prêles sont principalement présents dans l'horizon C le plus profond, alors que pour les autres végétaux, les racines et rhizomes sont plus abondants dans les deux horizons superficiels. Les prêles ont donc des racines plus profondes, ce qui participe à structurer verticalement l'écosystème en limitant la compétition interspécifique. De plus, on observe un enrichissement de l'horizon profond en éléments minéraux qui pourrait être dû à la dégradation des systèmes souterrains des prêles à leur mort. Ainsi la répartition spatiale des racines et rhizomes des prêles contribue à la distribution verticale des éléments chimiques dans l'écosystème.

Question inégalement traitée par les candidats, qui ont assez bien su analyser la répartition des racines et des rhizomes, mais qui n'ont pas bien réussi à exploiter les données du document 4.

8. En utilisant les données du document 5, montrez la contribution des prêles dans le recyclage de la matière au sein de l'écosystème étudié.

Pour les deux éléments étudiés, les prêles contribuent majoritairement l'année n à la présence de ces éléments dans la litière, bien que les prêles ne représentent que 13 % de la litière. Les prêles sont donc des végétaux clés dans le recyclage des éléments de l'écosystème pour l'année n . Cependant, les années suivantes, les autres végétaux deviennent les principaux contributeurs du recyclage de la matière. Ainsi, les éléments recyclés rapidement la première année par les prêles sont ensuite recyclés par les autres végétaux de l'écosystème.

Question très inégalement traitée, suite à des difficultés de compréhension par de nombreux candidats, qui semblent avoir lu trop rapidement l'énoncé et qui n'ont pas vu que les masses correspondaient à la contribution de chaque espèce dans l'ensemble de la litière, donc dans la matière organique en décomposition.

9. D'après les expériences présentées dans les documents 6 et 7, décrivez les résultats obtenus par les agronomes au Sahel et proposez une hypothèse sur le mécanisme impliqué.

En comparant les cultures visibles sur le cliché C du document 6, et en comparant les biomasses de Mil mesurées en partie D du document 6, on observe que la coculture entre le Nger et le Mil améliore considérablement la croissance du Mil.

Dans le document 7, de l'eau radiomarquée est fournie aux racines du Nger. On observe l'absorption de cette eau par le Nger les deux premiers jours de culture. Puis, après deux jours, le Nger ne contient plus de deutérium, mais en revanche, le Mil présente de la radioactivité. Il y a donc eu un transfert d'eau radiomarquée du Nger au Mil.

On peut supposer que ce transfert d'eau explique l'amélioration de la croissance en coculture du Mil, le Nger puisant l'eau en profondeur et redistribuant une partie de l'eau au Mil dont les racines sont superficielles, et assurant ainsi une meilleure efficacité de photosynthèse.

Question globalement bien comprise et bien traitée par les candidats.

10. Après avoir décrit les variations de potentiel hydrique du sol entraînées par la présence de Nger en culture, expliquez leurs conséquences sur les flux hydriques entre le sol et les racines.

Sur l'ensemble de la période, en absence de pluie, on observe une diminution globale du potentiel hydrique pour les trois profondeurs étudiées. Le sol est de plus en plus sec et les flux d'eau vers la plante sont de plus en plus difficiles. Cet effet est plus marqué en surface qu'en profondeur.

Par ailleurs, on observe des variations journalières, qui sont dues à la présence des cultures. Le potentiel hydrique du sol augmente la nuit et diminue le jour. Les plantes absorbent l'eau du sol le jour, ce qui diminue le potentiel hydrique du sol.

Question qui a globalement paru difficile aux candidats. Une maîtrise des liens entre flux hydriques et potentiels hydriques était nécessaire pour pouvoir analyser et tirer des conclusions du document.

11. Réalisez un schéma bilan fonctionnel représentant vos interprétations des documents 6 à 8.

Etaient attendus : une représentation des deux plantes, avec la différence de profondeur des appareils racinaires ; les flux d'eau du sol au Nger, puis du Nger au Mil ; l'effet de la coculture sur la photosynthèse et la croissance du Mil ; le lien avec les variations jour/nuit.

Les schémas bilans proposés ont été très réussis. Le jury félicite les candidats pour leur capacité à produire des schémas fonctionnels représentant un mécanisme initialement inconnu.

12. À partir de l'ensemble des conclusions de la partie A, expliquez pourquoi il pourrait être intéressant d'associer différents types d'espèces végétales.

