

SVT
ÉPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS
Vendredi 29 novembre 2024

Géologie
Durée conseillée : 1 h 45

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 des 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 contrôlera et éventuellement remplacera le sujet.

Ce sujet comporte X pages numérotées de 1 à Y et Z annexes 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.

Ce sujet est constitué de 2 thèmes indépendants

- Le candidat s'appuiera essentiellement sur une analyse des documents pour répondre aux questions posées au fur et à mesure des documents ;*
- Le candidat ne doit pas rédiger de longs développements de ses connaissances sur le thème, indépendamment de l'exploitation des documents et des questions posées ;*
- La concision des réponses et l'exploitation des documents sans paraphrase seront valorisées.*
- Aucune introduction ou conclusion générale n'est demandée.*

Important : le livret Annexe comporte plusieurs documents qui doivent être complétés. Il est possible de dégrafer le livret. Chaque page rendue doit comporter le nom du candidat et faire l'objet d'une mention dans la copie.

Thème 1 : Déformation dans les chaînes alpines

Document 1.1 : des déformations à l'échelle d'une carte géologique : étude de l'extrait de carte de Grenoble au 1 / 50 000.

Un extrait de la carte géologique de Grenoble au 1 / 50 000 est reproduit sur **l'annexe 1**

Question 1.1 : réaliser la coupe géologique A-B sur le profil topographique fourni sur l'annexe 1 (document 1.1 e). Rendre la coupe la copie (sans collage).

Document 1.2 : Analyse d'une photo de paysage dans la région de Grenoble.



La photo est prise de l'autoroute Lyon Grenoble vers le village de Sassenage, dans le sens indiqué par la flèche sur le document 1.1.

Question 1.2 :

- A partir de la photographie 1.2 et de la carte géologique du document 1.1, faites un schéma du paysage. Identifiez le type de déformations observées grâce à une légende adaptée.
- Quelle séquence d'événements pourrait générer d'une telle structure ? Représentez cette histoire sous la forme d'une succession de schémas.

Document 1.3 : paysage de Saint-Julien-en-Beauchêne (Hautes Alpes)



Question 1.3 : faire un schéma légendé du paysage puis un commentaire caractérisant le type de déformation.

Document 1.4 : Extrait de la carte de Saint-Claude, Jura. Voir livret annexe, annexe 2

- Identifiez les déformations présentes. Pour ceci, légendez le document 1.4 l'annexe 1 et justifiez vos réponses.
- Déterminez le système de contraintes régional qui a généré le réseau de failles observé. Utilisez pour ceci le document 1.4 de l'annexe 1 en expliquant. Ce système de contraintes est-il cohérent avec l'orientation des plis ?
- Préciser la chronologie relative failles-plis. Justifier
- Quel(s) facteur(s) pourrai(en)t faire passer de déformations ductiles (plis) à des déformations cassantes (failles) ou inversement ?

Document 1.5 : Affleurement dans la vallée de la Durance (Hautes-Alpes)

L'affleurement présente des marnes et calcaires, en alternance dans le flanc d'un pli couché



Photographie : Pierre Thomas

Question 1.5

- Réalisez un schéma légendé cette photographie. Identifiez marnes et calcaires. Identifiez les déformations visibles sur cette photographie.
- Quel arguments permettent d'identifier qu'il s'agit du flanc d'un pli couché ? Comment expliquer les différences de déformation entre marnes et calcaire ?
- S'agit-il d'un pli isopaque ou anisopaque ? Que représentent les zones blanches au sein des niveaux calcaires ?
- En considérant la déformation homogène sur cette petite zone du pli, déterminer les axes de l'ellipsoïde de déformation et le système de contraintes si possible. Répondre sur le schéma légendé que vous avez réalisé en justifiant.

Thème 2 : métamorphisme dans les Alpes.

Le Mont Viso est une montagne dans la partie interne des Alpes. Il contient d'anciennes roches océaniques. Plusieurs auteurs en ont étudié le métamorphisme.

Le **document 2.1** en annexe n°2 est une photographie de lame mince en LPA de l'échantillon C32, une métapélite prélevée au Mont Viso.

