

SVT, ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS
GÉOLOGIE

Durée : 2 heures

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui vérifiera et, éventuellement, remplacera le sujet.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1 à 9 et deux annexes format A3. (**Annexe 1 à rendre avec la copie**).

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Étude de structures géologiques à différentes échelles spatiales

— Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances. Vous tiendrez compte des **consignes explicites** propres à chaque question. Les réponses seront **précises, concises et structurées**.

— Ce sujet comprend un ensemble de **8 documents** et de **8 questions** réparties sur 9 pages. Les numéros des questions et des documents étudiés seront clairement indiqués. Les quatre thèmes sont indépendants.

— Deux annexes au format A3 sont fournies. **L'annexe 1 sera complétée et obligatoirement rendue avec la copie.**

— Aucune introduction, ni conclusion, ni schéma bilan ne sont demandés.

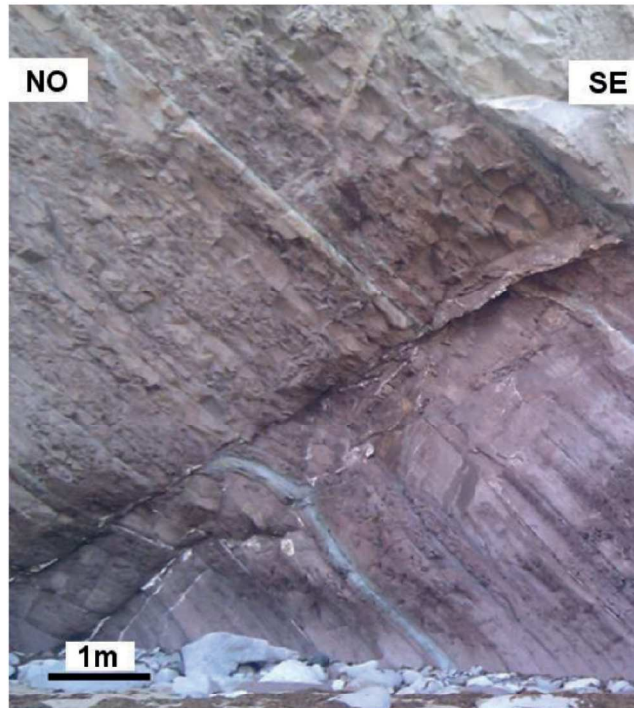
Références bibliographiques

- Aubry, J., & Gigot, F. (2019). *De Granville à Coutances (Manche) Formation du Thar, Briovérien supérieur, Rocher Saint-Gaud*. [en ligne] Lithothèque de Normandie - Académie de Caen.
- Doré, F., Dupret, L., Dumesnil, F., & Pellerin, J. (1993). *Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Condé-sur-Noireau (175)* [Carte]. BRGM.
- Mercier, J., Vergely, P., & Missenard, Y. (2016). *Tectonique*. (Dunod).
- Pinto Martins, D. (2008). *Aménagements hydroélectriques et impacts sur la dynamique des flux d'eau et de sédiments. Le cas du haut Paraná, Brésil*. [Thèse de doctorat]. Université Lumière Lyon 2.
- Tesauro, M., Kaban, M., Cloetingh, S., Hardebol, N., & Beekman, F. (2007). 3D strength and gravity anomalies of the European lithosphere. *Earth and Planetary Science Letters*, 263(1-2), 56-73.
- Zhang, J.-Y., Ma, C.-Q., Zhang, C., & Li, J.-W. (2014). Fractional crystallization and magma mixing : Evidence from porphyritic diorite-granodiorite dykes and mafic microgranular enclaves within the Zhoukoudian pluton, Beijing. *Mineralogy and Petrology*, 108(6), 777-800.

Thème 1 : étude de structures tectoniques à l'échelle de l'affleurement et de l'échantillon

Dans une première partie, nous cherchons à caractériser différentes structures tectoniques à l'échelle de l'affleurement et celle de l'échantillon. Nous utiliserons par la suite la rhéologie expérimentale pour comprendre les facteurs qui agissent sur la déformation des roches.

