

Devoir surveillé n°7

Samedi 14 mai 2022

Épreuve d'analyse de documents de géologie

durée : 2 heures

Thème 1 – Étude de structures tectoniques

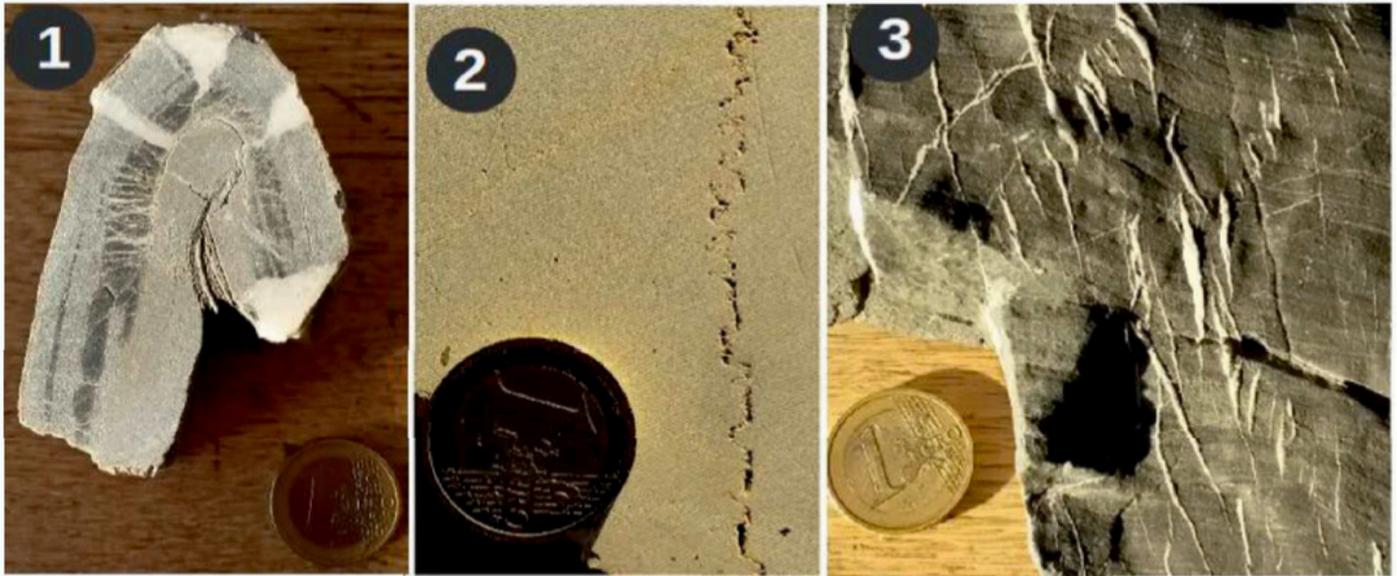
Nous chercherons à caractériser différentes structures tectoniques puis nous utiliserons la rhéologie expérimentale pour comprendre les facteurs qui agissent sur la déformation des roches.



Document 1 – Photographie d'un affleurement situé près de Saint Jean de Luz (baie de Loya)

Question 1

- Définissez les termes de déformations élastique, plastique et cassante d'une roche.
- Définissez la notion de contrainte.
- Réalisez un schéma titré et légendé de l'affleurement photographié dans le document 1. Schématisez également l'ellipsoïde des déformations finies, en justifiant.
- À quelle(s) condition(s) peut-on déduire l'ellipsoïde des contraintes à partir de l'ellipsoïde des déformations finies ?
- Représentez l'ellipsoïde des contraintes sur votre schéma. Vous préciserez les significations de σ_1 , σ_2 et σ_3 .



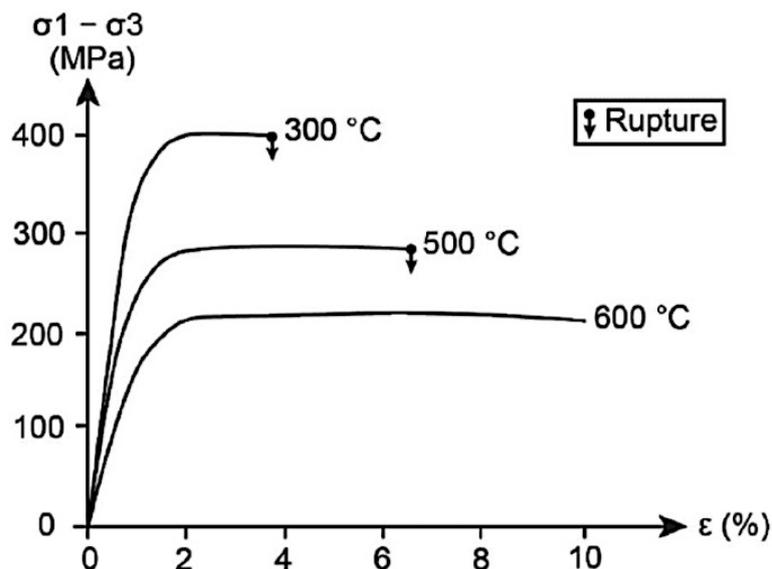
Document 2 – Photographie de 3 microstructures tectoniques dans des roches carbonatées.
Les pièces de 1 euro donnent l'échelle (2,3 cm de diamètre).

Question 2

- Nommez chaque microstructure tectonique du document 2. Vous préciserez si la déformation est cassante et/ou ductile.
- Ajoutez sur le document 2.2 reproduit en annexe, l'ellipsoïde des déformations finies correspondant à l'échantillon 2.
- Donnez la réaction chimique de la dissolution d'un carbonate calcique.

Question 3

- Identifier le domaine élastique et le domaine plastique sur le graphique du document 3, **représenté dans l'annexe à compléter et à rendre avec la copie.**



Document 4 – Expériences rhéologiques en presse triaxiale sur un cylindre de roche soumis à différentes températures. Seule la température varie lors des expériences, entre 300 et 600°C.

