

Devoir sur table n°1 – éléments de correction
SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Géologie – Durée conseillée : 1 h 45
Thème : les Causses du Quercy

Partie 1 : les argiles des Causses du Quercy

1.1. L'origine des argiles

Question 1a.

- Complétez le document 1 (cases laissées en blanc).
- Quelle est la signification de « TO » et TOT » ?

TO : tétraèdre-octaèdre ; une couche de tétraèdres (de silice) et une couche d'octaèdres (d'alumine) ; TOT : deux couche de tétraèdres (de silice) et une couche d'octaèdres (d'alumine).

Minéral	Formule chimique
Orthose	KAlSi_3O_8
Quartz	SiO_2

Document 1.

Attention aux confusions, courantes, entre roche et minéral !

Question 1b.

- Définissez brièvement les deux processus d'altération (chimique) des roches.

Les deux processus font intervenir l'eau

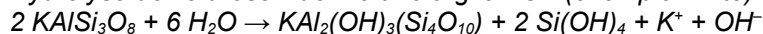
Dissolution : solvatation aqueuse de la totalité des ions composant le minéral ; exemple : calcite (CaCO_3)

Hydrolyse : solvatation aqueuse d'une partie des ions, les autres se réorganisant pour former un nouveau minéral, souvent un minéral argileux.

On attendait une **définition**, et non un **exemple**. La dissolution de la calcite est un **exemple**, et il n'y a pas que les calcaires qui sont solubles.

- En climat tempéré, quel est le principal minéral silicaté produit à partir de l'hydrolyse de l'orthose ? Ecrivez et équilibrez cette réaction d'hydrolyse.

Hydrolyse de l'orthose : donne une argile TOT (exemple : illite).



Attention à l'équilibre des réactions chimiques ! sur 40 copies, **aucune** n'a présenté un bilan équilibré !

- Calculez les rapports stoechiométriques du silicium sur l'aluminium chez le réactif (orthose) et chez le minéral silicaté produit, et déduisez-en le nom donné à ce processus.

Orthose : $\text{Si}/\text{Al} = 3$; illite : $\text{Si}/\text{Al} = 2$. Il s'agit donc de **BiSiAlitisation**, l'hydrolyse typique en climat tempéré.

Question 2. Commentez le document 2. En quoi permet-il d'expliquer les produits de la réaction d'hydrolyse de la question 1b ?

- K : soluble (libéré en solution) ;
- Al : insoluble (reste dans la fraction solide, en l'occurrence, dans l'illite) ;
- Si : à la limite de la zone soluble et insoluble : une partie part en solution ($\text{Si}(\text{OH})_4$) quand une autre reste dans la fraction solide (dans l'illite).

La question du K a souvent été bien traitée. En revanche, le comportement du Si doit être revu : il a un comportement particulier, puisqu'il est quasiment sur la limite entre cations insolubles et oxyanions solubles.

Attention à l'erreur consistant à dire que « l'aluminium est insoluble et apparaît donc dans le bilan » : dans un bilan chimique, **tout** apparaît, que ce soit solide, liquide, en solution, gazeux...

1.2. Des argiles dans les calcaires ?

Question 3.

- Rappelez ce qu'est une marne.

Marne : roche composée de quantités importantes de calcite et d'argile (entre 35 % et 65 % de calcite).

Moins d'un tiers des étudiants de la classe savent définir une marne ! c'est tout à fait anormal ! les cours de géologie doivent être **appris**, et notamment les **définitions apprises par cœur**.

- Comment peut-on expliquer l'alternance marno-calcaire dans le log stratigraphique ? on s'appuiera sur le document 3b.

Les minéraux argileux sont très fins (de l'ordre du micromètre, donc tout à fait à gauche dans le diagramme de Hjulström). Leur abondance dans une roche sédimentaire est donc le signe d'un hydrodynamisme extrêmement faible (vitesse du courant presque nulle). Les passées marneuses sont donc interprétées comme des périodes de **haut niveau marin** (hydrodynamisme nul), alors que les passées calcaires sont des périodes de **bas niveau marin** (hydrodynamisme plus fort, à cause de la houle, des marées...).

Cette question a très mal été réussie, en particulier pour des raisons d'échelle de temps : si beaucoup d'étudiants ont bien compris qu'il s'agissait de variation d'hydrodynamisme (hydrodynamisme plus faible pour les marnes que pour les calcaires), la raison de ces variations était souvent fantaisiste. Evoquer la rivière Lot **n'a absolument aucun sens** : nous sommes ici dans le cas d'un dépôt marin, qui a eu lieu au Jurassique (il y a ~200 Ma) !

