ÉLÉMENTS DE CORRECTION
DS n° 4 GÉOLOGIE

Partie 1 :

Q1.1 Un micaschiste est une roche métamorphique paradérivée à schistosité (débit préférentiel de la roche) et foliation (séparation spatiale des minéraux clairs et sombres en lits) très marquées. Elle est composée en particulier de quartz et d'une quantité abondante de micas (phyllosilicates). Elle est issue du métamorphisme d'une pélite.

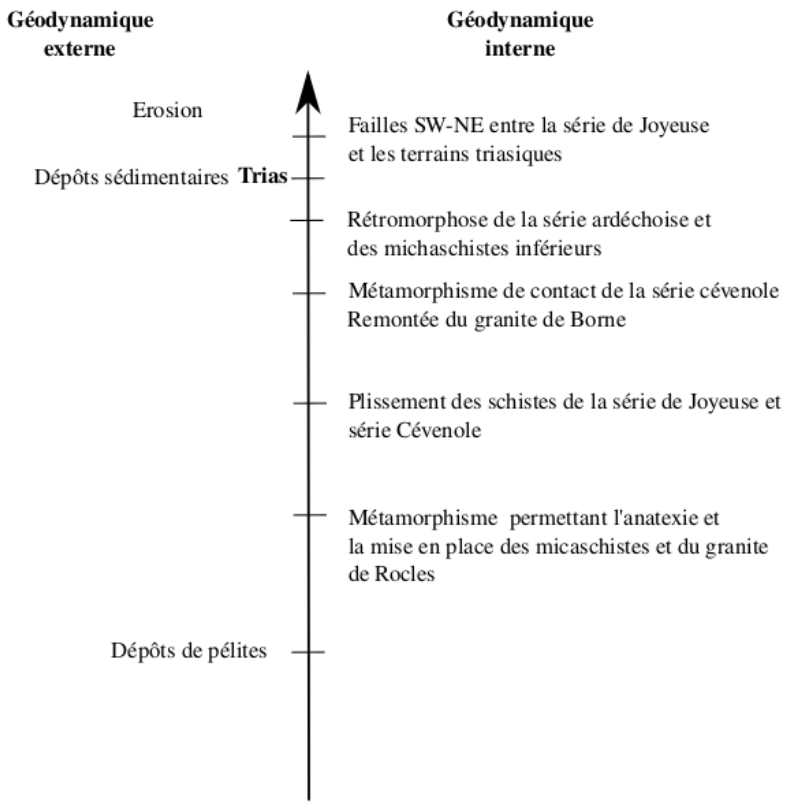
Le granite de Rocles recoupe les micaschistes sans les métamorphiser. Ce granite est donc contemporain de ces roches. Les micaschistes sont donc issus d'un métamorphisme qui a aussi conduit à la formation du granite.

Q1.2 Au niveau des micaschistes situés au Sud du granite de Rocles, on observe un métamorphisme prograde du sud vers le nord montrant l'existence d'andalousite (micaschistes inférieurs ***B*e1a)** et de sillimanite (micaschiste et gneiss CZ). Le gradient métamorphique est donc HT BP (type abukuma). Un processus de mise en place possible consiste en une augmentation de température et de pression dans un contexte d'orogenèse, qui conduit à une anatexie.

Q1.3 La rétromorphose indique un rétrométamorphisme, créé par la diminution de pression et température lors du retour à la surface des roches.
Les indices de cette rétromorphose sont la présence de petits minéraux index du métamorphisme en paragenèses en couronne.(couronne réactionnelle)

Q1.4 Le granite de Borne est sécant sur les roches encaissantes et il entraîne leur métamorphisme.
Un processus de mise en place consiste en une remontée tardive de magma granitique qui se met en place dans un encaissant plus froid. Ce granite est donc intrusif. Ce scénario s'observe souvent en fin d'orogenèse, ici orogenèse hercynienne ou alpine. Aucun argument ne permet de dater précisément la mise en place de ce pluton, puisqu'il n'y a aucun contact entre le trias et le granite ou son auréole de métamorphisme.

