

Devoir sur table n°1
SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS

Géologie – Durée conseillée : 1 h 45
Thème : l'urgonien

1. Biostratigraphie de l'urgonien

Question 1.

Q1a. Identifiez le groupe d'organismes vivants auquel appartiennent les fossiles représentés dans le document 1.

Ce sont des foraminifères (reconnaissables à leur test hélicoïdal, avec de nombreuses loges. Ils sont de grande taille quelques mm), donc ils sont benthiques.

Q1b. Placez le calcaire du doc 1b dans la classification de Dunham. Déduisez-en des caractéristiques de l'environnement de dépôt.

*Les particules sont jointives ou presque. Entre les particules, trouve une matrice. Il s'agit donc d'une **packstone**. Cela signe un milieu d'hydrodynamisme faible (une matrice est issue d'une boue calcaire, qui ne peut se déposer que dans un milieu peu agité).*

Question 2.

- **Q2a : à l'aide des documents 2a et 2b, déterminez les limites temporelles de l'urgonien. On veillera à exploiter la notion de fossile stratigraphique dans la réponse. On attend une justification rigoureuse.**

L'urgonien correspond aux trois unités supérieures (couche à Orbitolines, unité de Bellemotte, marnes de la Révolte). On y trouve 6 fossiles (O. cuvillieri, buccifer, kiliani, bricacensis, V. broennimanni, N. friburgensis). Certains de ces fossiles sont intéressants pour déterminer les limites temporelles de l'Urgonien, et sont donc des fossiles stratigraphiques.

- *N. friburgensis est présent dans les couches les plus anciennes (marnes de la Révolte), et apparaît au Barrémien inférieur, donc l'urgonien débute au plus tôt au Barrémien inférieur (mais peut-être plus tard).*
 - *O. bricacensis est présent dans les couches les plus récentes (couche à orbitolines), et disparaît à l'aptien supérieur, donc l'urgonien se termine au plus tard à l'aptien supérieur (mais peut-être plus tôt).*
 - *Parmi les 6 fossiles, V. broennimanni est le seul qui disparaît à la fin de l'aptien supérieur. Toute l'étendue stratigraphique où il est présent (les marnes de la révolte) sont donc strictement antérieures à l'aptien supérieur.*
 - *Bilan :*
 - *Pour les marnes de la Révolte, l'âge est compris entre le Barrémien inférieur (inclus) et l'aptien inférieur (inclus).*
 - *Pour l'unité de Bellemotte et la couche à Orbitolines, l'âge est compris entre le Barrémien inférieur (inclus) et l'aptien supérieur (inclus).*
 - *L'urgonien s'étend donc au maximum du Barrémien inférieur à l'aptien supérieur, mais l'intervalle peut être en réalité plus restreint : on manque de données.*
- **Q2b : sachant que le village d'Angles est situé à proximité directe de la ville de Barrême, quel lien pouvez-vous faire entre ce site et l'étage du Barrémien ?**

Barrême est un stratotype, localité utilisée pour nommer un étage.