- Analyser le document 4 afin de caractériser l'effet de la température sur la déformation du cylindre de roche.
- Présenter et expliquer le profil rhéologique de la croûte continentale à partir des données du document 4 (un schéma est attendu).

Le Massif des Maures est une région provençale qui présente une grande diversité de structures lithologiques, parmi lesquelles se trouvent de nombreuses roches métamorphiques.

Le document 5 présente une lame mince réalisée dans le plan défini par les axes X et Z de la déformation.



Document 5 - Photographie de lame mince prise au microscope optique en lumière polarisée non analysée d'une roche métamorphique semblable à certaines roches du Massif des Maures. Les gros minéraux globulaires sont des grenats.

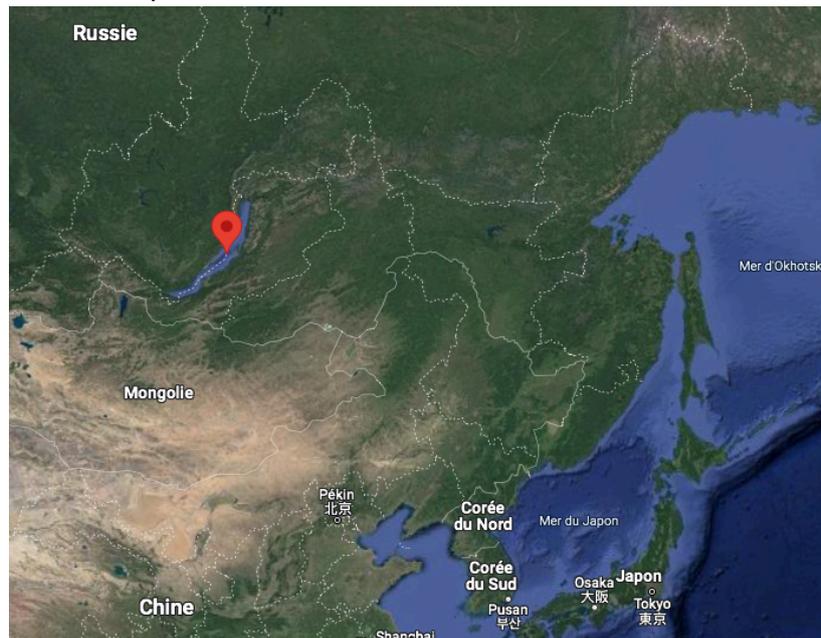
Question 4

a) Décrivez à l'aide d'un dessin légendé la déformation visible et représentez l'ellipsoïde de la déformation sur votre dessin. De quel type de déformation ce document est-il caractéristique et dans quelles conditions s'est-elle effectuée ?

b) Est-il possible ici de déterminer des axes principaux de la contrainte ?