Question 4. Analysez le tableau du document 4. Quelle propriété des argiles est mise en évidence dans ce document ?

On observe que le taux de percolation est d'autant plus grand que la richesse en argile est grande. Les argiles sont donc des minéraux qui confèrent aux sols une grande **imperméabilité**.

Cette question a fait l'objet de beaucoup de confusions dans le vocabulaire, en particulier la solubilité. La solubilité du calcaire est un phénomène qui se produit sur le temps très long (de l'ordre de 1 000 à 100 000 ans).

Question 5.

- Dans le tableau ci-dessous, complétez les légendes du document 5b.
- Identifiez la structure du document 5a. Comment peut-on expliquer ses caractéristiques, en lien avec la question 4 ?

Il s'agit d'une doline. Elle est formée par infiltration d'eau et dissolution de la calcite ; l'argile (insoluble) s'accumule au fur et à mesure, et le niveau du sol descend (par dissolution de la calcite). Par augmentation du taux d'argile, le sol devient de plus en plus imperméable : il peut donc mieux retenir l'eau, ce qui favorise la survie des végétaux (herbe plus verte qu'en dehors de la doline).

Les documents doivent être **décrits** ! On pouvait facilement déduire que la doline était plus humide, si on avait remarqué que l'herbe y était plus verte qu'ailleurs.

numéro	nom
1	cours d'eau
2	perte
3	aven/gouffre
4	doline
5	grotte/cavité
6	stalactite
7	stalagmite
8	lac souterrain
9	diacalse/fissure
10	résurgence

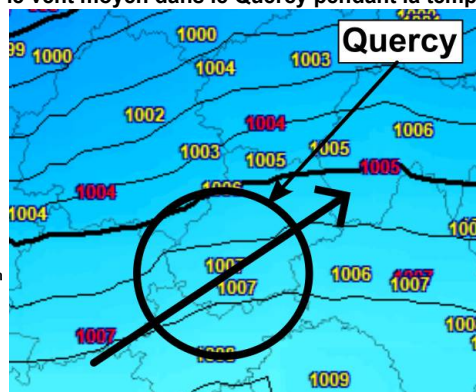
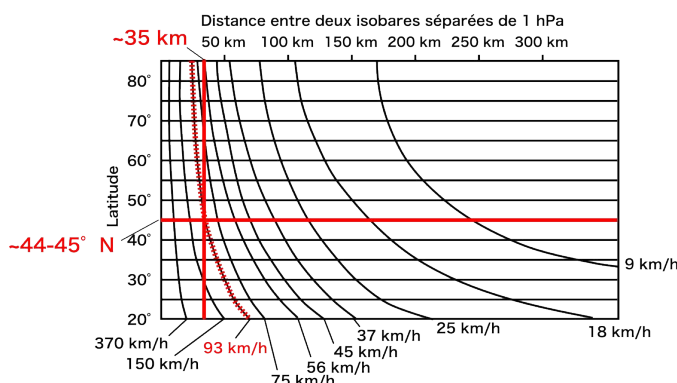
Partie 2 : le climat des Causses du Quercy

Question 6.

- A l'aide de l'échelle géostrophique (document 6a) et de la carte du document 6b, déterminez la vitesse moyenne des vents dans le Quercy pendant la tempête Herminia.

Cf. échelle géostrophique annotée. On trouve un vent de l'ordre de 93 km/h, ce qui est important (cela signifie que les rafales peuvent être beaucoup plus intenses).

- Sur la carte du document 6b, représentez par un vecteur le vent moyen dans le Quercy pendant la tempête Herminia.