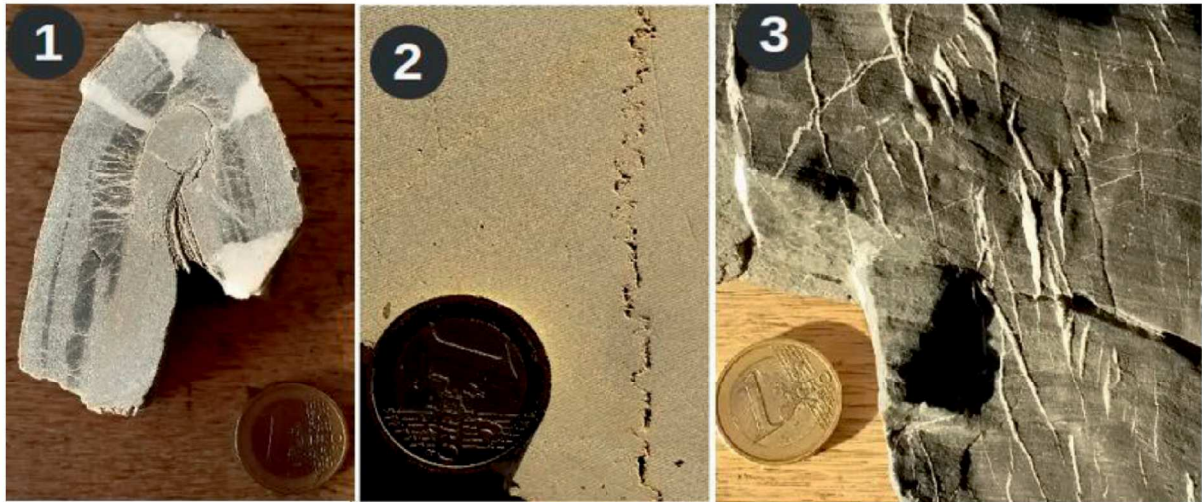
Document 1 : photographie d'un affleurement situé près de Saint Jean-de-Luz (baie de Loya).



Question 1

- Définissez les termes de déformation 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 condition 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 la signification de σ_1 , σ_2 et σ_3 .

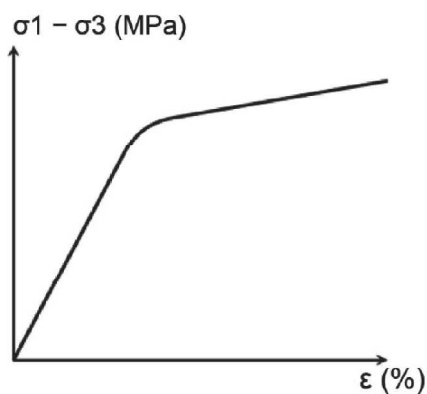
Document 2 : photographies de trois microstructures tectoniques dans des roches carbonatées. L'échelle est donnée par la pièce de monnaie de 1 euro (diamètre : 2,3 cm).



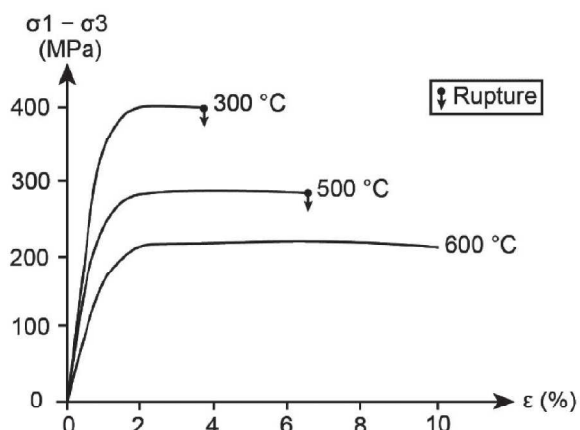
Question 2

- Nommez chaque microstructure tectonique du **document 2**. Vous préciserez si la déformation est cassante et/ou ductile.
- Ajoutez, sur le **document 2.2** reproduit sur l'**annexe 1**, l'ellipsoïde des déformations finies correspondant à l'échantillon 2.
- Donnez la réaction chimique de la dissolution d'un carbonate calcique.
- Discutez de la diversité des déformations observables dans le **document 2**.

Document 3 : relation générale entre contrainte déviatorique ($\sigma_1 - \sigma_3$) et déformation (ϵ).



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.