Dans cette métapélite, les auteurs décrivent une schistosité (plans S sur la lame). Ils notent la présence :

- de grenat d'environ 200-300 μm de large (non visibles sur la photo)
- de gros cristaux de chloritoïdes (Cld) souvent affectés par schistosité. Cette schistosité principale qui aussi est soulignée par des minéraux
- de chlorite, soulignant souvent la schistosité, non légendés sur la photo (attention : ne pas confondre avec les chloritoïdes, très différents).
- de phengite (Ph), un mica.

Des détails sont disponibles sur ces cristaux :

- * Les cœurs des grenats sont enrichis en manganèse et appauvris en fer par rapport aux bordures. Chronologiquement, le cœur se forme avant la bordure. Ils sont aussi entourés de chlorites.
- * Les chloritoïdes (Cld) sont classés en deux catégories du fait de leur différentes richesses en Mg, L'indice X_{Mg} quantifie cette richesse. Il est corrélé au domaine pression température de formation.
=> Les chloritoïdes Cld I ont un X_{Mg} compris entre 0,21 et 0,24. Ils sont les moins abondants
=> Des chloritoïdes Cld II sont caractérisés par une valeur de X_{Mg} plus faible, entre 0,08 et 0,11. Ils sont observés en bordure des Cld I et au sein de la schistosité.
- * Les phengites, abondantes, présentent différentes richesses en Si^{4+} . L'indice Si^{4+} quantifie cette richesse qui dépend de de la valeur de la pression et la température de formation. Au cœur des cristaux de phengite, les phengites I (Ph I) présentent un indice Si^{4+} compris entre 3,55 et 3,65. Dans les bandes de cisaillement des plans S, les phengites II (Ph II) ont un Si^{4+} compris entre 3,06 et 3,2.
- * La chlorite (non indiquée sur la lame) semble s'être développée détrimement du grenat et des chloritoïdes. Les chlorites ont des compositions assez constantes avec des valeurs de X_{Mg} variant de 0,42 à 0,44.

Question 2.1 :

- Définir très brièvement la notion de métamorphisme
- Qu'est-ce qu'une métapélite ?
- Comment expliquer les différences chimiques cœur-bordure observées dans les chloritoïdes et dans les grenats ?

Question 2.2 :

- Donner la définition d'une paragenèse. Donner la définition d'un faciès
- A partir de la description ci-dessus et de la photographie du document 2.1, pouvez-vous identifier deux grandes étapes dans le métamorphisme de cette roche ? Justifier en décrivant les paragenèses associées.
- Situer l'apparition des plans S par rapport à ces étapes

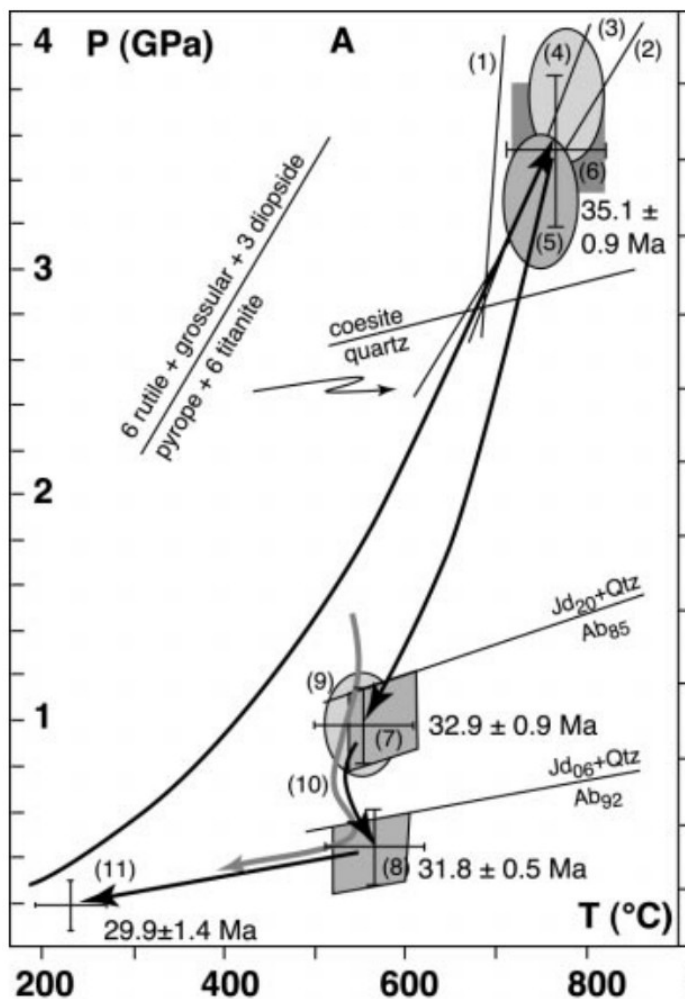
Question 2.3 : La grille pétrogénétique KFMASH du **document 2.2 de l'annexe 2** est une grille adaptée pour les métapelites. Les domaines de stabilité des minéraux y sont indiqués. La phengite est stable sur l'ensemble du domaine représenté. La courbe d'équilibre des grenats est indiquée en gras. Les conditions pression-température correspondants aux indices de composition chimique (X_{mg} , Si^{4+}) sont indiqués par des lignes en trait interrompus.