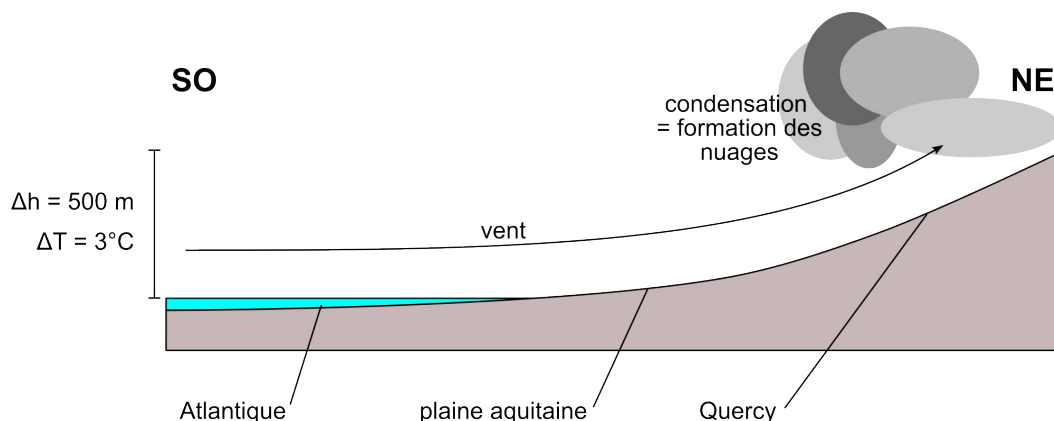
20 km/h
→

Le vecteur est sub-parallèle aux isobares (géostrophie), légèrement sécant vers la dépression, de façon à ce que le vent tourne dans le sens antihoraire autour de la dépression (hémisphère Nord).

Dans beaucoup de copies, on lit que le vent vient de l'Ouest parce qu'on est en zone tempérée dans l'hémisphère Nord... c'est donc oublier que le vent change parfois de sens, et que les vents d'Ouest ne sont que les vents **dominants**. La seule façon de déterminer le sens du vent, c'est d'analyser le champ de pression.

Question 7. A l'aide de cette information et de vos connaissances sur la formation des nuages, proposez une explication au fait que le Quercy ait été particulièrement arrosé pendant la tempête Herminia. Votre réponse sera accompagnée d'un schéma. *En soufflant vers un relief, l'air humide (qui provient de l'atlantique) s'élève, ce qui provoque une baisse de sa température, et donc une condensation de la vapeur d'eau, à l'origine de la formation de nuages, et donc de précipitations.*

D'énormes confusions ont été faites ici. Un nuage n'est pas de la vapeur d'eau : ce sont des gouttelettes d'eau liquide. Si on a un nuage, c'est que de l'eau s'est déjà condensée ! Il faut donc expliquer cette condensation, et non partir du principe que l'air monte, comme par magie, en évoquant je ne sais quelle cellule de Hadley ou de Ferrel. Enfin, dire que les reliefs bloquent les nuages n'a aucun sens !



Biologie – Durée conseillée : 1 h 45

Thème : le phosphate chez les végétaux

Partie 1 : Conséquence d'une carence en phosphate sur le développement

Question 1. Analyser le document 1 dans la perspective de nutrition végétale en phosphate.

*Le sol est un milieu qui contient peu de phosphate : 66,6 mg.kg⁻¹ de sol dans l'horizon A et 47,3 g.kg⁻¹ de sol dans l'horizon B. Les phosphates sont en majorité (à 95 %) indisponibles pour la plante. **Le sol est donc pauvre en phosphates assimilables par la plante, surtout l'horizon B.***

Question 2. Fournir le nom de trois molécules biologiques distinctes où l'élément phosphore peut être présent. Préciser la structure chimique de l'une d'elles au choix.

ADN (acide nucléique), ATP (nucleotide), glucose-6-phosphate, phosphatidylcholine (lipide membranaire), NADP⁺ (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate)...

Beaucoup d'erreurs sur la structure d'un nucléotide : ne pas oublier le ribose !

Question 3. Nommer les cellules racinaires permettant l'absorption du phosphate et expliquer comment se fait cette absorption.

*Les cellules racinaires permettant l'absorption du phosphate sont les **poils absorbants**. Comme tout ion, le phosphate ne peut pas traverser directement la membrane plasmique de ces cellules. Les ions phosphate sont absorbés grâce à des transporteurs qui réalisent des transports actifs secondaires (symport avec des ions H⁺ ou antiport avec des ions OH⁻). Ces transports actifs utilisent le gradient électrochimique de protons mis en place préalablement par des pompes à protons.*

Question 4. Analyser le document 2 afin d'expliquer la réaction du végétal à un sol pauvre en phosphate.

Objectif : mettre en évidence la conséquence d'un sol pauvre en phosphate sur le développement de l'appareil racinaire

Observations :

- Dans un milieu riche en phosphate (témoin), la plante présente deux racines endogènes dès le jour 2 et six racines latérales sorties au jour 8.
- En revanche, dans un milieu pauvre en phosphate, la plante présente deux ramifications endogènes dès le jour 2 et 11 racines latérales sorties au jour 8.

*Interprétation : la carence en phosphate du sol **stimule la formation des racines latérales**.*

Hypothèse explicative : il existe probablement une molécule sensible à la concentration en phosphate, qui déclenche un développement des racines latérales en dessous d'un seuil critique de phosphate.