Question 3

- Identifiez le domaine élastique et le domaine plastique sur le graphique du **document 3** représenté dans l'annexe 1 à compléter et à joindre avec la copie.
- Analysez le **document 4** afin de caractériser l'effet de la température sur la déformation du cylindre de roche.
- Présentez et expliquez le profil rhéologique de la croûte continentale à partir des données expérimentales du **document 4**.

Thème 2 : étude de structures tectoniques à l'échelle régionale



Dans cette deuxième partie, nous étudions la géométrie des structures tectoniques à plusieurs échelles : celle de la région de Condé-sur-Noireau, située dans le Massif armoricain (notée « CsN » sur la carte ci-contre), puis à l'échelle de la lithosphère en France métropolitaine.

Question 4

- Réalisez une coupe géologique à main levée à travers le transect A-B indiqué sur le **document 5** sur le profil topographique de l'annexe 1 à compléter et à joindre avec la copie.
La légende du document 5 se trouve page 6.
- Dans la **zone 1** du **document 5**, sont indiquées des informations de pendage et de schistosité de directions et de valeurs très diverses. Après les avoir comparées, proposez une hypothèse pour expliquer la diversité des informations de pendage et de schistosité.
- On cherche à caractériser les déformations dans les roches du Protérozoïque (b3). Interprétez les informations de pendage présentes dans la **zone 2** du **document 5**.
- Comparez la longueur d'onde des déformations observées dans la **zone 1** et dans la **zone 2**.