- Pour quelle raison doit-on choisir différentes grilles pétrogénétiques en fonction de l'échantillon étudié ?
- En utilisant la grille KFMASH du document 2.2 donnée en annexe 2 et en expliquant, localiser les domaines d'équilibre des 2 paragenèses principales de l'échantillon. Les indices correspondant aux analyses chimiques doivent être utilisés. Le document 2.2 peut être annoté et rendu avec la copie à condition de le signaler dans la copie.

Question 2.4 :

- Estimez le gradient géothermique moyen associé au pic de métamorphisme (calcul approché à la main)
- A partir de vos connaissances, en vous aidant d'un graphique, expliquer quels sont les grands types de gradient métamorphique ? Indiquer le contexte géodynamique qui leur est associé
- Quel contexte géodynamique serait le plus en adéquation avec le gradient estimé pour cette métapélite ? Justifiez votre réponse.
- Tracez sur votre graphique un chemin pression-température-temps possible pour cette roche

Document 2.5 : Diagramme P-T-t des unités Ultra Haute Pression (UHP) du massif de Dora Maira (Alpes). Le massif de Dora Maira est un massif des Alpes différent de celui du Mont Viso. Différentes études ont permis de réaliser le diagramme P-T-t suivant :



Document 2.5 : Diagramme P-T-t des unités UHP de Dora Maira obtenu en compilant des données de pétrologie métamorphiques et de géochronologie de plusieurs publications (Rubatto & Hermann, 2001)