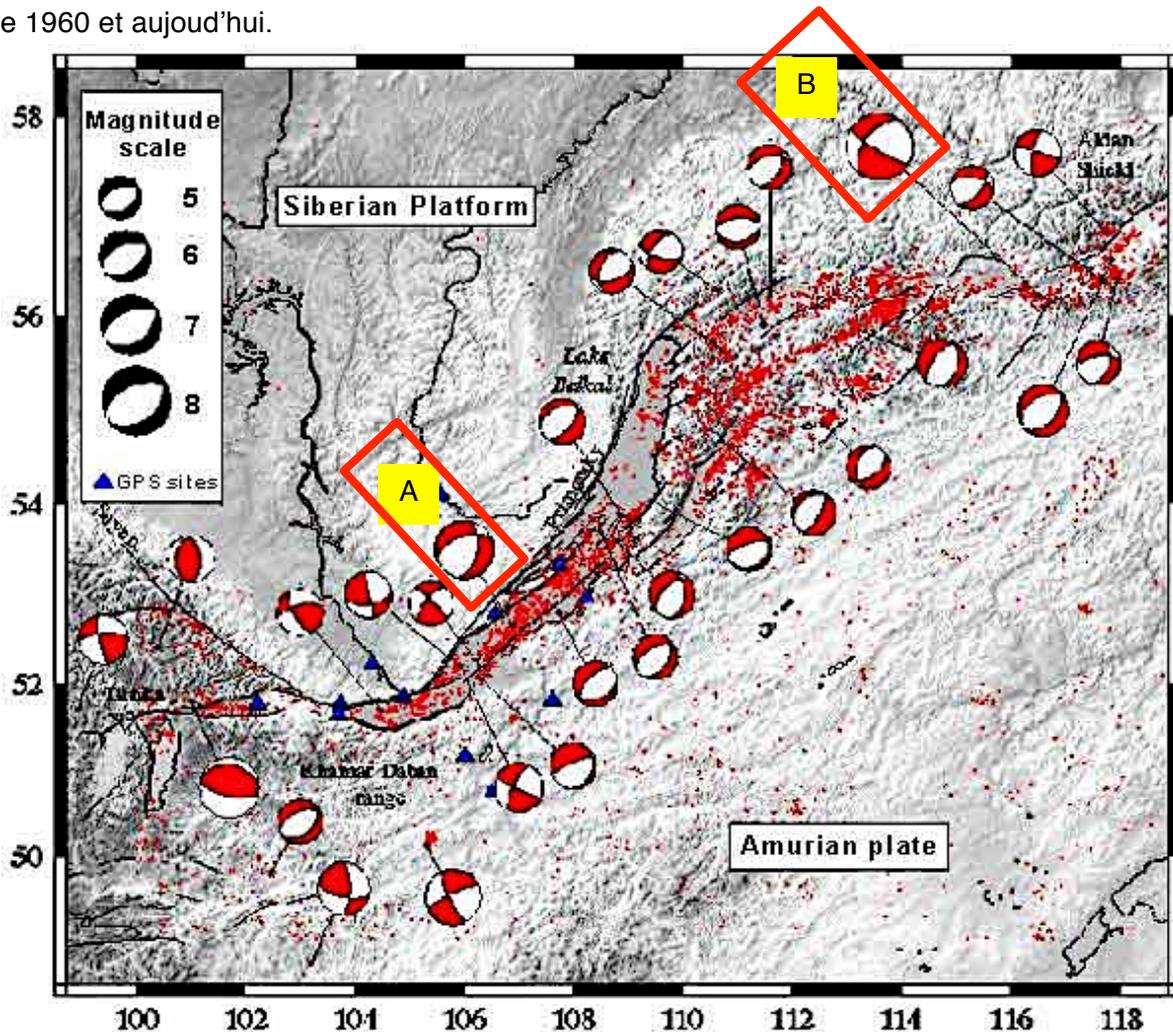
Thème 2 – Le lac Baïkal

Le lac Baïkal occupe une vaste dépression, au Nord de l'Asie. Il mesure 650 km de long et 30 à 70 km de large. Il atteint une profondeur supérieure à 1500 m.



Extrait de Google Earth (document non à l'étude) montrant la localisation du Lac Baïkal (repère rouge)

Le document 1 montre la carte de sismicité de la région. Chaque point est un épicentre de séisme qui a lieu entre 1960 et aujourd'hui.



Document 1 – Carte de sismicité depuis 1960

Question 1

a) Comment s'appellent et que représentent les formes rondes rouges et blanches ?

b) Analysez les figures A et B encadrées sur la carte.

c) Que suggère l'ensemble des données sismiques du document 1 quant au contexte tectonique de la région ? Quel objet géologique représente le lac Baïkal ?



*Document 2 - Image montrant le détail de la topographie de la rive Nord-Ouest du lac.
La région Nord-Ouest montre des montagnes couvertes de neige (certaines atteignent 2900 m d'altitude),
et à leur pied des sédiments déposés récemment, dans lesquels creusent des rivières*

Question 2 - En tenant compte de votre interprétation du document 1, proposez une origine à la surface topographique de la rive Nord.

Thème 3 – Origine de quelques roches d’Auvergne

Ce thème a pour objectif de comprendre la mise en place de différentes roches situées en Auvergne et d’expliquer le lien entre elles.

Le diagramme de Hjulström, donné en annexe, servira de document de référence tout au long de ce thème. Il n’est pas à analyser pour lui même.

Les roches et affleurements étudiés sont positionnés sur la figure 1.1.

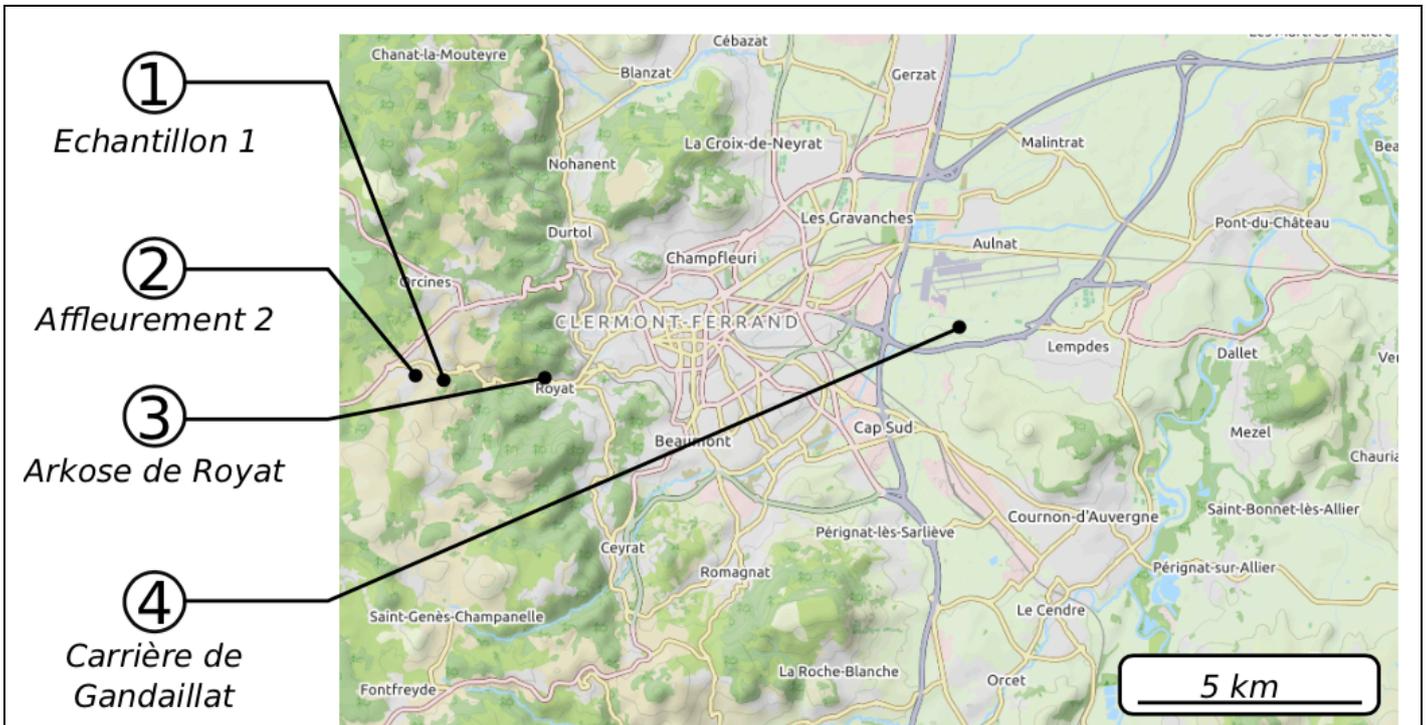


Figure 1.1. Localisation des échantillons et affleurements étudiés

Les numéros renvoient aux différents échantillons étudiés dans cette partie. Carte : OpenStreetMap

