

SVT, EPREUVE SUR SUPPORT DE DOCUMENTS GEOLOGIE

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.

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. 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 chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.

La croûte continentale des massifs anciens et récents

On se propose d'étudier la croûte continentale des massifs anciens et récents de la France métropolitaine. Au premier ordre, des différences au sein de la croûte continentale sont liées à l'âge de formation des chaînes de montagnes ou massifs. Mais ce n'est pas le seul facteur. Il s'agira ainsi de répondre à la problématique suivante : **quels facteurs expliquent les différences observées au sein de la croûte continentale entre massifs anciens et massifs récents ?**

- 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**.

- L'**annexe** sera complétée et **obligatoirement rendue avec la copie**.

- Ce sujet comprend un ensemble de **7 documents** et de **8 questions** réparties sur 12 pages. Les numéros des questions et des documents étudiés seront clairement indiqués.

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

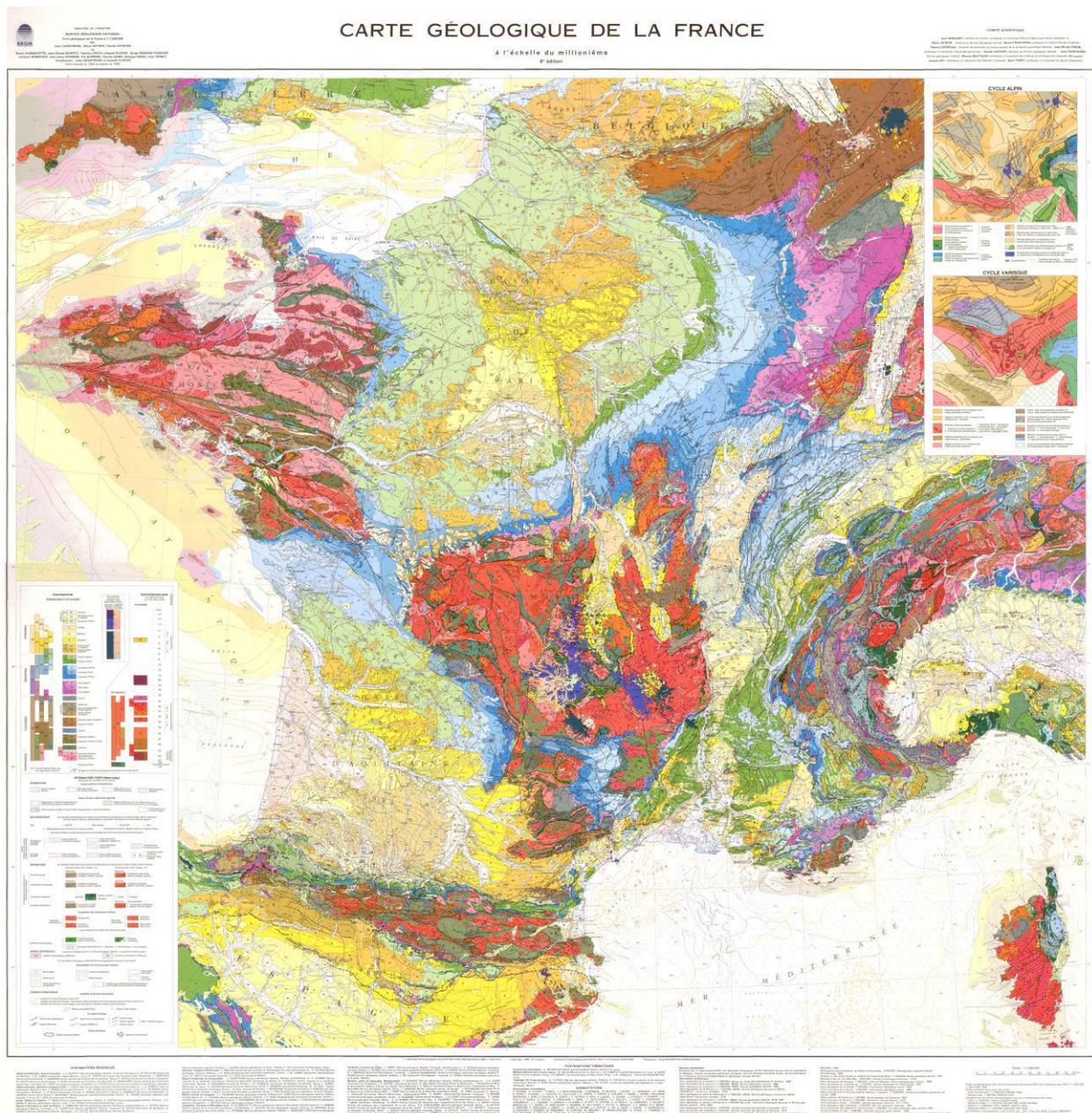
Références bibliographiques

- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (cartes).
- Kornprobst J., 2006. Métamorphisme et roches métamorphiques : Signification géodynamique. *Dunod*.
- Nicolas A. *et al.*, 1990. Lithospheric wedging in the western Alps inferred from the ECORS-CROP traverse. *Geology*.
- Page personnelle de Jean-François Moyen (université de Saint-Etienne): <http://jfmoyen.free.fr/>
- Page personnelle de Christian Nicollet (université de Clermont-Auvergne): <http://christian.nicollet.free.fr/>