Hypothèse concernant le rôle de cette production de racines latérales : permettre à la plante de prélever le phosphate alors qu'il est peu abondant, ce qui représente une contrainte.

Question 5. Analyser le document 3 afin de comparer le fonctionnement de l'apex racinaire dans les deux types de milieux, pauvre ou riche en phosphate.

Principe de la technique utilisée : les marquages DR5::GUS, CycB1::GUS et pAtPT2::GUS permettent de détecter respectivement la présence d'auxine, la présence de la cycline B1, et la présence du transporteur à phosphate pAtPT2.

Observations et interprétation :

- (obs) En milieu riche en P, l'auxine est davantage présente à l'apex de la racine qu'en milieu pauvre en P. (inter) Donc la pénurie de P **active la production ou la migration de l'auxine vers l'apex**. On n'a pas assez d'informations pour dire si l'auxine est en concentrations permettant l'activation ou l'inhibition, ce qui pose problème. On admettra ici que l'auxine inhibe la croissance des racines, (hypo) il est donc probable que la pénurie de P **provoque l'activation de la croissance de la racine**.
- (obs) De même, la cycline B1 est davantage exprimée dans les cellules de l'apex de la racine en milieu riche qu'en milieu pauvre en P. (inter) Donc la pénurie de P **inhibe l'expression de la cycline B**. (hypo) Il est donc probable que le P **provoque l'activation des mitoses dans l'apex**.
- (obs) Au contraire, pAtPT2 est moins exprimé dans les cellules de l'apex de la racine en milieu riche qu'en milieu pauvre en P. (inter) Donc le P **inhibe l'expression de la pAtPT2**. (hypo) Il est donc probable que la pénurie de P soit responsable d'une meilleure capacité d'absorption du P.

Hypothèses explicatives/commentaire :

- La production de pAtPT2 permettrait de s'accommoder à un milieu pauvre en P
- La disparition de l'auxine (permettant donc la croissance) mais l'inhibition des mitoses semble contradictoire. On peut supposer un effet différent sur la racine principale et les racines latérales, ou un arrêt des mitoses associé à une auxèse importante des poils absorbants.

Dès qu'on parle d'auxine dans les racines, la vigilance s'impose. On ne peut pas dire « auxine donc croissance » ni « auxine donc inhibition de croissance. » Il faut relever qu'on n'a pas assez d'informations pour trancher, puisqu'on n'a pas de concentration. Il faut en tout cas évoquer la discussion.

Partie 2 : Les racines protéoïdes

Question 6. Analyser le document 4. Formuler une hypothèse expliquant la présence des racines protéoïdes.

Observations : on observe que la masse de la tige augmente avec la teneur en P (de 2,5 à 4,7 g) mais atteint un palier à partir de $5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de phosphate.

Interprétation : le P est responsable en partie de la production de la biomasse de la tige, ce qui est cohérent (c'est un nutriment essentiel des plantes).

Observation : on observe que les racines protéoïdes ne sont présentes que pour des concentrations en phosphate inférieures ou égales à $2,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$. Leur nombre diminue quand la teneur en P_i augmente jusqu'à $2,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$: elles sont au nombre d'environ 32 quand il n'y a pas de P_i ajouté, d'environ 14 pour $1 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de P_i ajouté.

Interprétation : la carence en P provoque la formation de racines protéoïdes.

Hypothèse : ces racines sont probablement une façon pour la plante de s'accommoder à un milieu carencé, ce qui lui permet de mieux absorber le P.

Question 7. Analyser les résultats obtenus dans le document 5-A et 5-B dans le système de culture à racines séparées afin de préciser les conséquences d'un appauvrissement en phosphate sur le développement de la plante

Observations : la masse sèche de tige est presque 4 fois supérieure lorsque les 2 racines sont en sol riche en Pi (environ 3.5 g.parte-1), par rapport à un sol sans Pi. Lorsqu'une moitié des racines est plongée en sol avec Pi, la masse de la tige est presque 3 fois supérieure à celle sans Pi (respectivement 3 et 1 g.parte⁻¹). La masse des racines est plus importante quand elles sont placées dans un milieu riche en phosphate.

Interprétation : le P est donc bien un nutriment responsable de la croissance des tiges, mais aussi des racines.

Observations : on observe qu'il y a davantage de racines protéoïdes quand les deux racines sont placées dans un milieu pauvre en phosphate (20 et 24 racines protéoïdes environ pour chacune des deux racines) que quand elles sont placées toutes les deux dans un milieu riche en phosphate (13 et 14 racines protéoïdes).

Interprétation : la carence en phosphate favorise la croissance des racines protéoïdes.