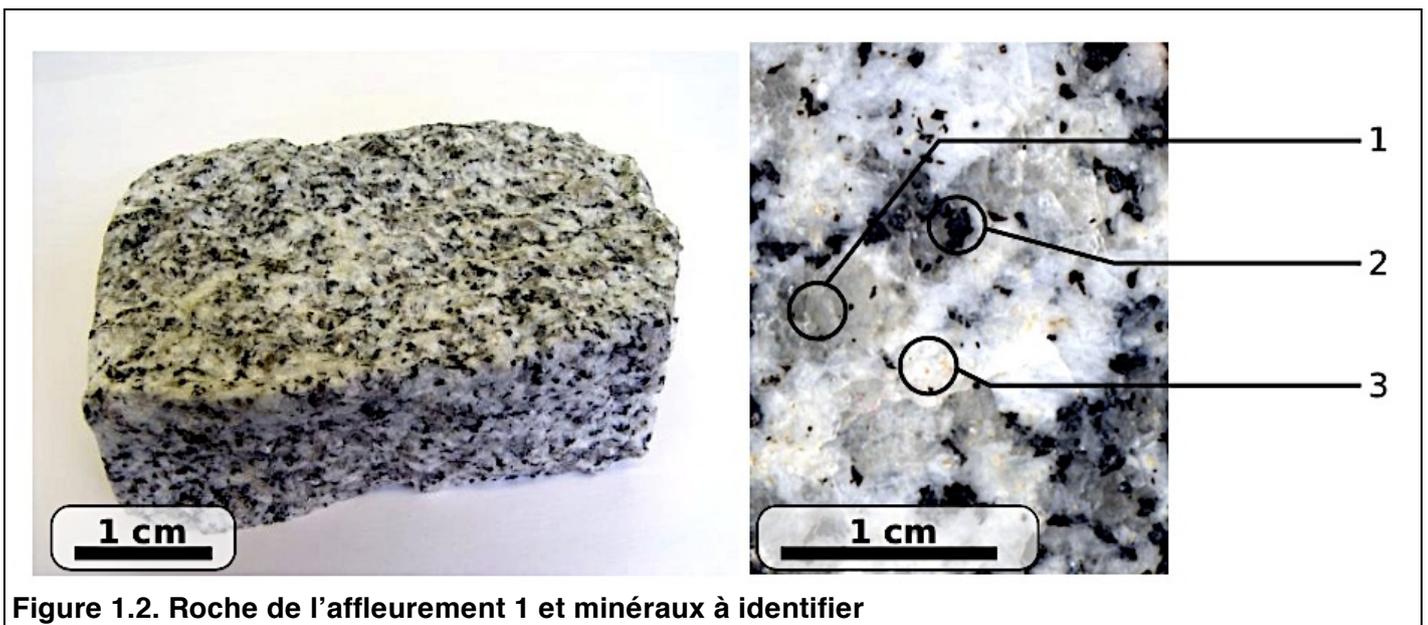


Figure 1.2. Roche de l’affleurement 1 et minéraux à identifier

Question 1 - Nommez les trois minéraux indiqués, puis identifiez la roche et donnez les conditions de formation de ce type de roche.

Figure 1.3. Altération de l'anorthite, un feldspath calcique

Exemple de réaction d'altération de l'anorthite, un feldspath calcique, par l'eau. La kaolinite est une argile insoluble dans l'eau à $\text{pH} > 4$.



Question 2

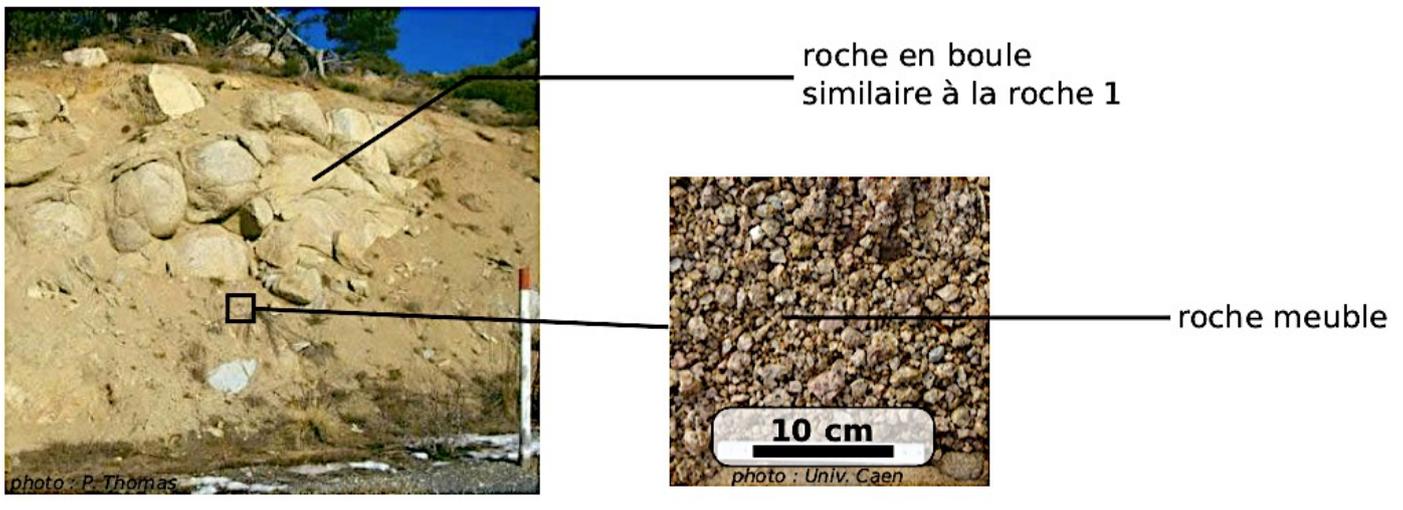
a) Nommez la réaction chimique d'altération.

b) Précisez le type d'argile auquel appartient la kaolinite en justifiant votre réponse. Citez une argile de structure différente en précisant son nom et son type.

c) Identifiez la phase migratrice et la phase résiduelle de la réaction 1.3.