On pouvait ici reprendre les échanges d'eau entre plantes et l'optimisation de l'utilisation de la ressource en eau du sol, mais aussi le recyclage de la matière dans l'écosystème. On pouvait ajouter d'autres exemples issus des connaissances des candidats.

Une lecture peut-être trop sommaire de la question a conduit les candidats à généralement se limiter à l'exemple de la coculture Nger/Mil analysé en fin de partie au lieu d'envisager l'ensemble de la partie A.

Partie B : Sols et minéraux

13. À partir de vos connaissances, complétez l'annexe 3 illustrant la structuration d'un sol typique.

Il s'agissait d'une question de cours, dans laquelle étaient attendus : horizon organique et litière, horizon organo-minéral, roche mère altérée, roche mère non altérée.

Cette question n'ait pas été aussi bien réussie que ce que l'on pouvait attendre pour une question de cours.

14. À partir d'arguments tirés des documents 9 et 10, montrez l'importance de la roche mère pour les propriétés du sol.

Le sol A est un sol brun, mis en place sur roche granitique, avec les caractéristiques suivantes : équilibre sable/limons et argiles, teneur moyenne en C organique, forte CEC, pH entre 5 et 6.

Le sol B est un sol podzolique, mis en place sur schiste ou grès quartzitique, avec les caractéristiques suivantes : dominance du sable, teneur faible en C organique, CEC moyenne, pH plus acide que le sol A. La superposition des cartes des sols et de la carte géologique montre bien la relation entre nature de la roche mère et type de sol formé. De plus, les deux sols étudiés étant très proches dans l'espace, et donc sous le

même climat, ce qui indique que la nature de la roche est ici l'élément essentiel à l'origine de la formation de deux types de sols différents.

Question inégalement traitée, qui a donné lieu à beaucoup de paraphrase du document. Le jury rappelle qu'il faut partir des observations, comparer les données et les corrélérer pour justifier correctement son analyse.

15. À l'aide des documents 9 et 11, positionnez la texture de l'horizon LA du sol A et celle de l'horizon Ah du sol B. D'après vos connaissances et le document 9, discutez de la capacité de rétention d'eau de ces deux horizons.

Horizon LA du sol A → texture Lsa : limon sablo-argileux.

Horizon Ah du sol B → texture Si : sable limoneux.

Le sable retient moins bien l'eau que les argiles, on peut penser que le sol B retient moins bien l'eau que le sol A. Ceci est appuyé par la comparaison des CEC entre les deux sols, la CEC du sol A étant plus grande que celle du sol B.

Bonnes connaissances des étudiants sur cette question, même si certains candidats n'ont pas compris comment utiliser le triangle du GEPPA.

16. D'après vos connaissances, discutez de la fertilité des deux sols A et B et expliquez les causes de la différence.

En comparant les CEC, on observe que le sol A a une meilleure CEC que le sol B, à mettre en relation avec sa plus grande richesse en argiles et en C organique (donc en complexes argilo-humiques). La CEC et la présence de C organique sont des paramètres de fertilité des sols, donc le sol A est certainement plus fertile que le sol B.

Question bien réussie dans l'ensemble.

17. Nommez le phénomène qui conduirait à une évolution du sol A pour ressembler à un sol B.

Le phénomène attendu était le lessivage.

Quasiment aucune copie n'a proposé un phénomène cohérent à cette question.

Partie C : Roches et minéraux

18. Nommez les minéraux B, C, D sur l'image 1 du document 13 et indiquez le minéral le plus résistant à l'altération.

B : feldspath ; C : mica noir (biotite) ; D : quartz.

Le quartz est le minéral le plus résistant à l'altération.

Question montrant une faible capacité des candidats à distinguer le quartz et les feldspaths.

19. À partir du document 14, indiquez la réaction d'altération la plus poussée ; la réaction qui consomme le plus d'eau par mole d'orthose ; s'il s'agit d'une dissolution ou d'une hydrolyse en justifiant votre réponse.

La réaction la plus poussée est celle qui produit de la kaolinite, donc la 2.

Si on calcule le nombre de moles d'eau consommées par mole d'orthose, on obtient 4 pour la réaction 1 et 4,5 pour la réaction 2, qui consomme donc plus d'eau par mole d'orthose.