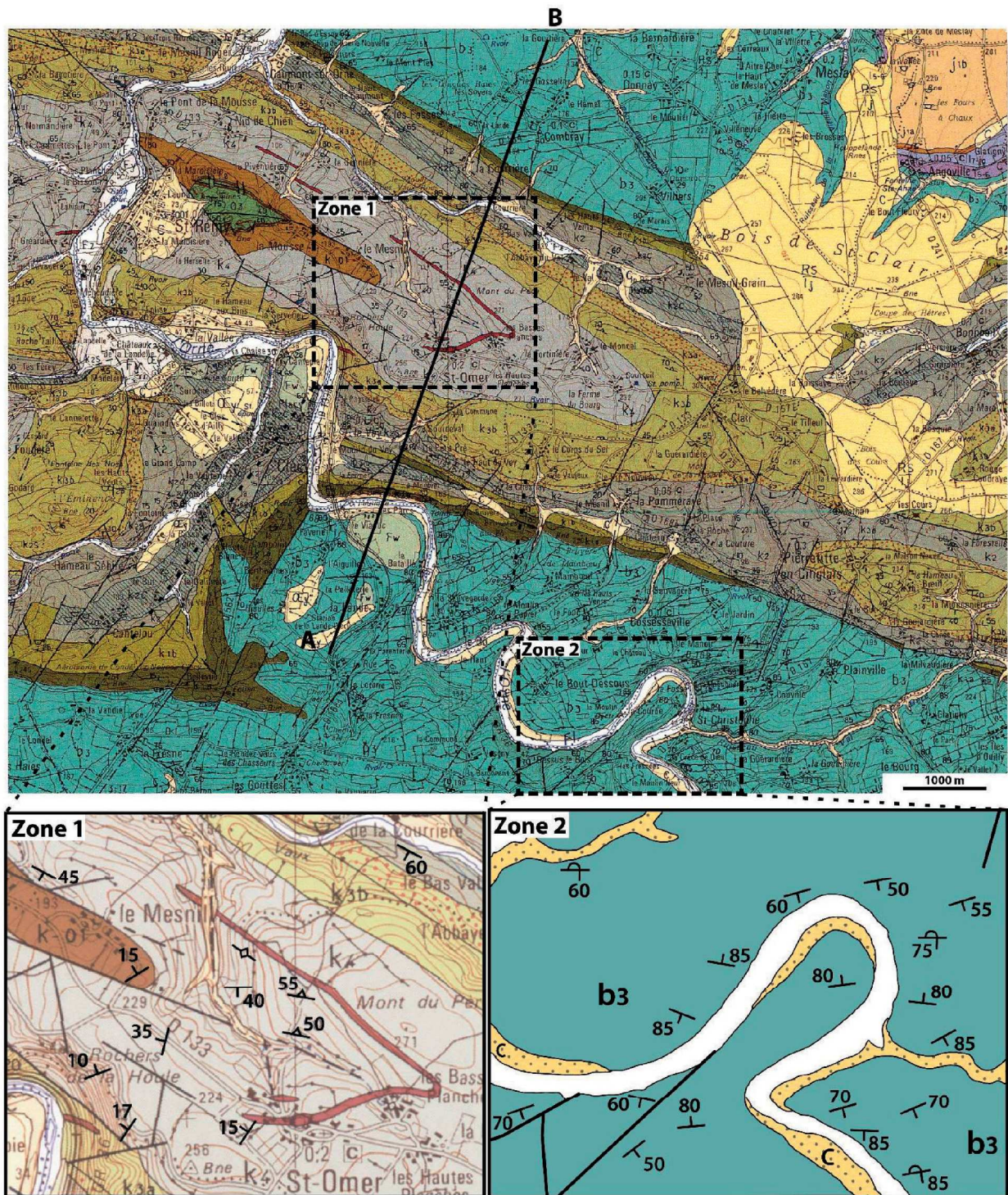
Question 5

- Datez, le plus précisément possible, avec l'ensemble des informations disponibles sur la carte, l'épisode tectonique qui est à l'origine de la déformation des roches de la **zone 1**. Vous justifierez votre propos en précisant quelles relations géométriques utilisées en stratigraphie vous permettent d'établir cette chronologie relative.
- À quel cycle orogénique pouvez-vous relier ces déformations ? Justifiez.

Document 5 : extrait de la carte géologique de Condé-sur-Noireau au 1/50 000 (légende page 6).


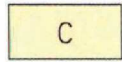
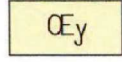
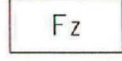
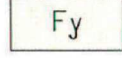
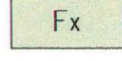
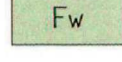

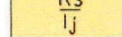
Ce document se trouve sur l'annexe 2, agrandi et à une meilleure résolution.

Pour faciliter la lisibilité, deux zones ont été délimitées, agrandies, et la zone 2 simplifiée.

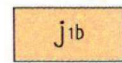

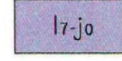
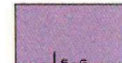


Document 5 (suite) : extrait de la légende de la carte géologique de Condé-sur-Noireau au 1/50 000


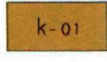

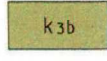

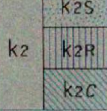
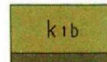

QUATERNAIRE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES

-  Remblais anthropiques
-  Colluvions indifférenciées
-  Loess weichséliens (wurmiens)
-  Alluvions fluviatiles holocènes
-  Alluvions fluviatiles weichséliennes
-  Alluvions fluviatiles saaliennes
-  Alluvions fluviatiles du Pléistocène moyen
-  Alluvions fluviatiles du Pléistocène inférieur
-  Argiles à silex (altération du Lias et du Bajocien)


MÉSOZOÏQUE (JURASSIQUE)

-  Bajocien terminal
Calcaires à spongiaires
-  Bajocien inférieur à supérieur
Calcaires bioclastiques
-  Toarcien-Aalénien
Marnes et calcaires plus ou moins décalcifiés
-  Pliensbachien (Carixien-Domérien)
-Butte d'Angoville : "Calcaire à bélemnites" à "Banc de Roc"
Grès calcaires, calcaires gréseux, calcaires à oolites ferrugineuses
-Massif d'Athis : Grès de Sainte-Opportune
Sables silicifiés à passées conglomératiques, empreintes de bivalves, brachiopodes et plantes

PALÉOZOÏQUE









- Ordovicien**
 -  Llanvirnien
Formation des Schistes d'Urville
Siltites micacées et grès quartzeux
1 - minéral de fer oolitique stratiforme
- Cambrien (l.s.)**
 -  Formation des Schistes rouges de Saint-Rémy
Siltites rouges à intercalations de grès feldspathiques
 -  Formation des Schistes verts du Pont-de-la-Mousse
Fines alternances siltites bleu-vert - grès calcitiques
1 - horizon de siltites violacées
2 - lentille de calcaire oolitique à *Circotheca* et *Fordilla*
 -  Formation des Schistes violacés de Gouvix
Alternances silto-gréseuses
 -  Formation des Grès de Caumont
Arkoses dominantes
 - 
 - k2S - Formations des Schistes et calcaires
 - k2 - membre des Schistes à stromatolites
 - k2R - membre des Calcaires à *Rosnaiella*
 - k2C - membre des Calcaires de Clécy
 -  Formation des Conglomérats et grès pourprés
Grès feldspathiques bigarrés
 -  Conglomérats et grès alternants