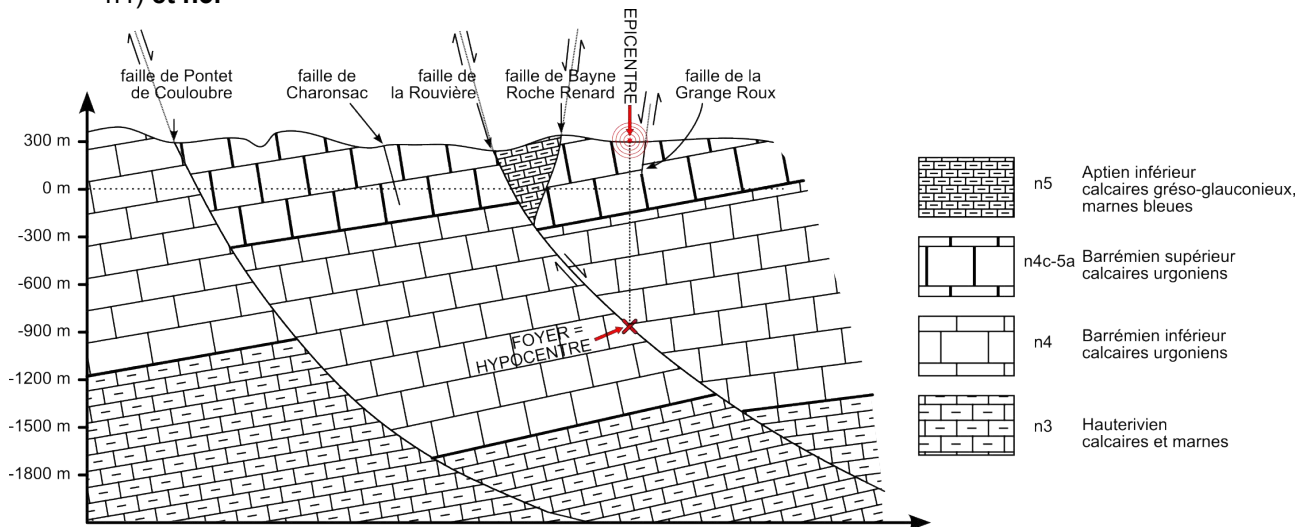
2. Rhéologie de l'urgonien et sismicité en vallée du Rhône

Question 3a. Sur la coupe géologique du document 3 (à rendre avec la copie), et à l'aide des arguments de la carte géologique :

- **A l'exception de la faille de Charonsac, indiquez par des flèches le jeu des autres 4 failles.**

Ce sont toutes des failles normales.

- Complétez la coupe en repérant les quatre formations n5 (n5b, n5c), n4c-5a, n4 (n4a-b, n4a, n4) et n3.



Question 3b. Sur la coupe du document 3, placez le foyer de ce séisme. Quelle faille a joué lors de ce séisme ?

C'est la faille de la Rouvière qui a joué.

Question 3c. A l'aide de la sphère focale, déterminez le jeu de la faille lors du séisme du 11 novembre 2019. Commentez le résultat en lien avec votre réponse à la question 3a.

Il s'agit d'un mécanisme inverse, ce qui est a priori en contradiction avec la réponse à la question 3a. Une faille historiquement normale peut jouer en inverse si les contraintes ont changé.

Question 4a. Rappelez le principe de l'interférométrie radar.

Un satellite survole une région deux fois, une fois avant et une fois après le séisme. Un faisceau d'ondes électromagnétiques (ici, des microondes) est envoyé par le satellite, et est réfléchi par la surface. Le satellite enregistre la phase φ (entre $-\pi$ et π) de l'onde qui revient. Pour chaque pixel, on calcule le déphasage entre les deux images $\Delta\varphi$. Les zones qui ne se sont pas du tout déplacées ont un déphasage nul. Un déphasage de 2π correspond à un déplacement d'une longueur d'onde (ici : 5,6 cm). Le nombre de bande donne la valeur du déplacement total.

Question 4b

- Déterminez la valeur approximative du déplacement maximal du bloc sud-est de la faille, en explicitant ce raisonnement.

On a un déplacement correspondant au maximum à 4 phases, dont à $4 \times 5,6 = 22,4$ cm.

- En exploitant la réponse à la question 3c, ce mouvement est-il vers le haut ou vers le bas ?

Comme le jeu est inverse, c'est un déplacement vers le haut du bloc SE.

Question 4c. Rappelez ce qu'est la magnitude de moment d'un séisme. En quoi les données InSAR peuvent-elles permettre de préciser le calcul de cette magnitude ?

On va désormais tenter de comprendre pourquoi un séisme a pu avoir lieu dans cette région.

Question 5a.

- Décrivez et interprétez les résultats de l'expérience du document 5. Quel est l'effet de la température sur le comportement rhéologique du calcaire urgonien ?