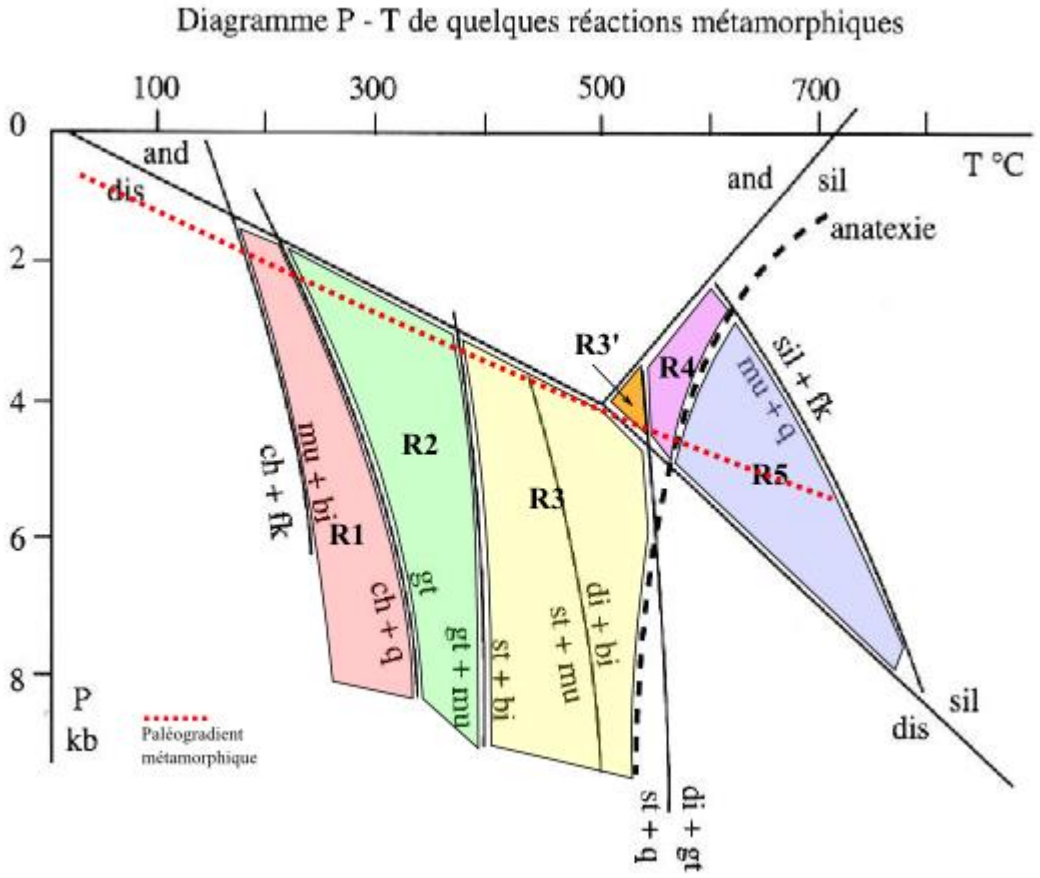
Q1.5



Partie 2 :

Q 2.1 Il s'agit d'une isograde d'apparition du grenat. C'est une limite cartographique de la présence de grenat (à l'est de cette ligne) et de son absence (à l'ouest de cette ligne).

Q 2.2 Les courbes présentes dans la grille pétrogénétique sont des limites univariantes de champ de stabilité de minéraux index du métamorphisme. Les conditions (P, T) représentées par ces lignes sont celles où se déroulent des réactions chimiques mettant en jeu les minéraux index inscrits de chaque côté de la courbe. On repère soit des transformations polymorphiques (ex des silicates d'alumine) ou des réactions de combinaison.



Q 2.3 Le gradient est supposé uniforme pour l'ensemble des roches de la série : il est tracé comme une droite partant de l'origine et recoupant tous les domaines de stabilité des paragenèses caractéristiques des différents échantillons récoltés dans la région.