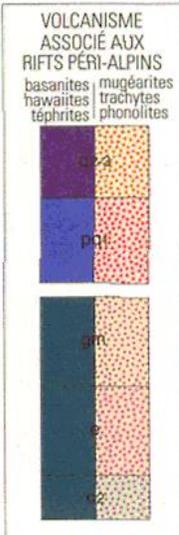
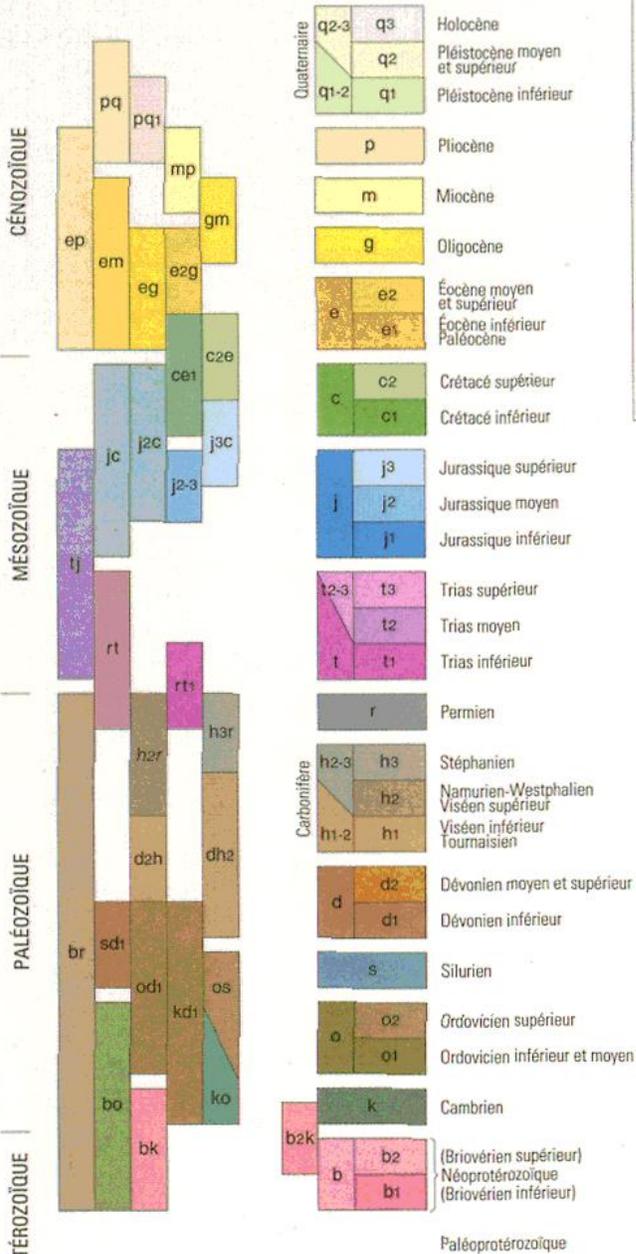
1- Caractérisation de la croûte continentale des massifs anciens et récents français

Dans une première partie, nous chercherons à déterminer les caractéristiques de la croûte continentale en mettant en évidence les différences entre massifs anciens et massifs récents.

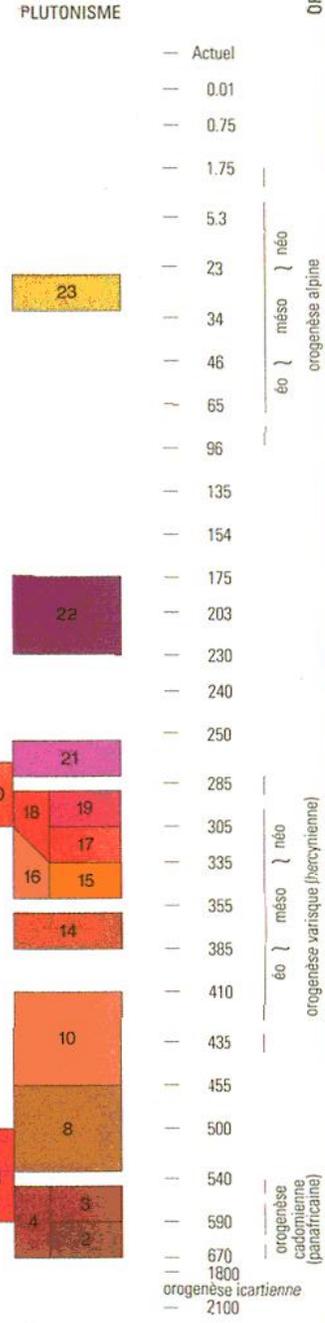
Document 1.1 : la carte géologique de la France métropolitaine à l'échelle du millionième et sa légende.
Ce document se trouve sur l'annexe A3 à une meilleure résolution.



