

Question 1.

Zone A1 : la moitié sud de l'île de Guernesey (une des Îles Anglo-Normandes) montre à l'affleurement une roche métamorphique foliée dérivée d'un protolithe magmatique – un orthogneiss – datée d'environ 2 milliards d'années, issue de l'orogénèse icartienne, la plus ancienne des orogénèses enregistrées sur le continent européen. Cette roche est un des éléments formés dans la racine crustale de cette très ancienne chaîne de montagnes.

Zone A2 : la pointe nord-ouest de l'île de Jersey (une autre île Anglo-Normandes) montre à l'affleurement une roche plutonique d'âge cambrien (ordovicien sur les versions plus récentes de la carte et même silurien là : https://jerseygeologytrail.net/Rock_Types_Granite.shtml). D'après la légende de la carte géologique au millionième il s'agit d'un granitoïde calco-alkalin associé à un orogène de collision. La légende de la carte permet d'affirmer qu'il s'agit de magmatisme post-collisionnel. La fin de l'orogénèse est marquée par une période de relâchement qui amincit la lithosphère et provoque une fusion partielle mantellique.

Zone A3 : la partie nord de l'île d'Oléron en Charente-Maritime montre à l'affleurement une roche sédimentaire peu déformée datée du Jurassique supérieur, recouverte par des formations superficielles de l'Holocène, période la plus récente du Quaternaire.

Question 2.

Roche Ra : roche sédimentaire constituée de bancs décimétriques dont certains plus altérables montrent une érosion différentielle. La couleur et le débit laissent penser à une roche carbonatée, à fraction argileuse variable selon les bancs. Le fossile est une coquille d'ammonioïde, vraisemblablement une ammonite au vu de l'âge de la roche (les autres ammonioïdes sont éteints au Jurassique supérieur). La présence d'ammonite, animal vivant en pleine eau (le fossile présenté est dans une position qui ne correspond pas à la position de vie de l'animal) et l'absence de fraction sableuse siliceuse amène à penser à un milieu de sédimentation éloigné du littoral mais l'état de conservation de la coquille montre qu'il n'y a pas eu de dissolution importante avant la diagenèse. Le milieu de dépôt était donc peu profond. On peut donc conclure à une sédimentation sur le plateau continental.

Roche Rb : réponse donnée dans la légende la carte : orthogneiss ; réponse argumentée à partir de l'échantillon : foliation nette, irrégulière et déformée : gneiss migmatitique.

Roche Rc : (honnêtement le zoom de l'annexe n'apporte pas grand-chose) 1, quartz (cristal translucide, éclat gras) ; 2, biotite (cristal sombre, on devine des plans de clivage) ; 3, feldspath (cristal blanc/jaunâtre). Une roche à texture grenue qui contient ces trois minéraux est un granite.

Ra – A3 ; Rb – A1 ; Rc – A2

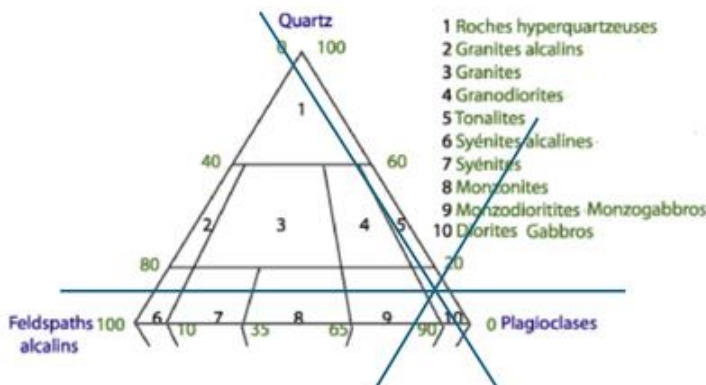
Question 3.

Roche A : Diorite (roche grenue comprenant moitié de plagioclases et moitié d'amphiboles)

Pour positionner la roche B dans le diagramme de Streckeisen, il faut d'abord recalculer les proportions de minéraux clairs (on vérifie que la somme des % recalculés est égale à 100).

% plagioclases = $54 / (54 + 10 + 2) = 82\%$; % quartz = $10 / (54 + 10 + 2) = 15\%$; % feldspaths alcalins = $2 / (54 + 10 + 2) = 3\%$

On utilise ensuite ces valeurs que l'on place dans le diagramme ternaire :



Les trois segments de droite se croisent dans le champs des diorites/gabbros.

La roche B est une diorite quartzique.

Le minéral M se présente sous la forme de cristaux sombres en forme de baguettes. Il s'agit de cristaux d'amphibole.

Question 4.

Le contact entre les roches A et B est diffus, sans limite nette, ce qui amène à penser que les deux magmas étaient dans le même état (liquide) lors de leur mise en contact. Il n'y a pas eu intrusion d'un magma dans une roche solide. La parenté géochimique et l'enrichissement en éléments incompatibles (Si, Na et K) de la roche B amène à proposer l'hypothèse d'une différenciation magmatique à partir d'un même magma initial (représenté par la roche A).