C'est un gradient MP MT (type dalradien appelé aussi barrovien) attesté par la transition du disthène à la sillimanite entre les échantillons R3 et R'3. On rappelle qu'il suit un géotherme proche du géotherme terrestre moyen (30°C/km). Il est compatible avec un contexte de collision continentale et d'empilement d'écailles crustales. Cet empilement conduit à une anatexie de la croûte, comme en témoigne la présence de migmatite.

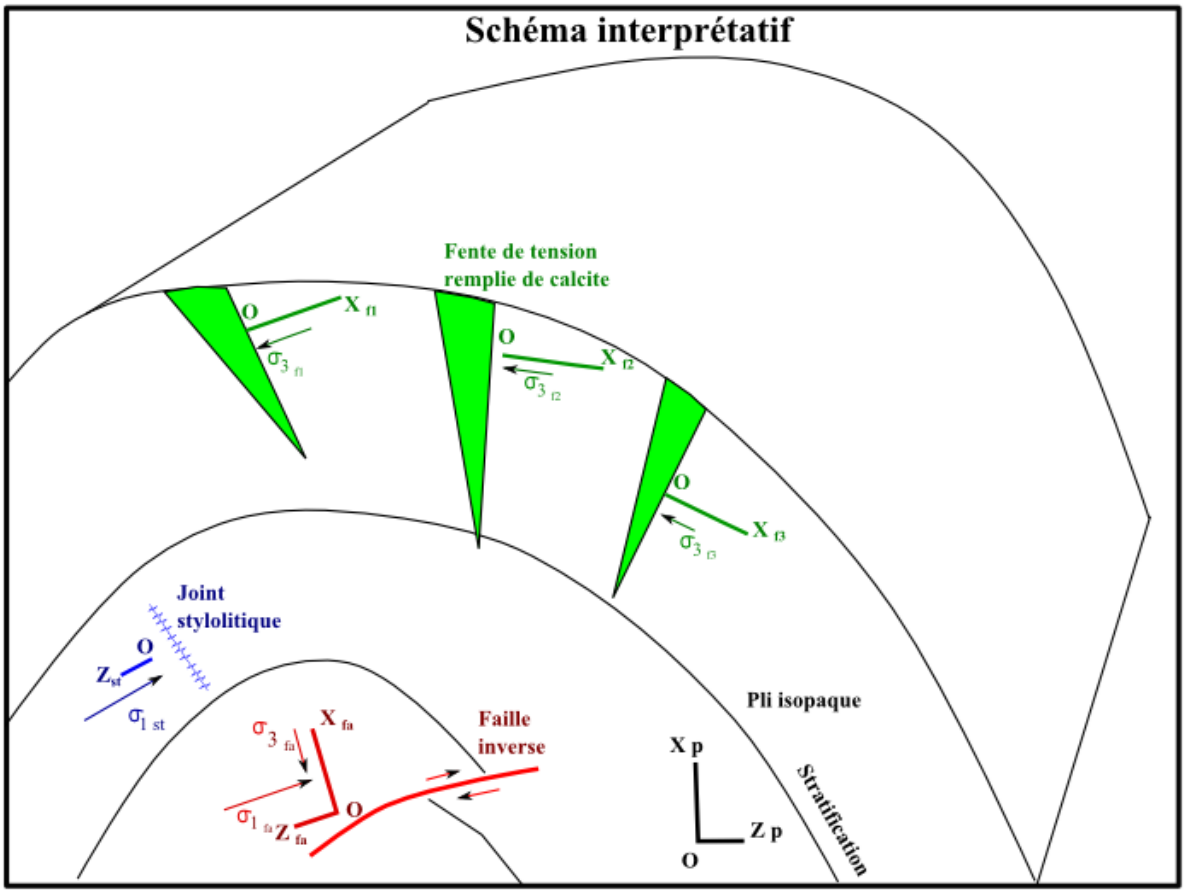
Q 2.4 Les limites de cet exercice repose sur la valeur apportée aux isogrades. L'utilisation de ces limites cartographiques nécessitent une homogénéité des terrains initiaux pour pouvoir se mettre en place.

Dans le cas où les terrains initiaux sont de composition hétérogène, les isogrades ne seront pas seulement la conséquence d'un changement de conditions (P,T) mais aussi de modifications de la chimie du protolithe.