STRATIGRAPHIE
SÉDIMENTAIRE ET VOLCANISME



RADIOCHRONOLOGIE
(en millions d'années)
G. S. Odin 1994, modifié



N. B. Pour les Pyrénées l'Albien sup. est intégré dans le caisson c2

• 3705 br Sondage avec indication de la profondeur (en mètres) et du niveau atteint

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

(figurées par des surcharges sur les couleurs)

SÉDIMENTAIRE

Faciès spéciaux du Quaternaire



Autres Faciès à spécificité régionale

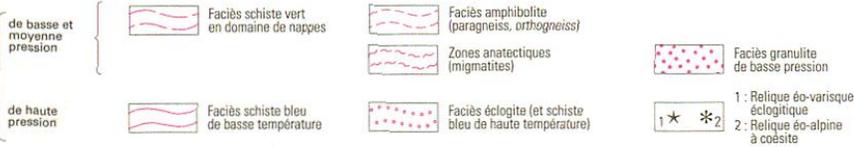


MÉTAMORPHISME

Les caractères métamorphiques des terrains sont symbolisés par des figurés dont la couleur indique l'âge de l'orogénèse, la forme indique le faciès du métamorphisme, et l'orientation correspond à la principale foliation régionale



Faciès l'orogénèse néo-varisque est prise comme exemple



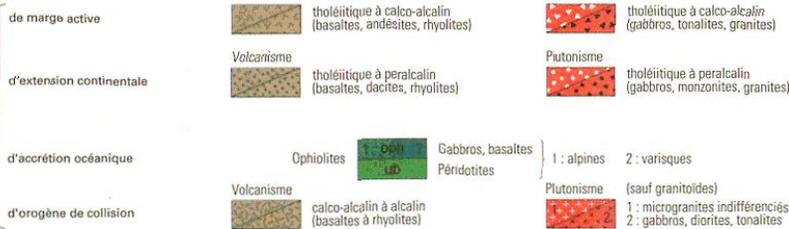
MAGMATISME

Les caractères magmatiques des terrains sont symbolisés par des figurés dont la couleur indique la nature chimique :

Volcanisme acide : bleu ; basique : vert

Plutonisme acide : blanc ; basique : noir

Le magmatisme carbonifère (n2, 17) est pris comme exemple



Granitoïdes des orogènes de collision



formations particulières



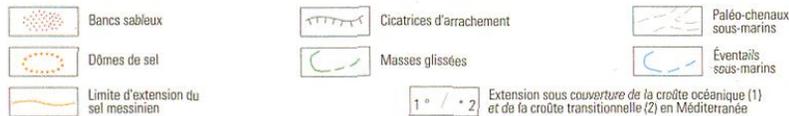
MARGE CONTINENTALE

Les terrains sont figurés avec leur "couleur chronologique" atténuée ; s'y ajoutent les terrains suivants :



N. B. Les failles et les figurés du métamorphisme et du magmatisme sont portés en teinte grise

Morphologies et structures sous-marines

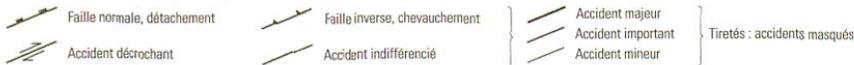


ÉLÉMENTS STRUCTURAUX

Isobathes et structures profondes



Accidents et failles



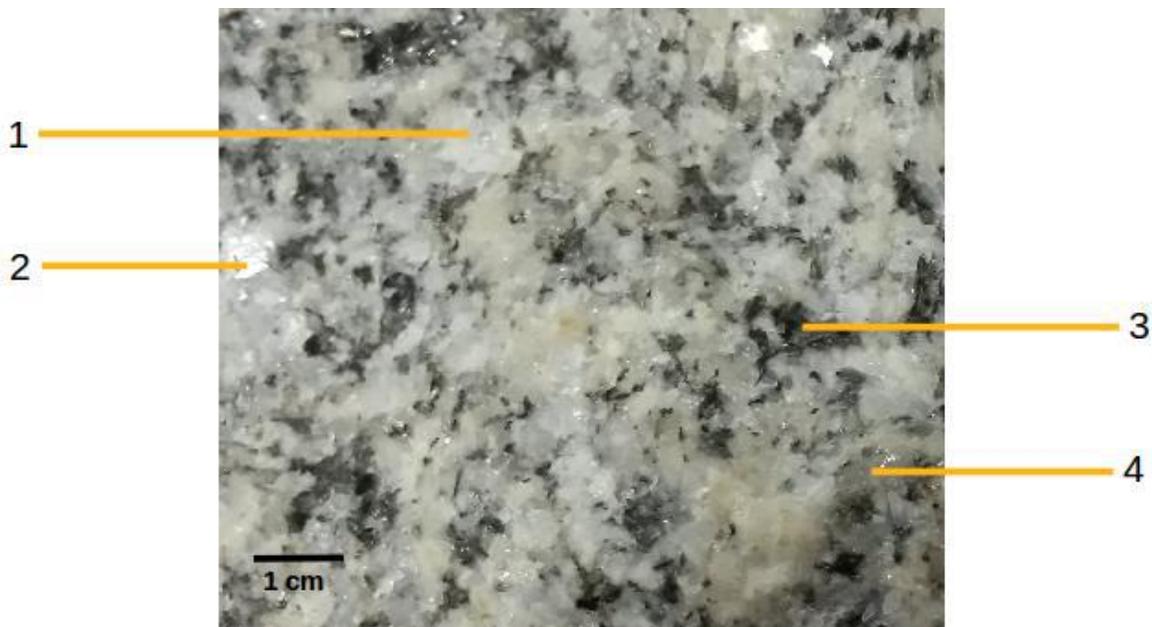
Autres structures



Question 1.1

- Définissez de manière succincte la croûte continentale (*10 lignes maximum*).
- D'après le document 1.1, nommez dans quels grands ensembles structuraux les roches plutoniques affleurent majoritairement.
- Définissez de manière concise massifs récents et massifs anciens. Donnez deux exemples de chaque d'après le document 1.1.
- Comparez la quantité de granitoïdes à l'affleurement dans les massifs anciens et dans les massifs récents (document 1.1). Proposez une ou plusieurs hypothèse(s) explicative(s).