PROTÉROZOÏQUE


- Briovérien supérieur**
 -  Formations de la Laize
Flysch : grès, siltites, argilites noires
1 - grauwackes dominantes

ÉLÉMENTS STRUCTURAUX

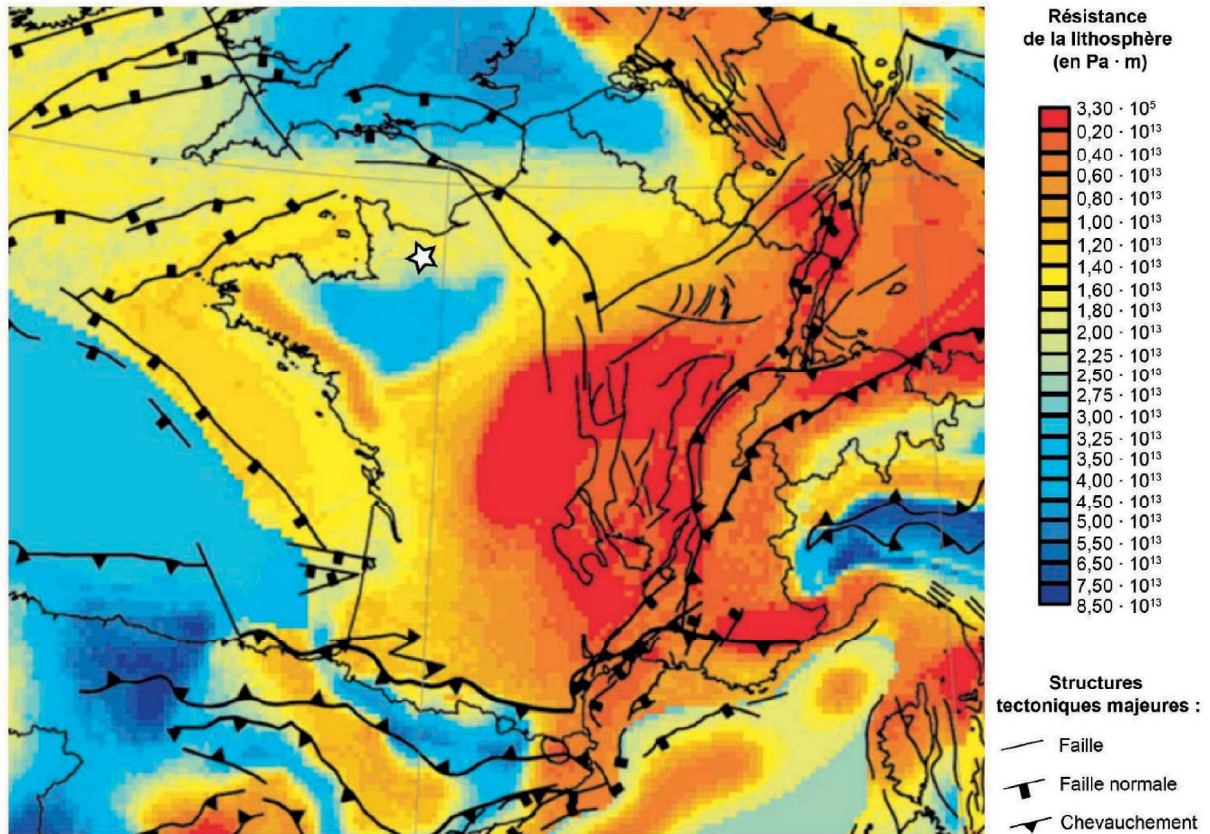
(valeur des pendages et des plongements exprimée en degrés)

-  Trace des plans de stratification (Briovérien)
 -  40° Stratification  verticale  horizontale
 -  Série renversée
 -  70° Schistosité  verticale
- 

- 1 - Contour géologique
 - 2 - Faille visible
 - 3 - Faille masquée ou supposée
 - 4 - Faille avec décrochement
-  Gisement fossilifère

 Sondage et son numéro (5-6), sa profondeur (75) en mètres

Document 6 : carte de la résistance de la lithosphère en France métropolitaine exprimée en Pa · m. L'étoile blanche rappelle la position de Condé-sur-Noireau.