1GPa = 10kbar

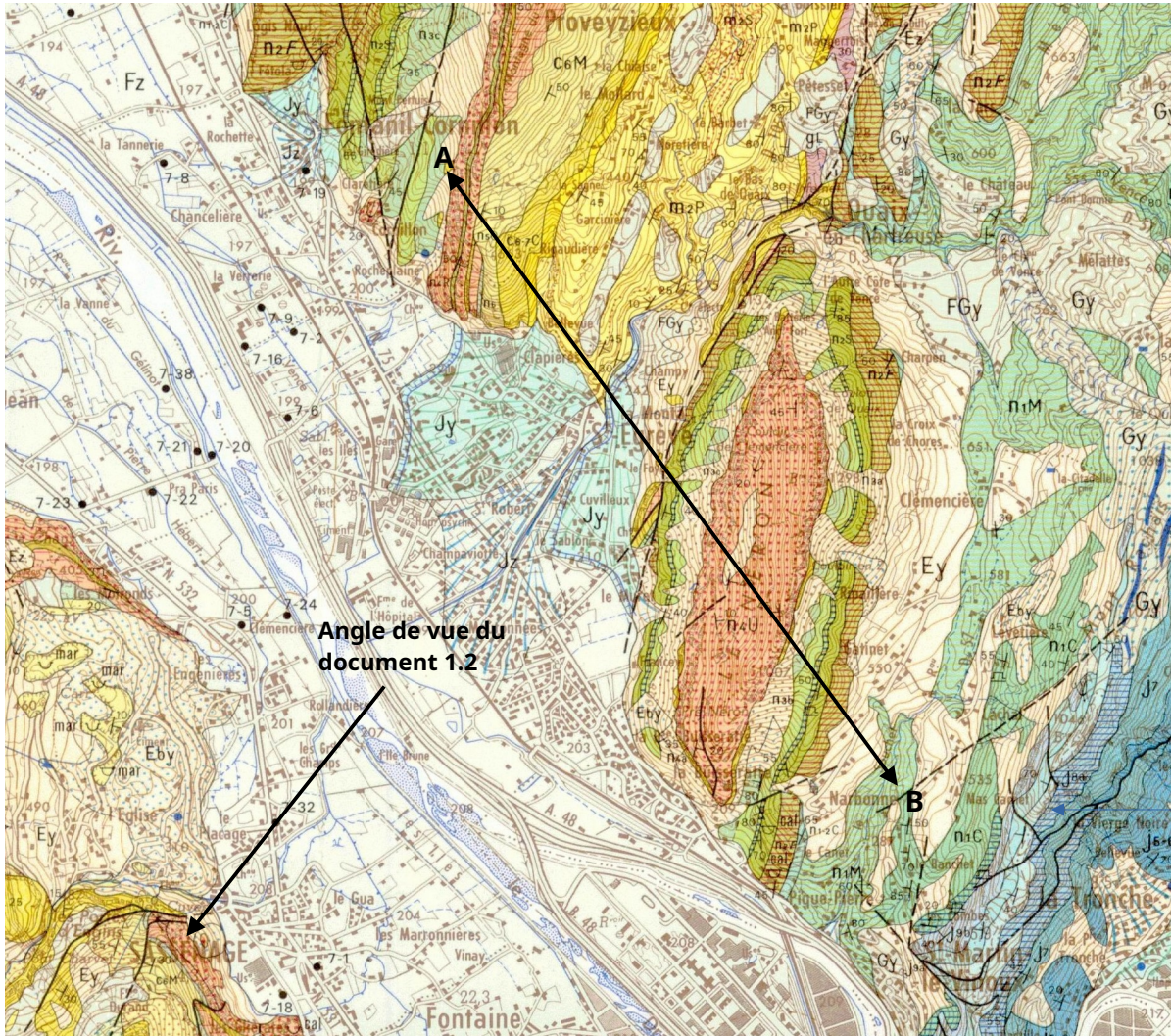
Question 2.5 : Comparer domaine P,T du paroxysme métamorphique estimé pour Dora Maira avec celui des métapelites du mont Viso. Comparez aussi les gradients métamorphiques du paroxysme dans les deux cas. Interprétez ces résultats.

Question 2.6 :

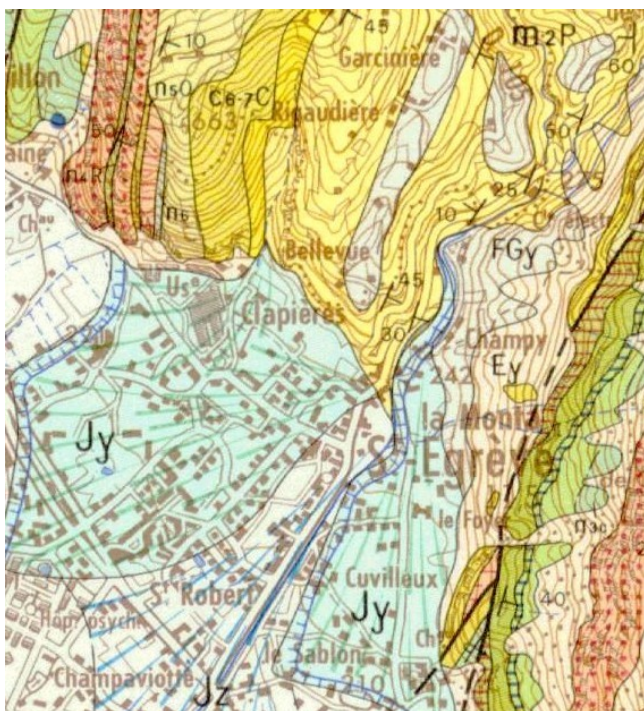
- a) A partir du document 2.5, estimer les vitesses d'exhumation moyennes (retour vers la surface) pour le début (de -35,1 à -31,8 Ma), le milieu (de -31,8 à -26,9 Ma) et la fin (de -29,9 Ma à l'actuel) du trajet rétrograde des échantillons de Dora Maira. Les calculs sont réalisés à la main (pas de calculatrice) et les résultats peuvent être donnés approximativement à condition d'être dans le bon ordre de grandeur.
- b) Schlunegger & Willett (1999) ont estimé les vitesses moyennes d'érosion dans les Alpes à ~ 0,25-0,5 mm/an entre 35 et 20 Ma (millions d'années). Quelle indication cette vitesse moyenne d'érosion indique-t-elle quant aux mécanismes possibles d'exhumation ?