Document 1.2a : échantillon macroscopique d'une roche extraite du Massif armoricain. Les numéros indiquent les minéraux à identifier.



Document 1.2b : échantillon macroscopique d'une roche extraite du Bas-Limousin (Massif central). A noter que cette roche se trouve présente dans le massif paléozoïque de l'Agly (document 2.1a). Les numéros indiquent les minéraux à identifier.



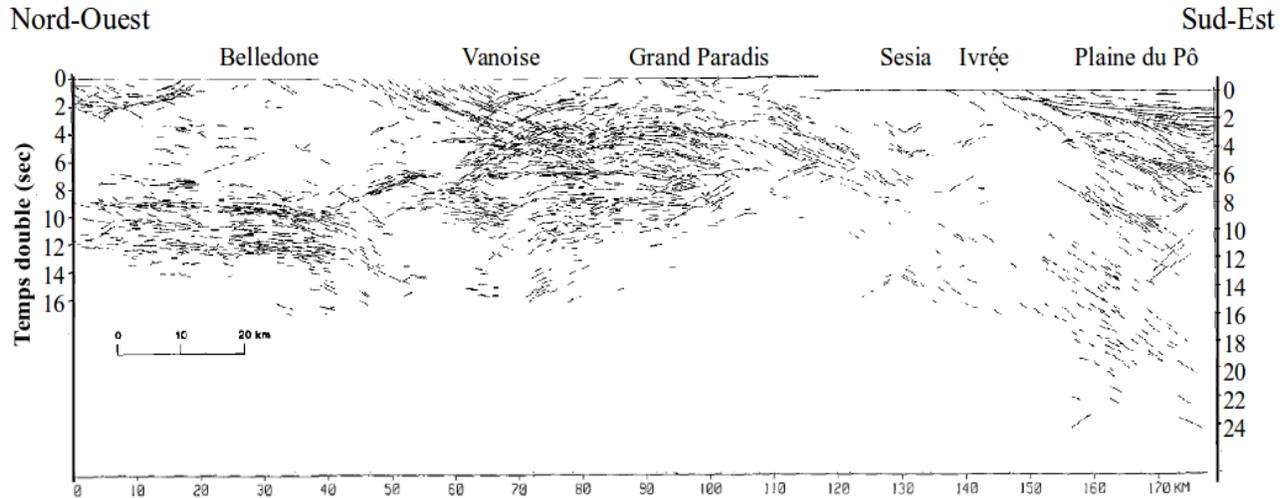
Question 1.2

Les deux roches du document 1.2 sont des roches de la croûte continentale et sont particulièrement abondantes dans les massifs anciens.

- Analysez la roche du document 1.2a en déterminant les minéraux numérotés de 1 à 4 et la texture de manière argumentée. Quel est le nom de cette roche ?
- La source de la roche du document 1.2a provient de la croûte continentale. Quel processus a produit la roche du document 1.2a ?
- Analysez la roche du document 1.2b en déterminant les minéraux numérotés de 1 à 3 et la structure de manière argumentée. Quel est le nom de cette roche ?
- L'encadré du document 1.2b identifie le résultat d'un processus qui n'affecte pas la totalité de la roche mais uniquement une partie. Quel est ce processus ?
- Quelle information apporte l'analyse des roches du document 1.2 quant aux massifs anciens ?

Document 1.3 : profil de sismique réflexion (ECORS-CROP, 1989) passant par les Alpes et orienté Nord-Ouest Sud-Est.

Ce document se trouve sur l'annexe A3 à une meilleure résolution.



Question 1.3

a) A partir de l'ordonnée du document 1.3 qui donne le temps double en secondes et en approximant la vitesse de l'onde sismique P à 6 km/s, indiquez en ordonnée la profondeur du profil sismique en km sur l'annexe à compléter et à rendre avec la copie.

b) Interprétez le profil ECORS du document 1.3 sur l'annexe à compléter et à rendre avec la copie.

Indiquez clairement la base de la croûte continentale le long du transect du document 1.3.

c) L'objectif est de déterminer l'épaisseur de la croûte continentale au niveau des Alpes, en considérant que la croûte est en équilibre isostatique sur le manteau lithosphérique.

c1) En prenant le modèle isostatique d'Airy, schématisez un modèle à l'équilibre isostatique des deux situations suivantes en respectant l'échelle verticale :

- une chaîne de montagnes présentant un relief d'une altitude de 4 km (situation 1)

- une ancienne chaîne de montagnes d'altitude 0 km, aujourd'hui complètement érodée et pénéplanée (situation 2)

c2) Calculez l'épaisseur totale H de la croûte continentale au niveau des Alpes (situation 1).