On peut alors proposer le scénario suivant : à la fin de l'orogénèse cadomienne, le relâchement post-collision provoque de la fusion partielle mantellique sous la croûte continentale. Le magma produit migre par différence de densité et est stocké en base de croûte dans des chambres magmatiques où démarre un processus de différenciation, par cristallisation fractionnée essentiellement. Le liquide différencié produit, moins dense que le magma initial, migre à son tour et peut venir s'injecter dans des liquides moins différenciés situés dans des chambres magmatiques sus-jacentes. La différence de composition et la viscosité du liquide différencié rendent ces magmas peu miscibles et seuls les « bords » sont partiellement mélangés. Leurs positions relatives sont conservées lors du refroidissement.

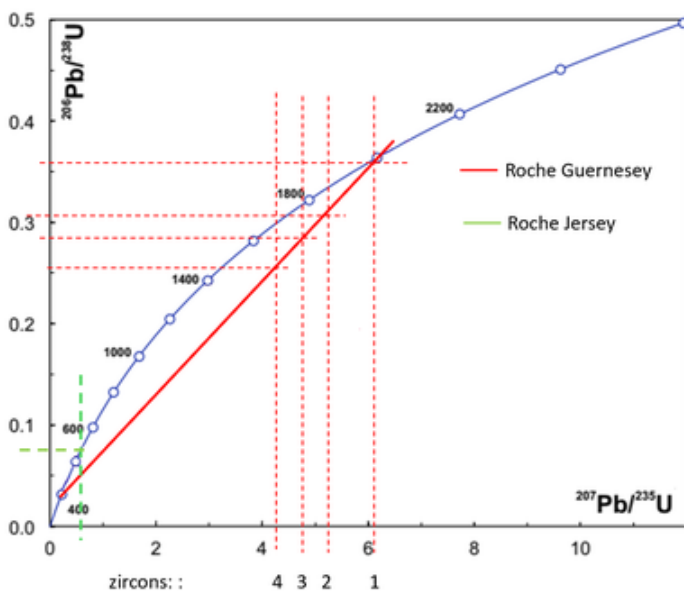
Pour confirmer cela il faudrait multiplier les analyses d'échantillons, cartographier l'ensemble des contacts magmatiques, dater l'ensemble des roches, etc.

Question 5.

La courbe se nomme concordia. Son allure croissante vient du fait que les deux axes quantifient le rapport de l'élément fils à l'élément père. Comme le premier est produit par désintégration du premier dans les deux cas et que les âges sont concordants avec les deux systèmes les rapports « fils/père » ne peuvent qu'augmenter au cours du temps.

Question 6.

Un traitement graphique des données permet de tracer le graphe qui suit :

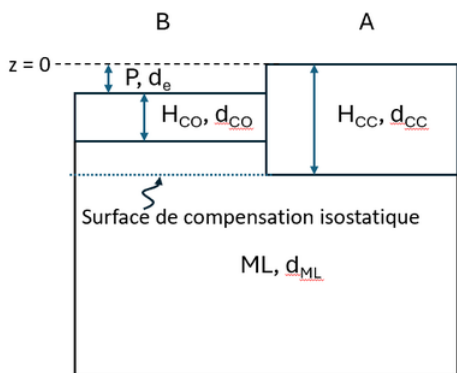


La roche de Jersey (zone A2) donne un âge légèrement supérieur à 500 millions d'années ce qui est cohérent avec la réponse à la question 1.

La roche de Guernesey (zone A1) donne deux âges par sa discordia qui croise la concordia en deux points. L'intersection haute donne un âge à 2 milliards d'années, ce qui est là encore cohérent avec la réponse à la question 1. L'intersection basse donne un âge à 400 millions d'années environ, ce qui indique une réouverture du système à ce moment là c'est-à-dire lors de l'orogénèse varisque. Il est vraisemblable que les granitoïdes post-cadomiens aient été réchauffés à cette occasion.

Question 7.

a.



b. L'équilibre isostatique correspond à une égalité des masses situées au-dessus de la surface de compensation.

On peut donc écrire : $H_{CC} \times d_{CC} = p \times d_e + H_{CO} \times d_{CO} + (H_{CC} - H_{CO} - p) \times d_{ML}$

Après « bricolage » il vient $p = (H_{CC} \times (d_{ML} - d_{CC}) + H_{CO} \times (d_{CO} - d_{ML})) / (d_{ML} - d_e)$