Question 6

La résistance d'un matériau correspond à la capacité de ce matériau à résister à la contrainte.

- a) Comparez la résistance à la déformation de la lithosphère du Massif armoricain et des Alpes (**document 6**).
- b) Quel facteur pourrait expliquer cette différence ?

Thème 3 : étude de structures sédimentaires à l'échelle de l'affleurement

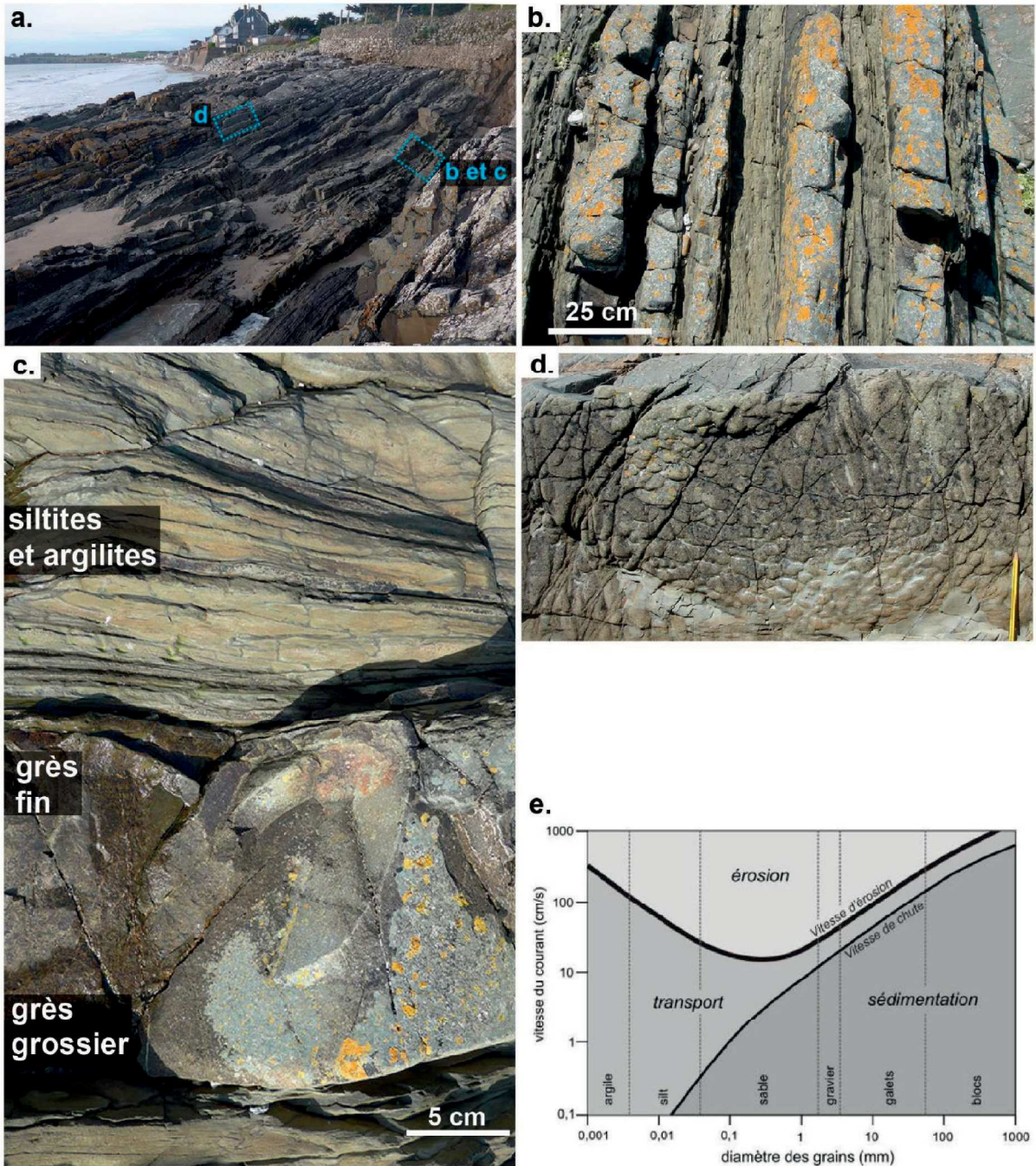
Dans cette partie, nous étudions plus précisément un affleurement du Briovérien supérieur de Normandie, non loin de Condé-sur-Noireau. Cet affleurement, situé en bord de mer, est représenté dans le document 7. Les roches ont le même âge et la même pétrologie que les roches briovériennes cartographiées dans le document 5. Le diagramme de Hjulström est donné pour référence.