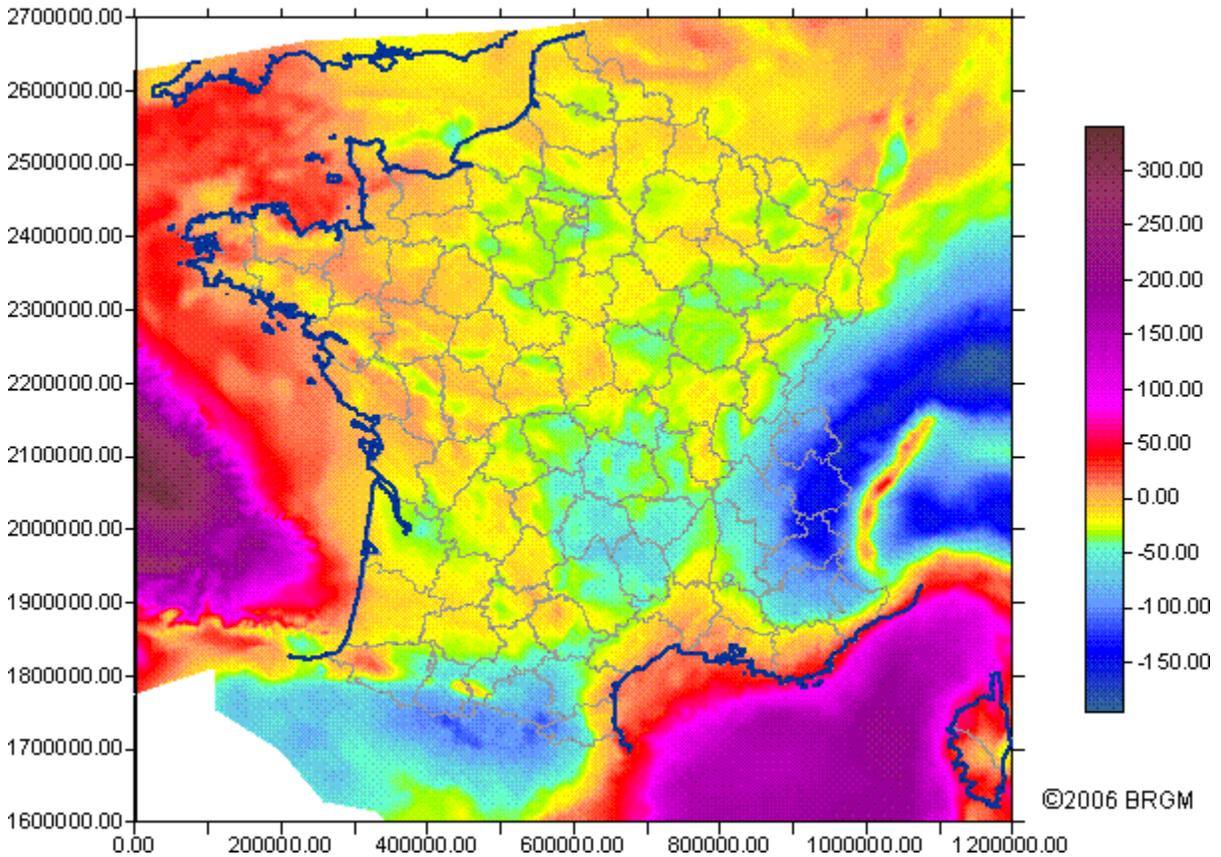
Les valeurs suivantes seront prises :

- masse volumique de la croûte continentale ρ_{cc} de $2,7 \text{ g/cm}^3$
- masse volumique du manteau lithosphérique ρ_m de $3,3 \text{ g/cm}^3$
- épaisseur moyenne de la croûte continentale $e = 30 \text{ km}$

c3) Votre résultat à la question c2 est-il cohérent avec le profil sismique du document 1.3 ?

c4) Quelles sont les conséquences de l'épaississement de la croûte continentale lors de la formation d'un massif sur les propriétés physiques de la lithosphère ?

Document 1.4 : anomalie gravimétrique de Bouguer de la France métropolitaine exprimée en mgal ou 10^{-5} m.s^{-2} .