Figure 1.4. Affleurement 2 – Arène dans une carrière du plateau des Dômes

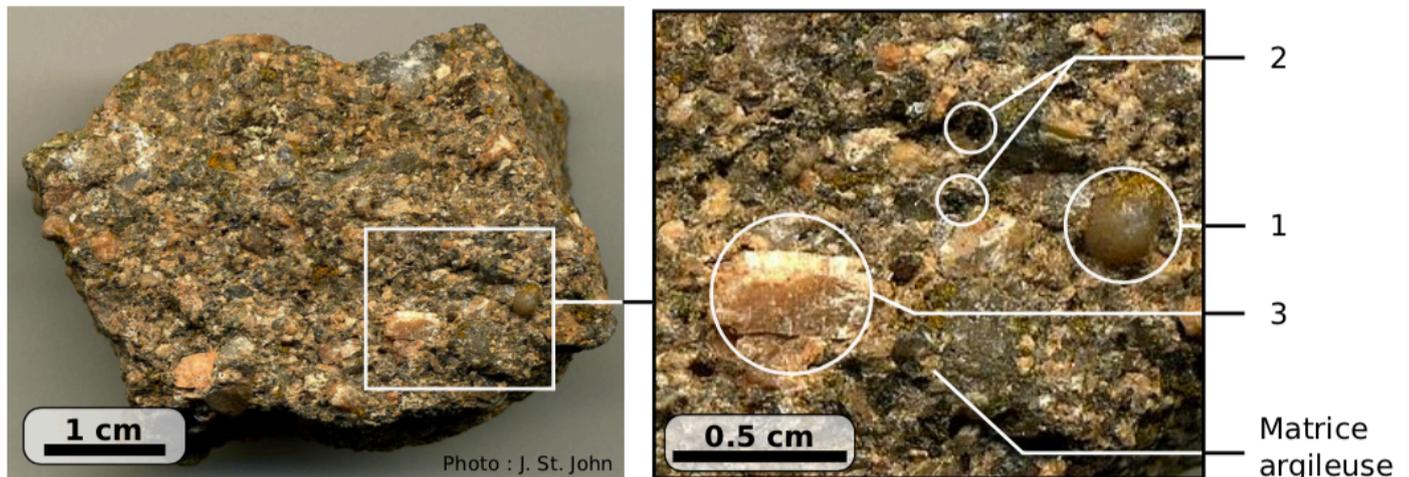
L'affleurement contient un assemblage de boules métriques, composées de roches équivalentes à celle présentée en figure 1.2. Au pied de ces boules et entre elles, on trouve une roche meuble. L'encart montre le contact entre les boules et la roche meuble.



Question 3 – Caractérissez l'affleurement 2 et expliquez son lien avec la roche de la figure 1.2 en vous basant sur la figure 1.3.

Figure 1.5 – Roche 3 : Arkose de Royat

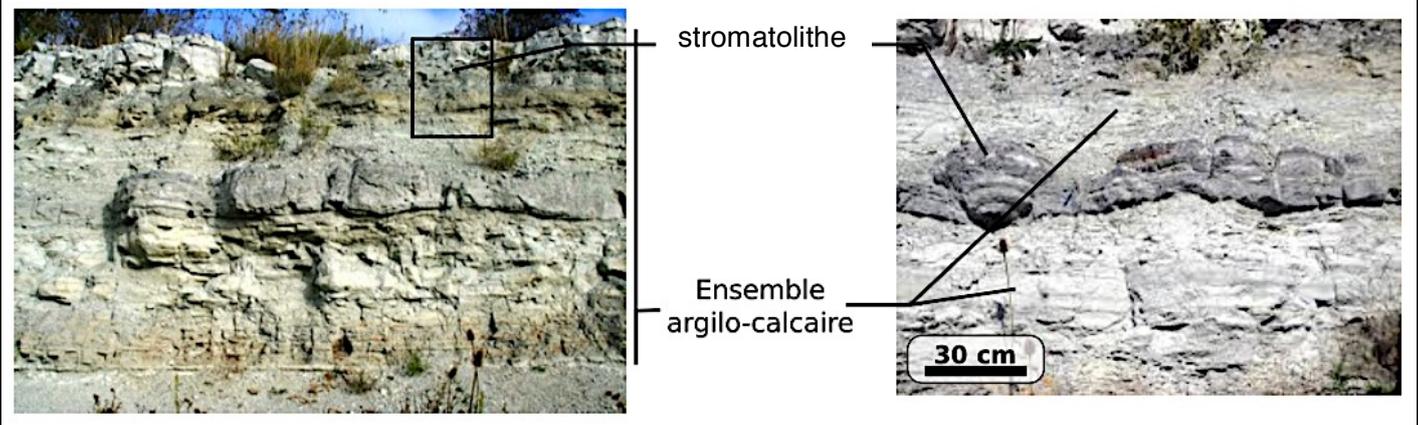
Les minéraux 1 à 3 sont les mêmes que ceux indiqués à la figure 1.2. Les grains sont liés entre eux par une matrice à dominante argileuse.



Question 4

- Décrivez la roche 3 et indiquez à quel type de roche elle appartient.
- Caractérissez la granulométrie de la roche de la figure 3 (taille des grains) et tirez en des conclusions en terme de tri et de transport des particules. Vos justifications s'appuieront sur le diagramme de Hjulström (document mis en annexe) que vous rendrez avec la copie.