- 25°C et 300°C : les résultats sont très proches. Au fur et à mesure que la déformation ϵ augmente, la contrainte σ augmente, d'une façon à peu près linéaire. Il s'agit de la phase élastique de la déformation. Dans chacun des deux cas, la roche se rompt avant même la transition vers la phase plastique.
- 700°C : après une courte phase linéaire, la pente est de plus en plus faible : on passe alors dans une phase de déformation plastique. Elle se prolonge par la rupture de la roche, mais cette rupture se fait à une déformation deux fois plus grande que pour 25°C et 300°C (0,012 mm contre 0,06-0,07 mm)
- 800°C : la transition élastique plastique se fait dès le début de la déformation, à 0,01 mm. La pente devient vite sub-horizontale, donc la déformation se prolonge sans que la contrainte n'augmente : la roche est alors dans une phase de fluage. On n'observe pas de déformation.

Bilan : la roche est d'autant plus ductile que la température augmente, mais reste cassante jusqu'à 700°C. A partir de 800°C, elle est ductile.

Question 5b.

- **Rappelez la définition du gradient géothermique. Donnez sa valeur pour une croûte continentale normale.**

C'est la valeur de variation de la température T en fonction de la profondeur z , soit $\frac{dT}{dz}$. Pour la croûte continentale, sa valeur est de 30 K.km^{-1} .

- **Sachant que la température moyenne de surface en moyenne vallée du Rhône est de 15°C, déterminez la température au niveau du foyer du séisme du 11 novembre 2019.**

Le foyer est à une profondeur $h = 1 \text{ km}$, donc la température est de $T(h) = T_0 + h \frac{dT}{dz} = 15 + 1 \times 30 = 45^\circ \text{C}$, avec T_0 la température de surface.

- **En quoi ces résultats permettent-ils d'expliquer l'occurrence d'un séisme à cet endroit ?**

A cette température, le comportement rhéologique de l'urgonien est cassant, ce qui explique qu'une contrainte puisse provoquer une rupture, donc un séisme.

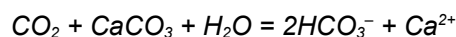
3. L'érosion de l'urgonien

Question 6. Décrivez la photographie du document 6, et déduisez-en une caractéristique importante du calcaire urgonien en terme de résistance vis-à-vis de l'érosion.

On observe une falaise supérieure très abrupte (urgonien inférieur), qui surmonte une zone à pente beaucoup plus faible (~30-40°, Barrémien inférieur et Hauterivien). Les pentes sont d'autant plus fortes que les terrains sont résistants à l'érosion. L'urgonien est donc très résistant à l'érosion.

Question 7. Nommez deux structures visibles sur la photographie du document 7. Quel est leur mode de formation ? votre réponse utilisera l'équation de l'équilibre des carbonates.

On observe des stalactites (fines colonnes descendant du toit de la grotte) et des stalagmites (colonnes épaisses montant depuis le sol). Il s'agit de concrétions dues à la précipitation de calcite, que l'on peut expliquer grâce à l'équilibre des carbonates :



En surface, les eaux d'infiltration traversent un sol riche en CO_2 (respiration des organismes vivants), ce qui provoque la dissolution du calcaire, et charge l'eau en ions 2HCO_3^- et Ca^{2+} . En profondeur, le taux de CO_2 est faible, et le dégazage déplace l'équilibre dans l'autre sens : on a alors dépôt de calcite autour des gouttes qui s'écoulent depuis la surface, et formation la diversité des concrétions observées.

Question 1. Légender le document (et l'insérer dans votre copie). Préciser quelle est l'information apportée par ce cliché sur l'action des bactéries du rumen.

Observation et interprétation : les flèches pointent vers des microorganismes. Vu l'échelle fournie, ce sont des organismes procaryotes (Bactéries ou Archées). Les unicellulaires Eucaryotes sont 10 à 100 fois plus grands.

Observation et interprétation : sur la gauche de la photo, on voit un microorganisme qui côtoie une portion de parois végétale visiblement dégradé. C'est donc probablement ce microorganisme qui a dégradé partiellement une fibre végétale.