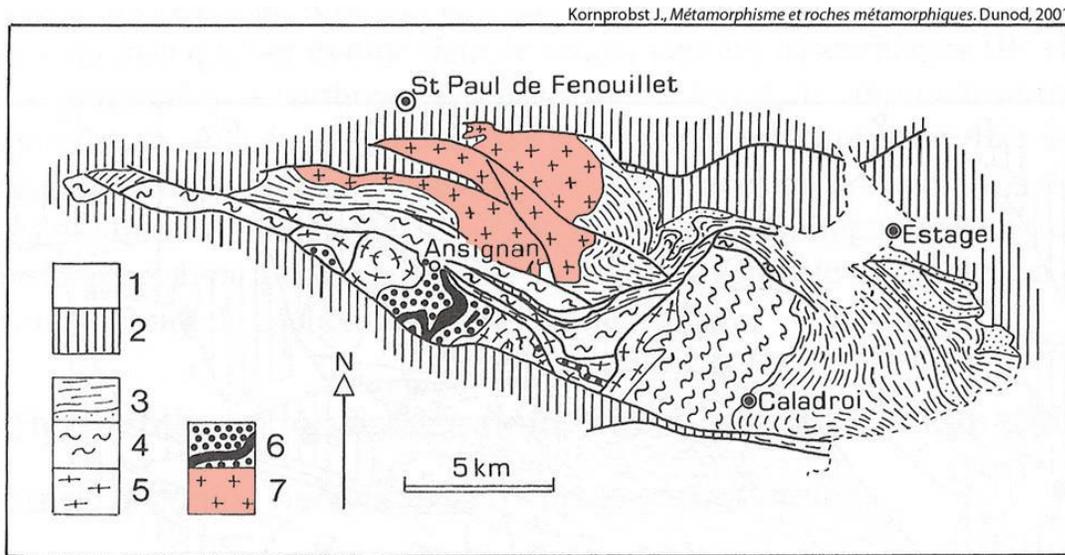
Question 1.4

- a) Expliquez pourquoi l'anomalie gravimétrique de Bouguer n'est pas la même au niveau du Massif armoricain et du Massif alpin (document 1.4).
- b) Les données gravimétriques du document 1.4 valident-elles ou questionnent-elles votre modèle isostatique à l'équilibre (question 1.3 (c1), situation 1) ? Une réponse justifiée est attendue.

2 – Genèse et évolution de la croûte continentale dans les massifs anciens et récents français

Dans une deuxième partie, nous chercherons à comprendre la genèse des granitoïdes puis nous chercherons à identifier les facteurs qui expliquent les caractéristiques de la croûte continentale des massifs anciens et récents, identifiées dans la première partie.

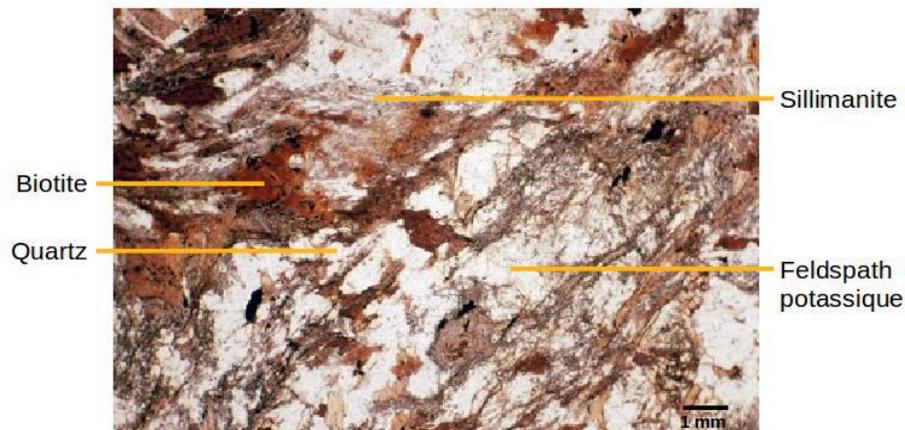
Document 2.1a : carte du massif paléozoïque de l'Agly (Pyrénées orientales).



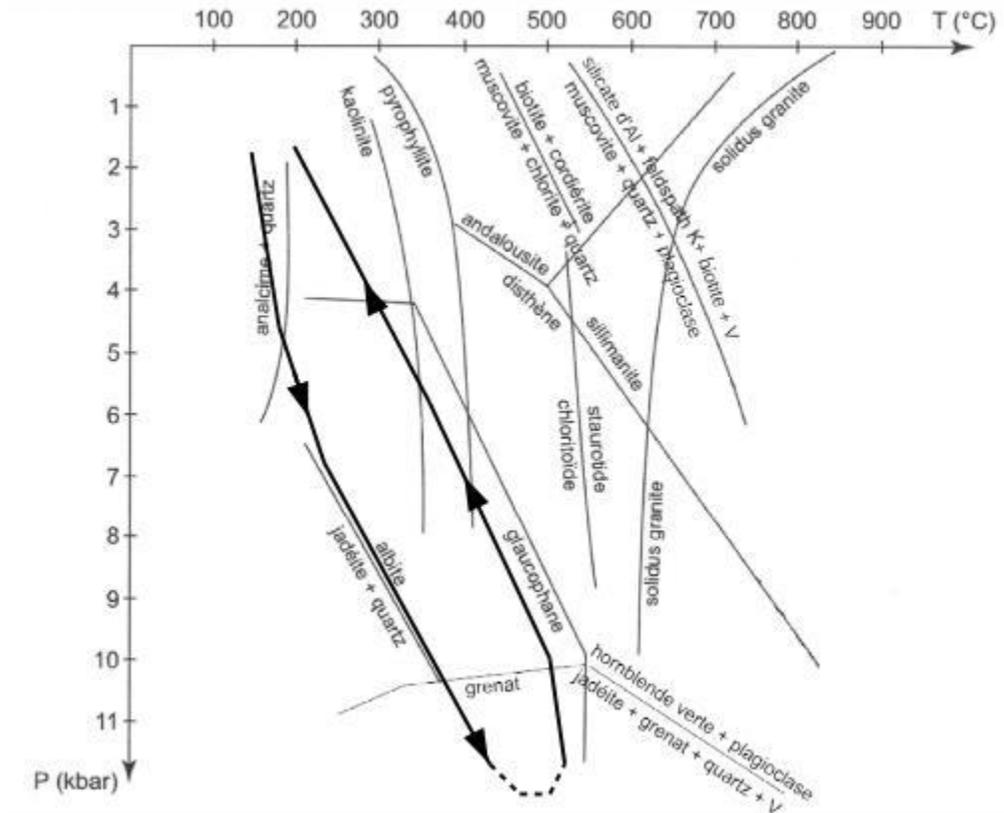
Structure du massif de l'Agly. 1 : Quaternaire; 2 : terrains secondaires; 3 : terrains paléozoïques quartzo-pélitiques plus ou moins métamorphiques; tirets : métapélites; pointillé : quartzites siluriens; 4 : gneiss migmatitique de Belesta; 5 : gneiss migmatitique de Caramany; 6 : charnockite d'Ansignan et roches mafiques associées (noir); 7 : granite de Saint Arnac.