Figure 1.6 – Affleurement 4 : carrière de Gandaillat



Question 5

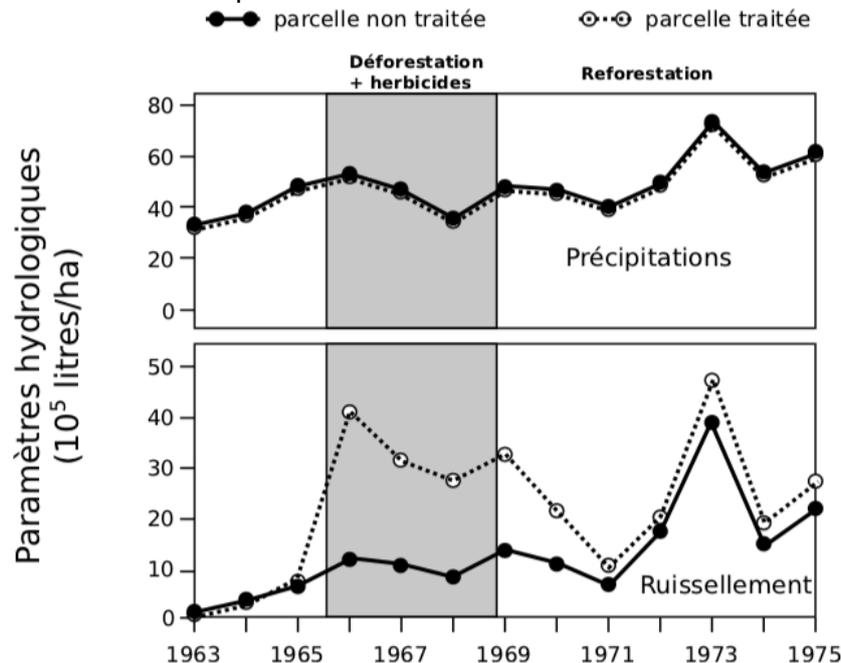
Expliquez ce qu'est un stromatolithe et reconstituez le milieu de sédimentation des roches de cet affleurement.

Thème 4 – Érosion, dépôts et dynamique d'un delta

Partie 1 - Impact de la déforestation sur l'érosion

Figure 1.1 – Effet de la déforestation sur le ruissellement

Deux parcelles adjacentes d'une forêt sont étudiées dans le temps, de 1963 à 1975. La première est laissée intacte, la seconde est défrichée en 1966, puis traitée pendant 3 ans à l'herbicide de manière à empêcher toute repousse de végétation (de 1966 à 1969). À partir de 1969, on laisse la parcelle évoluer sans intervention (reforestation naturelle). On mesure dans chaque parcelle la pluviométrie ainsi que le ruissellement de l'eau à la surface des parcelles.

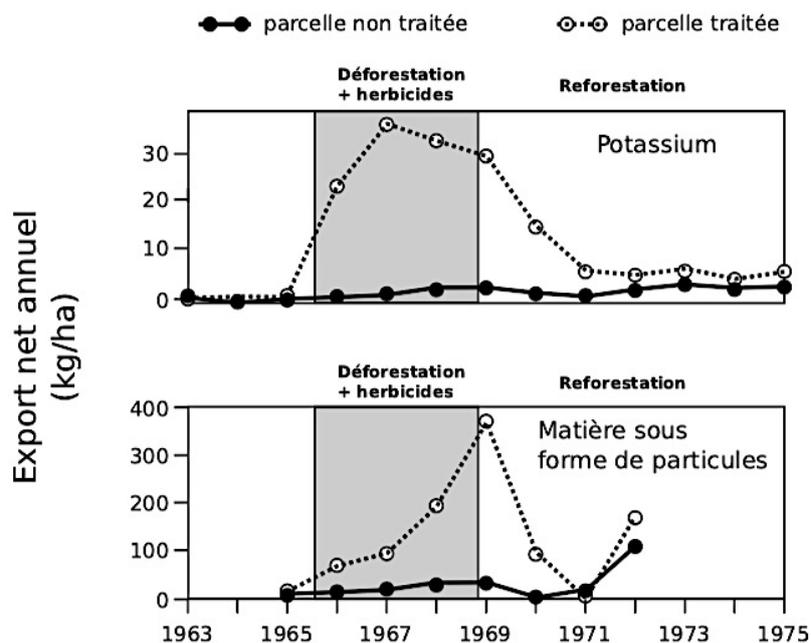


Question 1

Analysez la figure 2.1 pour montrer les liens entre précipitations, végétalisation et ruissellement.

Figure 1.2 – Effet de la déforestation sur l'export de matière

Dans l'eau ruisselant des parcelles présentées à la figure 2.1, on mesure la quantité de différents ions et de particules en suspension en fonction du temps.



Question 2

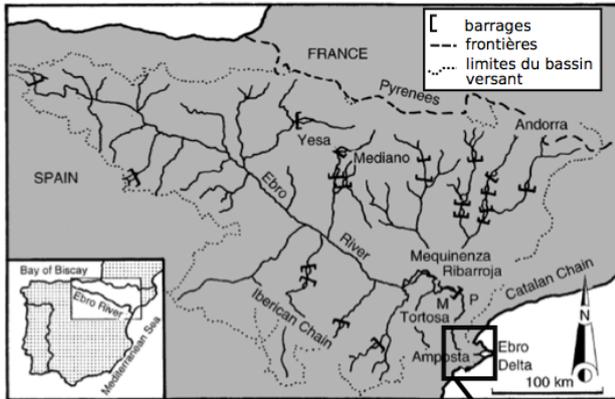
Analysez la figure 2.2 pour en tirer des conclusions sur l'effet de la végétation sur l'érosion d'une parcelle.

Partie 2 - Impact de l'anthropisation d'un bassin versant sur la dynamique d'un delta : le cas de l'Èbre

Le bassin versant d'un fleuve correspond à l'espace drainé par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cet espace converge vers un même point de sortie (estuaire ou delta par exemple). L'Èbre est le fleuve ayant le plus grand bassin versant de la péninsule Ibérique (figure 2.1). Ce fleuve débouche sur un delta, dont la morphologie a évolué au cours du temps.