Question 7

À l'aide d'une analyse précise de l'affleurement présenté dans le **document 7**, proposez un environnement de dépôt pour ces sédiments briovériens de Normandie.

Document 7 : photographies des structures et figures sédimentaires dans les sédiments détritiques du Briovérien supérieur de Normandie.

(a) et (b) : vue d'ensemble de l'affleurement. (c) : détail (photographie prise perpendiculairement à la stratification). (d) : détail d'une base de banc. (e) : document de référence, le diagramme de Hjulström.

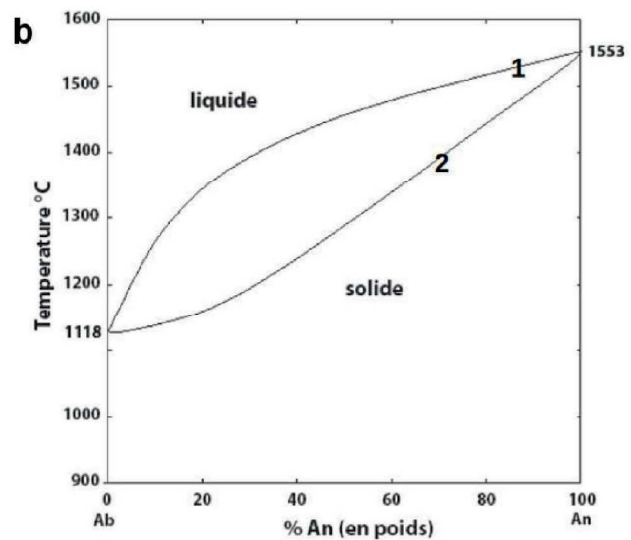
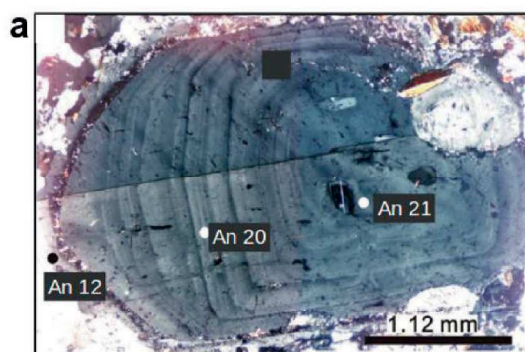


Thème 4 : étude d'une structure magmatique à l'échelle du minéral

Dans cette dernière partie, nous allons étudier une structure magmatique et expliquer son mode de formation.

Document 8 :

- a) Photographie d'un feldspath plagioclase prise au microscope polarisant en lumière polarisée analysée. Le pourcentage massique en anorthite (An) des différentes zones du plagioclase est précisé.
- b) Diagramme de phase binaire albite (Ab) — anorthite (An) avec la température en fonction du pourcentage massique en anorthite.



Question 8

Les feldspaths plagioclases, qui sont définis entre les pôles anorthite ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) et albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), constituent une solution solide. Le **document 8.a** illustre un plagioclase dit « zoné », puisqu'il possède une structure particulière par rapport aux plagioclases « classiques », non zonés.