Doc

ument 2.1b : lame mince d'une roche extraite du massif paléozoïque de l'Agly (terrain n°3 (tirets) du document 2.1a), observée en lumière polarisée non analysée au microscope polarisant.



Document 2.1c : diagramme Pression-Température exprimé en kbar et en °C. Le chemin métamorphique tracé sera discuté ultérieurement et correspond au chemin suivi par une roche alpine (massif cristallin interne) de même nature que la roche varisque (ou hercynienne) qui sera présentée dans le document 2.2. *À noter que silicate d'Al correspond aux silicates d'alumine (andalousite, disthène, sillimanite) et V à de la vapeur d'eau.*
Ce document se trouve sur l'annexe A3 à une meilleure résolution.

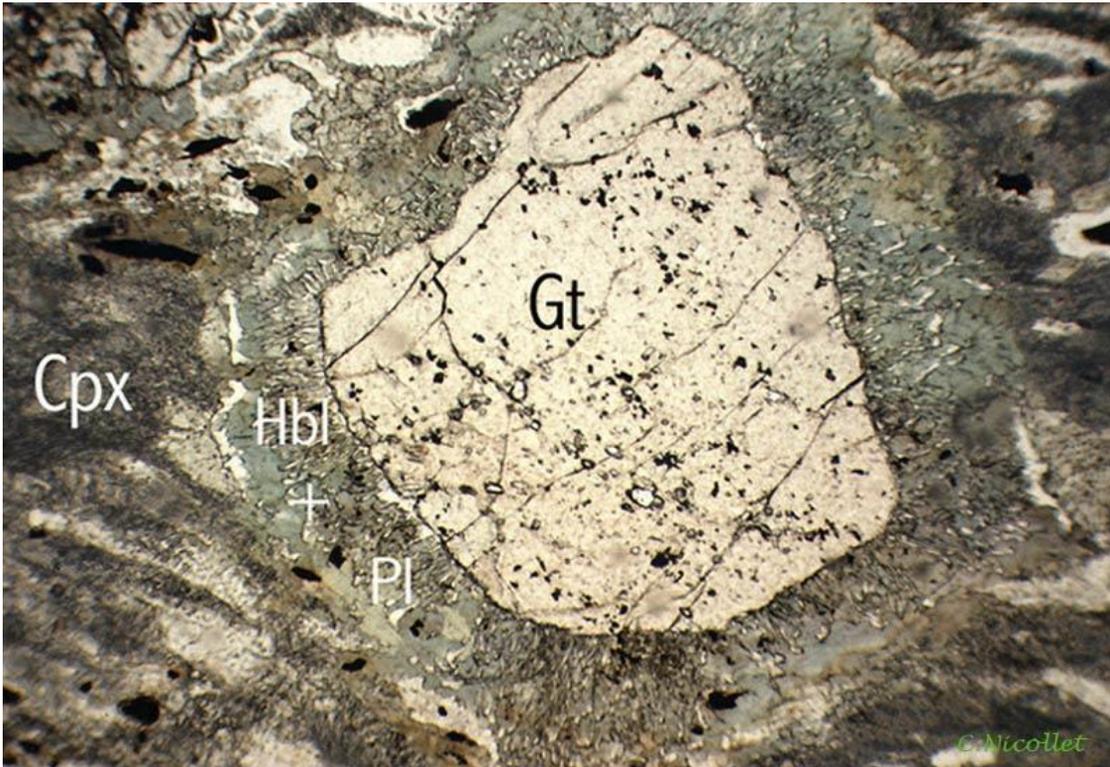


Question 2.1

Il s'agit ici de comprendre ce qui favorise la genèse d'un granitoïde à partir de l'exemple d'un granite.

- Sur le document 2.1a, quel lien existe-t-il entre la roche du document 2.1b et le granite de Saint Arnac ?
- À partir des informations fournies par le document 2.1b, remplacez la roche du document 2.1b dans le diagramme Pression-Température du document 2.1c reproduit en annexe (à compléter et à rendre avec la copie), en argumentant votre réponse.
- En vous aidant du diagramme du document 2.1c et vos analyses précédentes, formulez une hypothèse sur la formation du granite de Saint Arnac.
- La roche du document 2.1b est particulièrement abondante dans les massifs anciens. Comment expliquez-vous la relation entre l'abondance de ce type de roches et celles de granitoïdes ?

Document 2.2 : lame mince d'une roche en lumière polarisée non analysée (microscope polarisant) affleurant dans le Massif Central. *Gt* : grenat ; *Cpx* : clinopyroxène (jadéite) ; *Hbl* : hornblende ; *Pl* : plagioclase.