FIGURE 2.1 – Bassin versant et morphologie du delta de l'Èbre

À gauche : bassin versant de l'Èbre et localisation des principaux barrages construits au XXème siècle. À droite : morphologie du delta de l'Èbre. Les lignes claires correspondent à des chemins bordés de canaux : elles montrent la position des chenaux connectés à l'Èbre, dédiés à l'alimentation en eau douce des rizières. Certains bancs de sable apparaissent clairs. Des marais, peu discernables des rizières, sont indiqués.



composition d'une image Venùs (CNES Août 2017) et Landsat (NASA, Janvier 2018)



On cherche ici à comprendre comment l'anthropisation du bassin versant de l'Èbre a pu avoir un impact majeur sur la morphologie de son delta au cours du temps.

Figure 2.2 – Évolution morphologique du delta de l'Èbre durant les 5 derniers siècles.

Les reconstitutions les plus anciennes sont basées sur des descriptions qualitatives tirées de textes historiques.

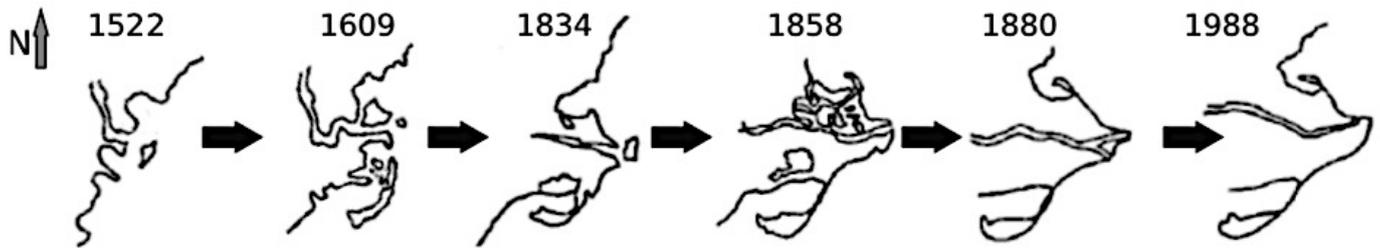
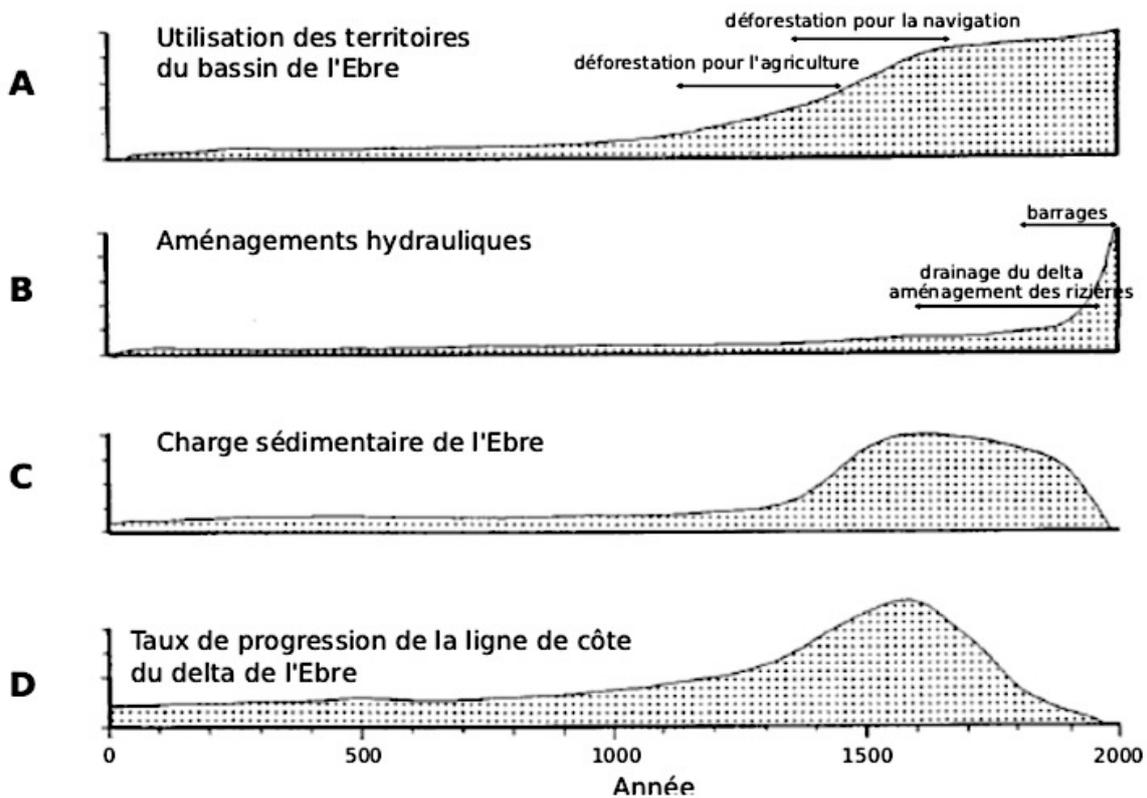


Figure 2.3 – Importance relative estimée de quelques facteurs contrôlant la dynamique du delta de l'Èbre

Les échelles sont seulement qualitatives.

La valeur de la charge sédimentaire de l'Èbre correspond au volume de sédiments transporté par le fleuve par unité de temps.

Les opérations de drainage du delta ont pour objectif de faciliter la culture dans le delta et consistent en la construction de nombreux canaux permettant d'acheminer l'eau jusqu'aux rizières, où elle stagne (voir figure 2.1).



Question 3

En vous basant sur les figures 3.2 et 3.3 ainsi que sur vos conclusions tirées de l'analyse de la figure 1.9, vous expliquerez l'évolution morphologique du delta de l'Èbre de 1522 jusqu'à 1858. Nommez précisément l'évolution observée de la ligne de côte durant cette période.