Bilan : le rumen contient plusieurs types de microorganismes. On émet l'hypothèse que cette biodiversité est nécessaire à la digestion des végétaux consommés.

Question 2. À partir de vos connaissances, repérer et légender les principaux tissus observables sur le cliché "a" ci-dessus. En comparant les deux clichés ("a" et "b"), émettre une hypothèse sur les tissus dégradés préférentiellement par les bactéries du rumen.

Légendes apportées sur le document supérieur : épiderme supérieur, épiderme inférieur, parenchyme chlorophyllien, faisceau conducteur (donc xylème et phloème), nervure principale, nervure secondaire.

Légendes apportées sur le document inférieur : faisceau conducteur (phloème absent).

Observation : après action des bactéries, la plupart des tissus ont disparu, mais pas le xylème.

Interprétation : les bactéries du rumen dégradent préférentiellement les tissus dont les parois sont riches en cellulose, mais ont des difficultés à dégrader la lignine.

Hypothèse : on peut supposer que les bactéries du rumen possèdent les enzymes nécessaires pour dégrader la cellulose et non celles pour dégrader la lignine.

Question 3. Interpréter les résultats présentés dans le graphique du document 1.1.C. Préciser si ces résultats sont en accord avec les documents précédents. Quelle critique peut-on faire de ce document

Observations : la digestibilité des parois est inversement proportionnelle à la richesse en lignine.

Interprétation : la lignine est mal dégradée / digérée par les bactéries du rumen. C'est une confirmation de l'analyse du document 1.1.B.

Critique du document : pas de barres d'incertitude, ce qui questionne la validité des résultats.

Question 4. Décrire et interpréter les résultats.

Observations : on observe une diminution de la quantité de cellulose, jusqu'à atteindre environ 50 % de la quantité initiale. Ce phénomène est lent : il commence au bout de 3 jours environ et dure ensuite 9 jours.

Interprétation : donc les champignons anaérobies dégradent la cellulose, cependant avec une efficacité modérée.

Observations : on observe une augmentation de la concentration en diverses petites molécules organiques, ainsi qu'en CO₂ et H₂, alors que leur concentration initiale est nulle. On note que la cinétique de dégradation de la cellulose et les cinétiques de production des produits évoluent de façon opposée / sont « en miroir ».

Interprétation : les champignons dégradent la cellulose des parois des cellules végétales, et cette dégradation de la cellulose aboutit aux différentes molécules produites. Cela se produit certainement en fermentant, car l'O₂ n'est pas présent (anaérobiose).

Question 5. Comparer la dégradation de la cellulose dans les conditions expérimentales du document 1-2-B et du document 1-2-A. En utilisant le document préliminaire page 1, proposer des hypothèses concernant les relations entre champignons et archées méthanogènes permettant d'expliquer les différences observées quant aux produits formés au cours des deux expériences.

Compréhension du protocole : On teste l'influence d'une nouvelle espèce sur la digestibilité de la cellulose.

Observations : Les résultats sont similaires à première vue, mais on note des différences :

- la dégradation de la cellulose (début à 48 h et fin à 125 h) est plus rapide et plus complète (80 %) ;
- un produit est formé en majorité, l'acétate et en plus grande quantité (250 μmol \rightarrow \sim 800 μmol soit \sim 3 fois plus) ;
- certains produits sont formés en plus faible quantité (lactate, formate, H_2) tandis que d'autres apparaissent (CH_4).

Interprétation : l'ajout d'Archées a permis d'améliorer la dégradation de la cellulose et a modifié la variété de produits formés. On propose que les Archées coopèrent avec les champignons dans l'utilisation des matières végétales absorbés par la vache. Les champignons dégradent la cellulose en H_2 et en acides gras volatils, dont le formate. Le formate est métabolisé par les archées méthanogènes en CO_2 , et et l' H_2 réagit avec une partie du CO_2 pour donner du CH_4 .