Attention de ne pas faire toutes les observations en bloc ! Interprétez au fur et à mesure, afin que la copie soit plus lisible, et le discours plus clair.

Question 8. Analyser la condition « -P +P » du document 5-B pour discuter du paradoxe par rapport au document 2.

Pour la condition -P/+P, il y a davantage de racines protéoïdes dans le compartiment **riche en P**, contrairement aux résultats du document 2.

Hypothèse explicative : il pourrait exister une **communication entre racines**, passant par les parties aériennes : la carence en P est détectée par la racine en milieu pauvre en P, un signal est envoyé qui passe à la racine du milieu riche en P qui, en réponse, produit davantage de racines protéoïdes. Cela permet à la plante de puiser du P là où il est le plus abondant. Ce messenger pourrait être une hormone végétale.

Les hypothèses proposées étaient souvent peu ambitieuses, même si beaucoup d'étudiants ont relevé que les racines protéoïdes dans le milieu +P permettaient une absorption optimisée.

3. Transfert de phosphate d'un champignon endomycorhizien aux cellules racinaires

Question 9. Analyser ces résultats expérimentaux. Formuler une hypothèse pour expliquer l'influence du pH sur l'influx de phosphate.

Objectif : vérifier que MtPT4 est bien un transporteur de phosphate et mettre en évidence l'influence du pH sur l'absorption de phosphate.

Observations : on observe un influx de phosphate dans les levures transfectées, et **pas** dans les cellules non transfectées.

Interprétation : MtPT4 est donc bien un transporteur de phosphate.

Observations : l'intensité du flux transmembranaire est fortement dépendante du pH : il est deux fois plus élevé à pH3 qu'à pH7 (respectivement 3200 et 1600 pmol.min⁻¹).

Interprétation : la baisse du pH (donc l'augmentation du gradient de pH) augmente l'efficacité de l'intensité de P entrant.

Hypothèse : de très nombreux transferts transmembranaires chez les végétaux sont dépendants du gradient de pH existant au niveau de la membrane plasmique. On peut poser l'hypothèse que le transfert de phosphate est couplé à un transfert de protons. Dans ce cas, compte tenu des conditions expérimentales (on mesure un influx et le pH est faible dans le milieu extracellulaire), il s'agirait d'un symport.

Question 10. Indiquer quelles sont les conditions d'expression des protéines MtPT1 et MtPT4. Justifier votre réponse.

Témoin de charge : il s'agit en théorie de MtPT1, mais sa qualité est très discutable (quasiment absent s'il n'y a pas de symbiose).

Observations : lorsque la plante se développe en présence du champignon, on peut supposer que l'association symbiotique se met en place. La protéine MtPT4 apparaît au bout de 3 semaines.

Interprétation : l'association avec le champignon mycorhizien induit l'expression du gène codant un MtPT4.

Question 11. Comparer le développement des arbuscules chez les plants sauvages et les plants mutés.

Observations : chez le sauvage, les arbuscules mesurent 25 µm de longueur et occupent près de 50% du volume délimité par la paroi de la cellule racinaire. Les cellules végétales sont faciles à repérer car les hyphes des champignons les colonisent toutes. Chez le mutant, les arbuscules sont 4 fois plus petits, et visiblement moins denses.

Interprétation : la pompe à protons HA-1 est responsable du développement des arbuscules.

Question 12. Analysez les résultats expérimentaux. L'hypothèse formulée à la question 9 est-elle validée ?

Observations : le phosphate radioactif est retrouvé dans la racine et surtout dans la tige (3,5 fois plus). La radioactivité est quasi nulle chez le mutant.

Interprétation : la pompe à protons HA-1 est indispensable au transfert de phosphate depuis l'extérieur vers la plante.

Commentaire : ce résultat va dans le sens de l'hypothèse posée à la question 9 : un gradient de protons serait utilisé par un transporteur membranaire de la cellule racinaire. Comme le transport est de type symport, cela suppose que le pH de l'espace péri-arbusculaire soit faible.

Question 13. D'après l'ensemble des documents étudiés dans la partie 3, proposer un modèle de transfert du phosphate de l'arbuscule à la cellule racinaire.

Le modèle suivant peut être proposé :

- l'association symbiotique induit l'expression du gène codant MtPT4 ;
- la pompe à protons HA-1 expulse des protons dans l'espace péri-arbusculaire ;
- cette sortie active entretient un gradient de protons ;
- les phosphates entrent en symport avec des protons grâce à MtPT4

On ne demandait pas explicitement un schéma, mais ceux qui en ont fait un ont été valorisés.