ANNEXE 1 : DEFORMATIONS

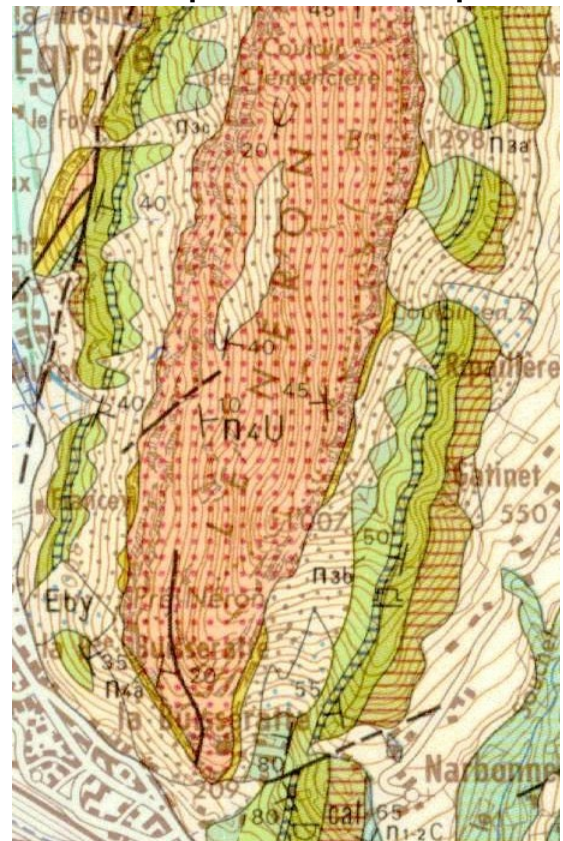
Document 1.1 a) : extrait de la carte géologique de Grenoble 1 / 50 000 et localisation de la coupe AB. Légende page suivante



b) Détail de la partie NW de la coupe



c) Détail de la partie SE de la coupe



d) Légende de la carte de Grenoble 1/50000e

TERRAINS QUATÉRIAIRES

Ez - Eboulis actifs
 Ey - Eboulis stabilisés
 Eby - Eboulements
 EJ - Eboulis épandus en cônes

Rc - Résidus d'altération du Sénonien
 C - Colluvions : sables, limons et galets
 U - Tufs calcaires

Fz - Alluvions fluviales et lacustres récentes : sables, graviers
 Jz - Cônes de déjections actifs

Fy7 - Dépôts de la terrasse lacustre de la Basse-Isère : sables
 Jy - Cônes de déjections stabilisés (Würm et Post-würm)

Alluvions wurmiennes
 Gy - alluvions glaciaires : argiles, sables, galets et blocs
 FGy - alluvions fluvo-glaciaires : sables, galets et blocs
 Fy - alluvions glaciaires : argiles, sables, galets et blocs
 6, 5, 4, 3, 2, 1 : stades de plus en plus anciens
 (Gy1 : maximum d'extension des glaciers wurmiens).