Il faut alors travailler avec la notion de faciès métamorphiques.

Partie 3

Q 3.1



Nous observons 4 objets distincts de déformation :

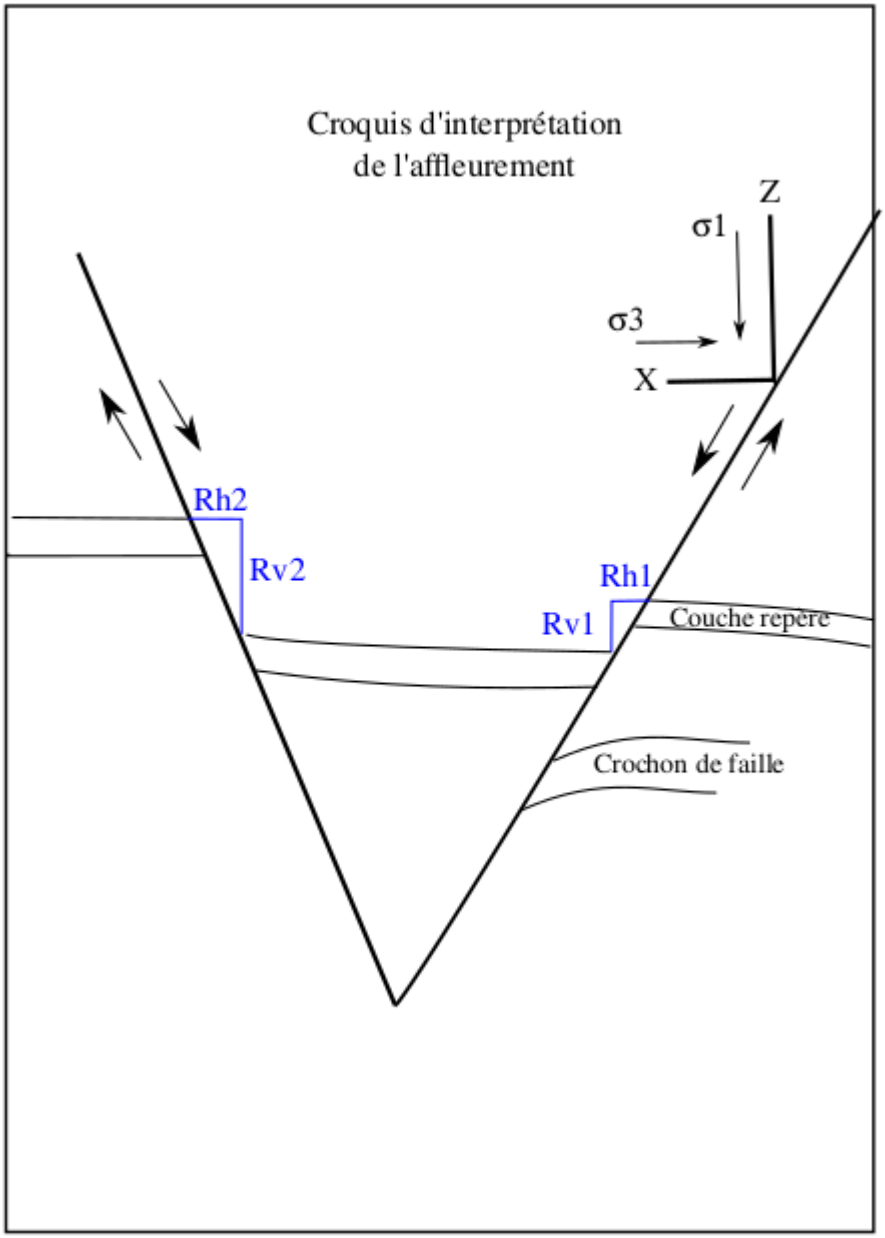
- Un pli mis en évidence par le pendage variable de la stratification. Ce pli est isopaque.
- Des fentes de tension remplies de calcite en extrados du pli et disposées de manière plutôt rayonnante par rapport au pli
- Une faille inverse dans l'intrados du pli.
- Un joint stylolithique dans l'intrados du pli.