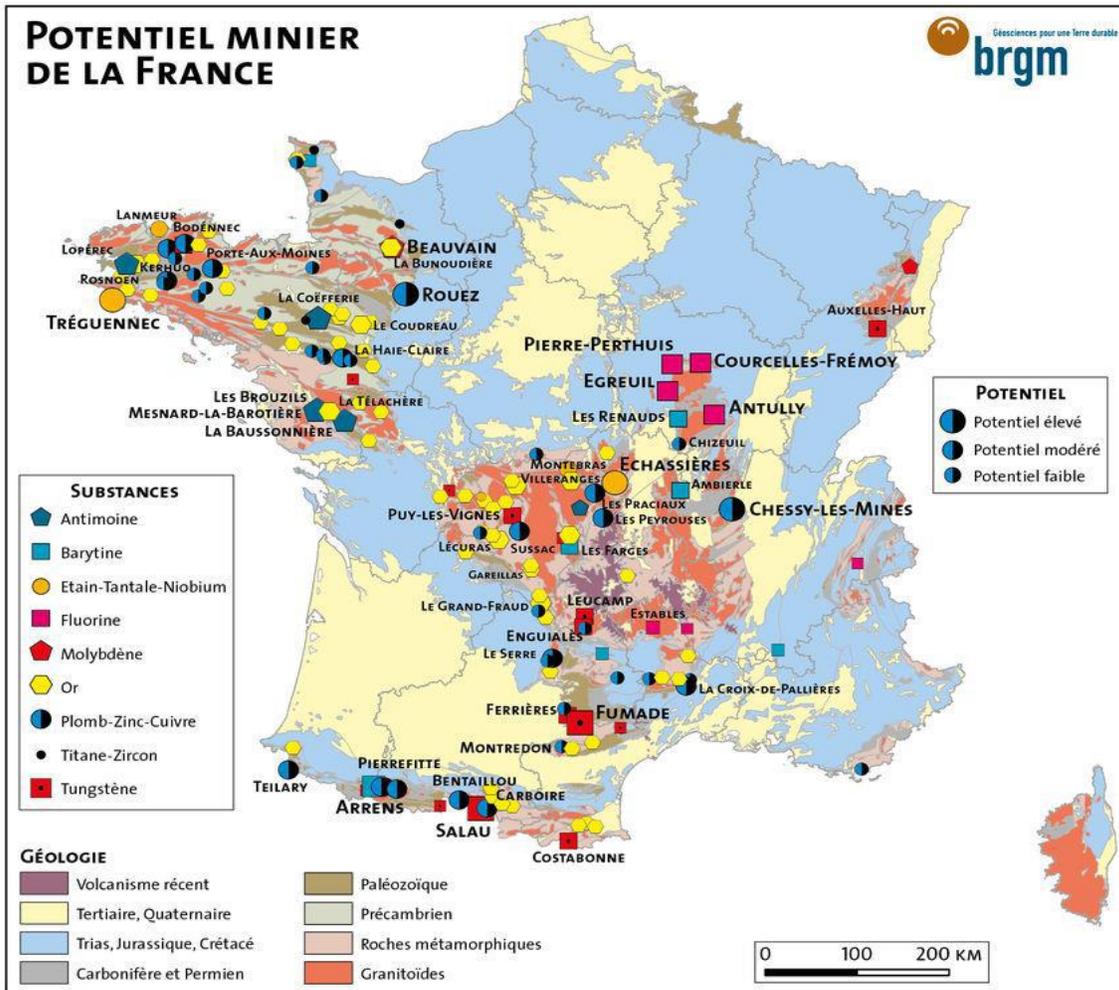


Question 2.2

On considère que, du fait de son histoire géodynamique, cette roche d'origine océanique est intégrée à la croûte continentale.

- À partir du document 2.2, identifiez les faciès métamorphiques de la roche en explicitant votre raisonnement.
- Quel chemin métamorphique a suivi la roche du document 2.2 ? Explicitez votre argumentation. Dessinez-le chemin sur le document 2.1c reproduit en annexe (à compléter et à rendre avec la copie).
- La roche du document 2.2 s'est formée par les mêmes processus géologiques qu'une roche alpine de même nature (massif alpin interne) dont le chemin métamorphique est présenté sur le document 2.1c. D'après vos analyses, quel paramètre physique permet d'expliquer la différence entre les chemins métamorphiques de la roche du document 2.2 et son analogue se situant dans les Alpes internes ?
- Quelle information vous apporte l'analyse de la roche métamorphique du document 2.2 et de son analogue alpin sur la différence d'abondance des granitoïdes entre massifs anciens et récents (identifiée à la question 1.1d) ?

Document 2.3 : potentiel de développement minier du fait de l'existence de gisements et de ressources et réserves déjà connues (2014).



Question 2.3

- En vous aidant du document 1.1 et à partir du document 2.3, est-ce que ce sont les massifs anciens ou récents qui possèdent le plus de ressources minérales et métallifères ?
- Quel lien existe-t-il entre la localisation des ressources minérales et métallifères et l'abondance de granitoïdes ?

3- Bilan

Question 3

À partir de vos analyses précédentes, dressiez une synthèse des facteurs expliquant les différences observées au sein de la croûte continentale entre massifs anciens et massifs récents (*1/2 page maximum*).