Question 6. Interpréter le document 1-2-C. Emettre des hypothèses quant aux relations interspécifiques entre les champignons et les bactéries.

Compréhension du protocole : on cherche à mettre en évidence les relations entre champignons et bactéries méthanogènes du rumen, en ajoutant à une culture de champignon seul (le témoin) diverses espèces d'Archées, et en comparant pour les différentes situations l'efficacité métabolique (dégradation de la cellulose).

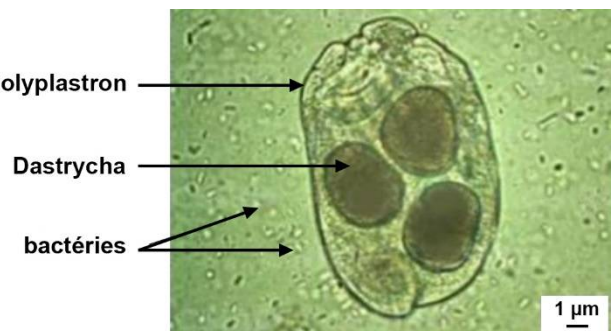
Observations & Interprétation :

- champignon seul : on observe une dégradation rapide initialement, et qui s'infléchit pour atteindre finalement près de 100 % de dégradation au bout de 10 jours.
- Champignon + *Ruminococcus flavefaciens* : l'allure est la même, mais la régradation est plus rapide que pour le témoin (on atteint près de 100 % de dégradation en 6 jours seulement).
 - On en déduit que l'association champignon-*R. flavefaciens* permet une dégradation plus rapide : il y a donc **coopération**.
- Champignon + *Selenomonas ruminantium* : la vitesse de dégradation est inférieure à celle du témoin, et se stabilise à 80 % de la quantité initiale à 10 jours.
 - On en déduit que l'association champignon-*S. ruminantium* empêche une dégradation efficace. Il y a donc **compétition ou prédation**.

Question 7. À partir des informations apportées au début du document 1-3-A, légénder le cliché (et l'insérer dans votre copie) et l'interpréter en termes de relations interspécifiques.

Observations : légendes ajoutées sur le cliché.

Interprétation : Les Ciliés de l'espèce *Polyplastron* se nourrissent des Ciliés de l'espèce *Dastrycha*, ou les deux espèces sont en symbiose.



Question 8. Proposer des hypothèses explicatives quant à la dynamique des populations de ciliés du rumen.

Compréhension du protocole : on essaie de mettre en évidence les différents types de relations interspécifiques entre Ciliés dans le rumen. L'ajout d'une espèce après l'autre permet d'isoler les relations interspécifiques.

Observations & Interprétation :

Culture a : la population d'*Isotricha* diminue puis se stabilise après ajout d'individus de l'espèce *Polyplastron* dont l'effectif augmente puis se stabilise. On peut formuler l'hypothèse qu'il s'agirait d'une relation de **compétition** pour la ressource présente dans le rumen.

Culture b : la population de *Polyplastron* diminue puis se stabilise après ajout d'individus de l'espèce *Isotricha* dont l'effectif augmente puis se stabilise. L'hypothèse formulée pour la culture a est donc toujours vraisemblable avec cette nouvelle expérience.

Culture c : la population d'*Entodinium* est nombreuse et disparaît brutalement après ajout de l'espèce *Polyplastron* lorsque le milieu contient amidon et fourrage. La population de *Polyplastron* augmente puis se stabilise. On peut formuler l'hypothèse qu'il s'agirait d'une relation de **prédation** de *Polyplastron* sur *Entodinium*.

Question 11. L'arbre proposé n'est pas enraciné : qu'aurait-il fallu faire pour y remédier ?

Il aurait fallu utiliser un groupe externe.

Question 12. Comparez les deux arbres obtenus. Précisez quelles données supplémentaires sont fournies par ce second arbre.

Comparaison des deux arbres : les deux arbres donnent les mêmes résultats. Données supplémentaires : l'arbre est enraciné, les longueurs des branches donnent une quantification de la proximité génétique.