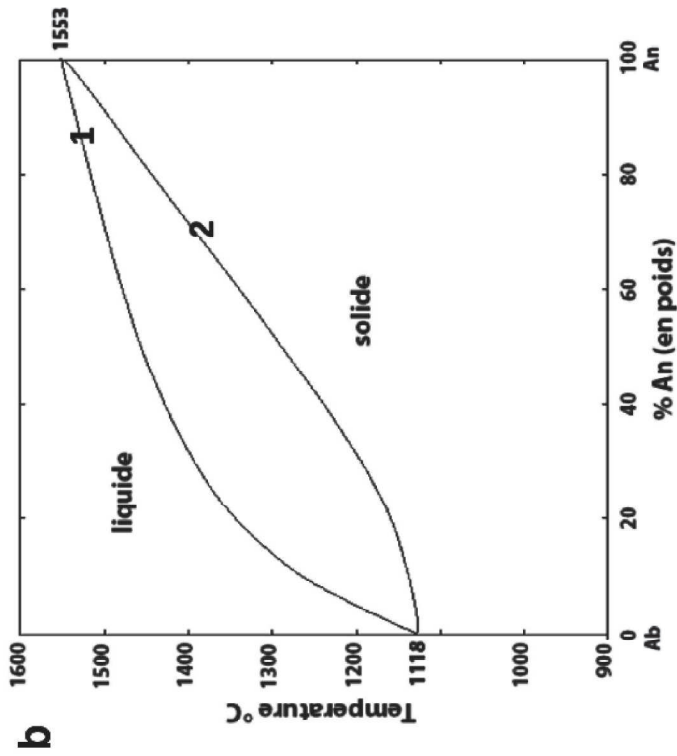
- a) Décrivez la structure du plagioclase zoné.
- b) Nommez les courbes 1 et 2 du **document 8.b**. À quoi correspondent-elles ?
- c) On cherche à reconstituer l'histoire d'un minéral contenant 21 % d'anorthite (An21).

En vous aidant du diagramme du **document 8.b** que vous annoterez sur l'**annexe 1** à compléter et à joindre avec la copie, indiquez quelle est la composition du liquide initial ayant formé ce minéral. Justifiez.

- d) Expliquez, à l'aide de votre réponse à la question 8c, quel est le processus de formation d'un plagioclase zoné.

FIN DU SUJET

Document 8.b.



Modèle SCAV-DOC v2.3 (NEOPTIC)

Nom de famille (naissance) :

(Date : 1 / 2 / 4 ans, du 1^{er} au 31^{er} décembre)

Prénom(s) :

Numéro :

Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'engagement)

Concours :

Epreuve :

• Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.

• Ne pas signer la composition et ne pas y apposer de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.

• Numérotter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.

• Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.

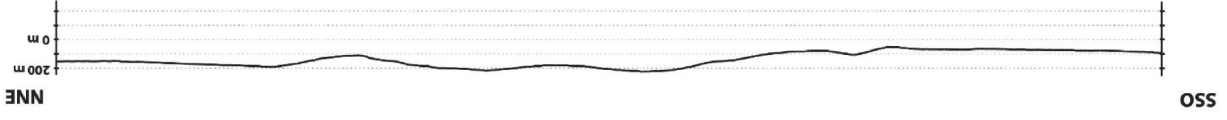
• N'effectuer aucun collage ou découpage de surlits ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

Annexe 1 : à compléter et à rendre avec la copie

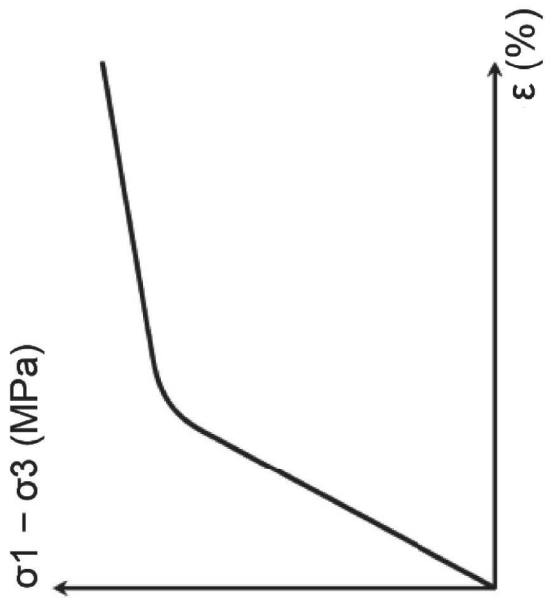
Document 2.2.



Question 5 : profil topographique le long du transect A-B (coupe à réaliser avec la carte en annexe 2)



Document 3.



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

B



1000 m