Alluvions rissiennes
 Gx - alluvions glaciaires : argiles, sables, galets et blocs
 FGx - alluvions fluvo-glaciaires : cailloutis polygéniques à gros galets

G - Dépôts glaciaires de la dépression d'Autrans d'âge indéterminé
 Œ - Limons et lèss

TERRAINS NÉOGÈNES

p2A - Cailloutis de Chambaran (altération pliocène ?)

m2P - Poudingues molassiques (Miocène)
 a - niveaux marneux lacustres

m2S - Molasse sableuse et gréseuse ("Helvétien")

m1b - Molasse calcaire (Burdigalien)

TERRAINS PALÉOGÈNES

gL - Marnes et calcaires lacustres (Oligocène)

gBr - Brèche de Chapuisière (Oligocène)

eS - Sables et argiles rouges (Eocène continental)

TERRAINS MÉSOZOÏQUES

Crétacé supérieur

C6-7C - Calcaires à silex (Campanien terminal - Maestrichtien)
 C6B - Lauzes à Bryozoaires (Campanien)
 C6G - Lauzes gréso-glaucוניeuses (Campanien)
 C6M - Lauzes marneuses (Campanien inf.)

C3 - Calcaires blancs (Turonien)

Crétacé inférieur

n7 - Grès verts albiens

Complexe urgonien :

n6 - "Lumachelles" (Aptien)
 n5M - Marnes à Orbitolines
 n5U - Masse urgonienne supérieure (Bédoulien)
 n5O - Calcaires roux à Orbitolines
 n4A - Marnes à Annélides
 n4R - Calcaires roux lités
 n4U - Masse urgonienne inférieure (Barrémien)

Néocomien supérieur :

n4a - Couches à Panopées (Hauterivien supérieur - Barrémien inférieur)
 n3 - Hauterivien indifférencié
 n3c - Marno-calcaires à Spatangues (Hauterivien supérieur)
 n3b - Calcaires lités noirs (Hauterivien inférieur)
 n3a - Couche glauconieuse et marnes (Hauterivien basal).

Néocomien inférieur :

n2S - Calcaires à silex (Valanginien terminal)
 n2R - Calcaires supérieurs du Fontanil (Valanginien)
 n2Co - Calcaires coralligènes (Valanginien)
 n2F - Calcaires inférieurs du Fontanil (Valanginien)
 n1-2C - Calcaires du Chevallon (Berriasien supérieur)
 n1P - "Purbeckien" : calcaires et marnes
 n1M - Marnes de Narbonne (Berriasien)
 n1C - Calcaires gris (Berriasien)
 n1a - Couches à ciment de la Porte de France (Berriasien basal) : calcaires argileux

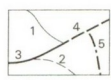
Jurassique supérieur

Jurassique supérieur calcaire :

j9-n1Co - Calcaires coralliens de l'Echaillon (Tithonique - Berriasien)
 j9b - Calcaires "tithoniques" supérieurs
 j9a - Calcaires "tithoniques" moyens
 j8b - Calcaires "tithoniques" inférieurs (Kimméridgien supérieur)
 j8a - Couches de la galerie du S¹-Eynard (Kimméridgien inférieur et moyen) : calcaires alternant avec des lits de marnes
 j7 - "Séquanien" (Oxfordien terminal - Kimméridgien basal) : calcaires argileux

Jurassique supérieur marneux :

j5-6 - Marno-calcaires "argovo-rauraciens" (Oxfordien supérieur)
 j4 - "Terres noires" (Oxfordien inférieur) : marnes noires
 j2b3 - Calcschistes argileux noirs à Posidonomyes (Bathonien supérieur - Callovien)



1 - Pendage (valeur en degrés) 2 - Pendage renversé (valeur en degrés)

1 - Couche horizontale 2 - Couche verticale

Pendage de schistosité (valeur en degrés)

1 - Charnière anticlinale 2 - synclinale (sens et valeur en degrés du plongement axial)

Plissements

Zone tourbeuse

(1) - Anciennes rives de méandres 2 - Rebord d'érosion (bord de terrasse ou crèvasse d'arrachement)