Les réactions sont des réactions d'hydrolyse produisant une solution de lessivage avec des éléments en solution et laissant une phase solide résiduelle.

Question de cours, inégalement traitée par les candidats. La maîtrise des concepts utilisés est très inégale.

20. À partir des informations du document 13, expliquez la formation chronologique du chaos de Huelgoat illustré dans le document 12. Complétez votre explication par un schéma sur lequel apparaîtra la position relative des objets géologiques 1, 3 et 4 du document 13.

Dans l'ordre chronologique : roche mère granitique (cliché 1) présentant des diaclases → circulation de l'eau dans les diaclases et altération progressive (cliché 4) → altération chimique et formation d'argiles et de fragments de roche mère altérés associés à des grains de quartz et de feldspaths (arène granitique du cliché 3) → érosion et transport de l'arène granitique libérant des boules de granites : chaos.

Cette question de cours a été survolée par les candidats. Dans l'ensemble, les connaissances n'ont pas été assez bien mobilisées et reliées au document proposé.

21. Décrivez le gradient vertical d'altération attendu dans le cas d'une altération par les eaux hydrothermales et celui attendu dans le cas d'une altération par les eaux météoriques.

Lors d'une altération par les eaux météoriques, le gradient d'altération est orienté de la surface vers la profondeur : l'altération est plus poussée en surface qu'en profondeur.

Lors d'une altération par les eaux hydrothermales, qui circulent chaudes en profondeur, on attend un gradient d'altération inverse : de la profondeur de contact entre les eaux hydrothermales et la surface.

Question généralement non traitée par les candidats. Peu sont arrivés à ce niveau du sujet et peu ont proposé ces deux gradients d'altération.

22. Sachant que, sous le climat actuel en Bretagne, l'altération de l'orthose donne surtout de l'illite ou de la smectite (autre minéral argileux), et un peu de kaolinite dans les zones les mieux drainées, proposez une hypothèse pour expliquer l'abondance de la kaolinite formée lors de l'altération du granite de Huelgoat en utilisant le document 15.

Sachant que la kaolinite est issue d'une altération poussée du granite (question 19) sous des climats chauds et humides (document 15), on peut proposer que la kaolinite de Bretagne proviendrait d'une altération par des eaux chaudes hydrothermales, car ce profil d'altération est incompatible avec le climat actuel.

Question mal comprise dans l'ensemble. Les candidats qui ont correctement interprété la question ont plutôt proposé un changement climatique expliquant une formation ancienne de kaolinite en Bretagne. Cette réponse, hors programme, a été valorisée dans l'évaluation, car cohérente.

23. À partir du diagramme de Goldschmidt du document 16, comparez la solubilité de Fe^{2+} et Fe^{3+} . Proposez une hypothèse pour expliquer la couleur de ces kaolins.

Placement des deux ions dans le diagramme → Fe^{2+} dans le domaine des cations hydratés, donc départ des ions possible en solution ; et Fe^{3+} dans le domaine des hydrolysats insolubles donc conservés dans la phase solide résiduelle.

On peut penser que les kaolins sont blancs, car les Fe^{2+} ont été lessivés et les Fe^{3+} ont été piégés dans la tourmaline.

Question très rarement réussie.

24. Expliquez en quoi le gisement d'argiles kaoliniques de la dépression de Toulven diffère des gisements de kaolin du massif d'Huelgoat quant aux conditions de formation et de dépôt. À partir du document 17, identifiez les deux types de zone dans lesquelles il vous semble intéressant de prospecter à la recherche de kaolin.

On a supposé que le gisement de Huelgoat proviendrait d'une altération par eaux chaudes hydrothermales. Dans le cas de la dépression de Toulven, on observe des grains de sable émoussés luisants, témoignant d'un transport par l'eau, associés aux kaolins. De plus, les minéraux présents peuvent être associés à des roches plutoniques distantes du gisement. On peut donc supposer que l'altération poussée des minéraux ayant permis la formation de kaolinite serait due à une circulation intense d'eau au contact du granite, qui aurait accéléré la réaction d'hydrolyse.

On pourrait donc chercher des kaolins au niveau de zones avec circulation hydrothermale connue, au niveau de points d'arrivée de cours d'eau, au niveau de granites en contact avec des eaux de surface circulantes.

Très peu de candidats sont arrivés jusqu'à cette question, et les réponses très succinctes n'étaient pas satisfaisantes.