Question 4

En vous basant sur les figures 2.1, 2.2 et 3.3 ainsi que sur le diagramme de Hjulström (document préliminaire 1), vous expliquerez l'évolution morphologique du delta de 1858 jusqu'à 1988 en distinguant 2 périodes.

En 2015, le Delta de l'Èbre a subi une inondation extrême. Cette inondation est la conséquence de deux phénomènes : une crue de l'Èbre due à des précipitations importantes dans son bassin versant, et une tempête ayant touché cette partie de la mer Méditerranée.

En 2020, l'altitude moyenne au cœur du delta est d'environ 2 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Cette altitude est amenée à varier au cours des 100 prochaines années pour deux raisons :

- les modèles de prévision d'augmentation du niveau de la mer suite aux modifications climatiques globales prévoient une augmentation d'environ 1 mètre du niveau de la mer ;
- les mesures de l'enfoncement du delta suite à la compaction des sédiments déposés par l'Èbre, montrent que le delta s'enfonce d'environ 0,5 cm par an.

L'effet des marées est modeste en Méditerranée mais peut atteindre 1 m lors des plus fortes marées.

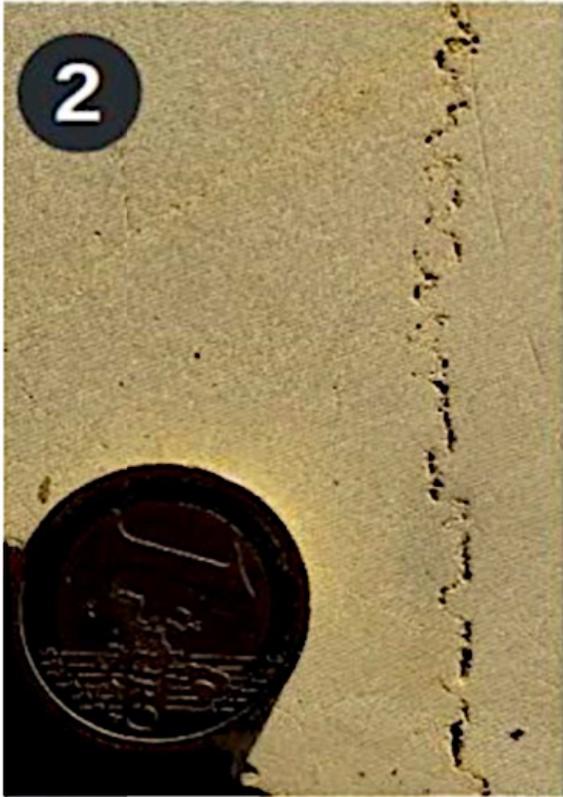
Question 5

Nommez le phénomène d'enfoncement du delta.

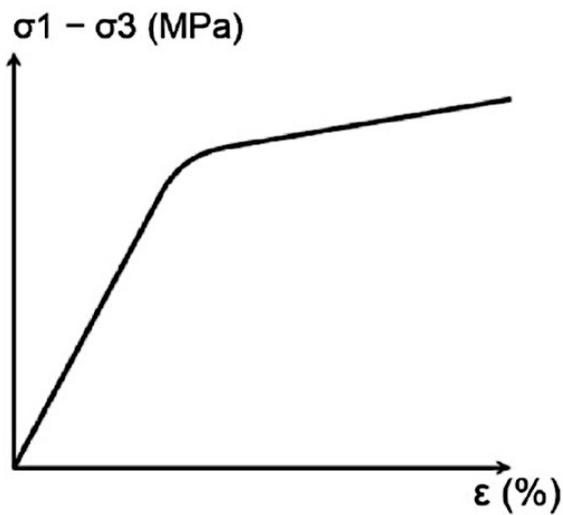
Question 6

Schématisez une coupe du delta permettant de comprendre la situation du delta en 2020 et 2120. L'échelle verticale sera précisée et les hauteurs calculées avec précision. Indiquez la limite des hautes marées et concluez sur le risque d'inondation.

Thème 1 – Document 2.2.



Thème 1 - Document 3



Thème 3 – question 4

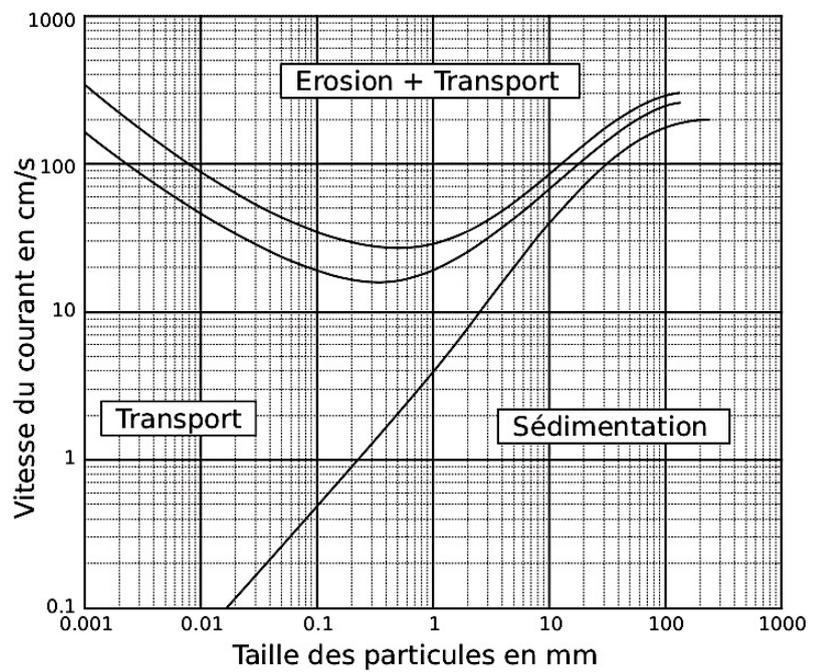


Diagramme de Hjulström