(2) - 1 - Masses rocheuses glissées 2 - Sens du déplacement des masses glissées

Coulées boueuses

Vallums morainiques

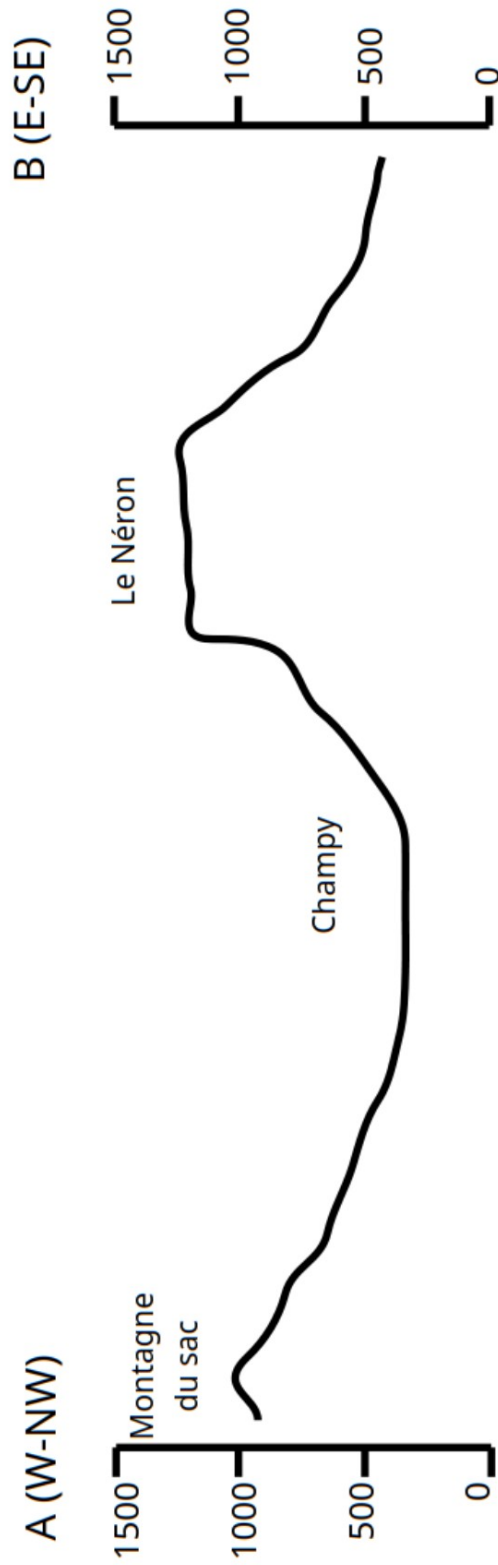
Source sulfureuse des Bains de l'Echaillon (exploitation abandonnée)

Sondage de reconnaissance avec son numéro d'archivage au Service géologique national (les sondages de l'agglomération grenobloise n'ont pas été reportés)

cal	Calcaire	mar	Marne
grè	Grès	sgr	Sables et graviers
grv	Graviers		
∩	Carrière à ciel ouvert	∩	Carrière souterraine
∪	Carrière à ciel ouvert abandonnée	∩	Carrière souterraine abandonnée

NOM Prénom :

Document 1.1 e) Coupe topographique A-B. A utiliser pour la coupe géologique et à rendre avec la copie



NOM Prénom :

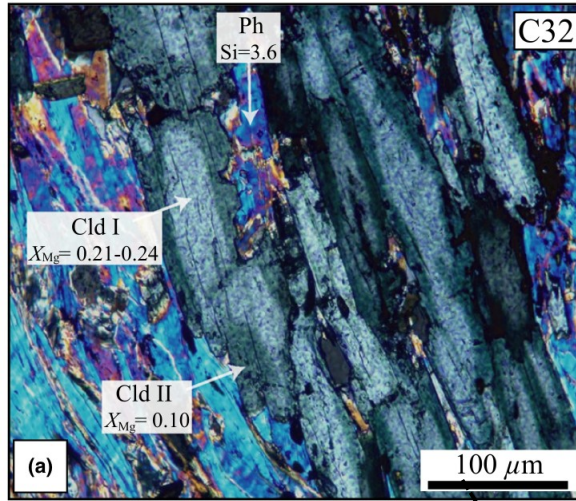
Document 1.4 : extrait de la carte géologique de St Claude (jura) 1/50000e



Légende : Dans l'ordre chronologique, les roches (sédimentaires) se succèdent : jurassique => j8, j9, jp, crétaé inférieur => n2, n3, n4, quaternaire : Gx

ANNEXE 2 : METAMORPHISME

Document 2.1 : photographie d'une lame mince d'une métapélite du mont Viso.



Plans S

Document 2.2 : grille pétrogénique KFMASH