A partir de chaque déformation, nous pouvons établir un ellipsoïde des déformations finies. Mais uniquement dans le cas des fentes de tension, de la faille et des stylolithes nous pouvons aller jusqu'à une interprétation en terme d'ellipsoïde des contraintes car ces objets sont issus d'une déformation en aplatissement, appelé aussi cisaillement pur (déformation coaxiale).
Pour le pli, nous avons potentiellement une déformation rotationnelle mettant en jeu une part de cisaillement.

- Le pli montre une épaisseur des strates constante au niveau des flancs et de la charnière. C'est un pli isopaque.
- Les ellipsoïdes des contraintes pour le joint stylolithique et pour la faille inverse semblent assez bien correspondre. Ceci montre une compression au niveau de la partie interne du pli (intrados du pli).
- Pour les fentes de tension, nous voyons que les ellipsoïdes ne coïncident pas. Nous avons globalement une extension d'orientation variable dans l'extérieur du pli (extrados du pli), mais dont l'axe OX_f suit globalement la stratification.

En conclusion, nous avons un pli isopaque à déformation de charnière. Il y a une extension en extrados du pli et de la compression à l'intrados du pli.

Q 3.2.



On observe une couche repère qui permet de trouver le mouvement relatif sur chaque faille.
Les crochons de faille permettent de confirmer les mouvements.
On observe deux failles normales. Ces deux failles forment un angle de 60° entre elles. Ce sont donc des failles conjuguées.

Le calcul des rejets nécessite de travailler sur chaque faille. Grâce à l'échelle, on peut estimer :

- Rh1 = 0,7 m
- Rh2 = 0,9 m
- Rv1 = 0,8 m
- Rv2 = 1,8 m

Sur les failles, on peut placer Z (raccourcissement principal) et X (allongement principal).
Z est placé en formant un angle de 30° avec la faille. X est perpendiculaire à Z.

Les failles conjuguées sont formées par aplatissement (*pure shear*). C'est une déformation coaxiale. On peut donc placer les contraintes. La contrainte principale s1 est dans l'axe OZ et la contrainte minimale s3 est dans l'axe OX.

Partie 4

Q 4.1 Un élément père radioactif se désintègre régulièrement à une certaine vitesse en donnant un élément fils stable. On peut connaître cette vitesse en estimant la période de désintégration T, temps nécessaire pour observer la désintégration de la moitié des éléments père présents au départ.
La quantité d'éléments père restant et d'éléments fils présents permet de dater la roche.

Par exemple, sur le couple ^{40}K / ^{40}Ar :
Réaction de désintégration : $^{40}K + e^{-} \rightarrow {}^{40}Ar + g$ (capture électronique)
^{40}K est l'élément père radioactif, ^{40}Ar est l'élément fils stable. La période est de l'ordre de 10^{10} ans
L'argon étant un gaz, on part du principe qu'au moment de la formation de la roche, par ex une roche magmatique, sa teneur est nulle.
Donc la quantité de ^{40}Ar présent dans la roche est proportionnel au temps.

La datation est valable uniquement si la roche est restée un système fermé, sans transformation, ni altération.

Q 4.2 On dispose de deux couples radioactifs U/Pb ayant chacun leur constante de désintégration différente. La représentation des deux rapports $^{206}Pb/^{238}U$ et $^{207}Pb/^{235}U$ permet de tracer une courbe. C'est la courbe concordia. Elle représente l'évolution des deux rapports $^{206}Pb/^{238}U$ et $^{207}Pb/^{235}U$ en fonction du temps. Le temps est indiqué en million d'années.
L'analyse des rapports $^{206}Pb/^{238}U$ et $^{207}Pb/^{235}U$ de la roche permet de tracer un nuage de points, associé à une droite appelé discordia.
La droite discordia coupe la courbe concordia en deux points. L'âge le plus ancien donne l'âge de la roche, et l'âge le plus récent date l'âge de formation du minéral contenant les éléments U et Pb.

La datation du granite est assez approximative entre 250 et 310 MA