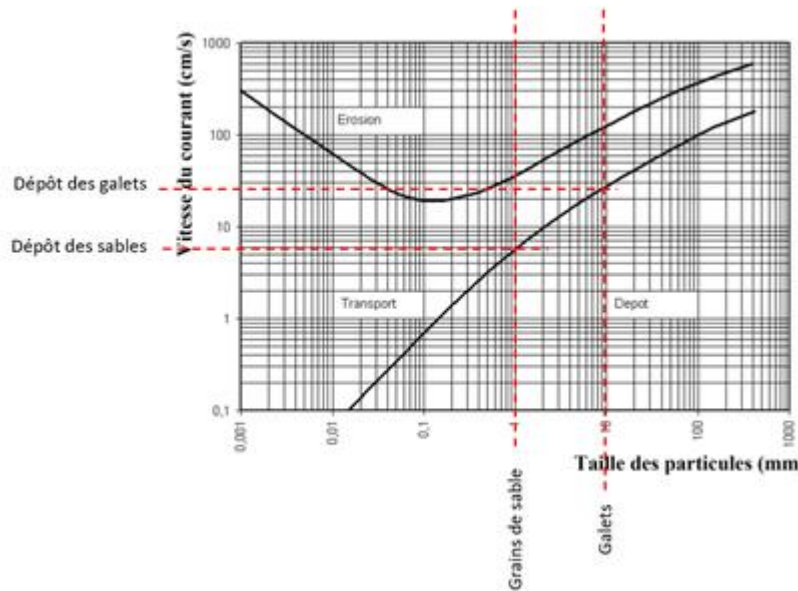
c. L'anomalie de Bouguer positive relevée à l'aplomb de l'océan correspond à un excès de masse pesante, conséquence ici d'une croûte océanique peu épaisse et d'un manteau lithosphérique, plus dense, plus proche de la surface que sous le continent.

Question 8. Programme BCPST ST-A : Une carte géologique est une représentation de la nature, de la géométrie et de l'âge des roches à l'affleurement. Elle représente l'intersection d'un agencement à trois dimensions avec la surface topographique. Elle résulte de l'exploitation et de l'interprétation de diverses données (levés de terrain, photographies aériennes, forages, etc.). Elle représente un modèle de l'état des connaissances au moment de sa réalisation.

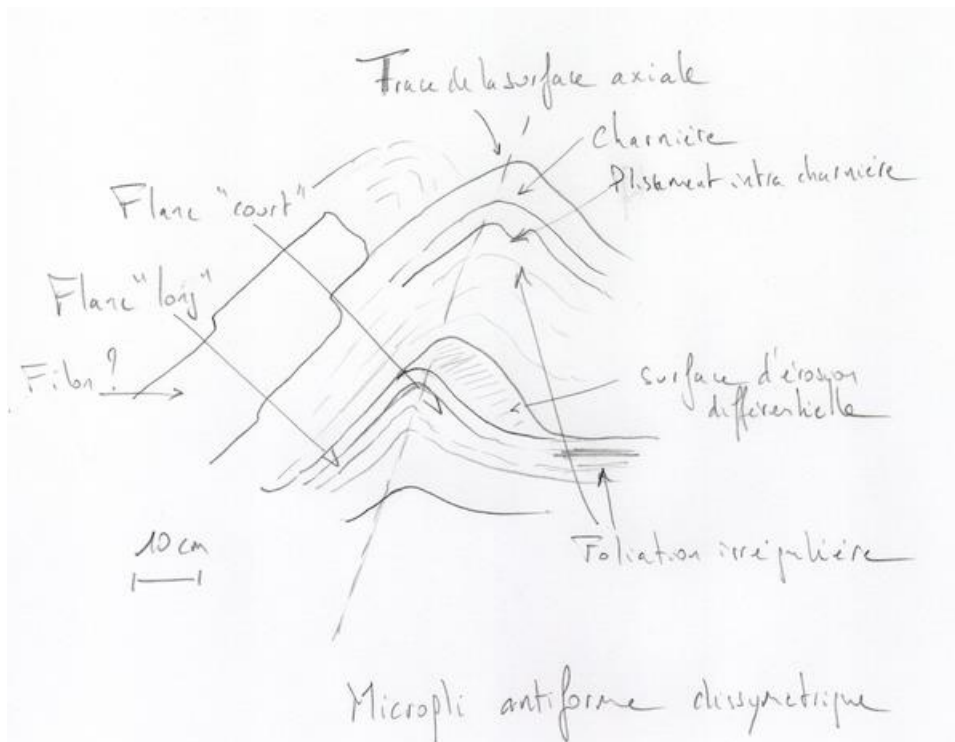
Question 9. Les sables rouges sont le résultat de l'altération et de l'érosion d'une roche riche en grenats. L'aspect des grains de sable sur le document 9, assez peu arrondis, atteste d'un transport modéré donc d'une origine locale du matériel. La carte

montre la présence de micaschistes, de glaucophanites, d'amphibolites et d'éclogites, des roches métamorphiques acides et basiques, toutes comportant du grenat. La source des grenats se trouve vraisemblablement dans ces roches. Le transport est ici assuré par l'eau de mer.

Question 10. La distribution des sédiments sur la plage fait apparaître un granoclassement horizontal. Les particules les plus grosses, les galets, sont en haut de plage. Viennent ensuite les grenats puis les sables blancs. Le diagramme de Hjulström présenté au document 10 permet de comprendre que l'énergie du milieu de transport décroît du haut vers le bas de la plage ce qui correspond à la dynamique de la houle. Lorsque les vagues déferlent elles entraînent les particules et lorsqu'elles se retirent elles redistribuent ces particules en même temps que leur énergie diminue. Bien que les grains de sable aient des tailles comparables (1mm) leurs densités sont différentes et ils n'ont donc pas le même poids. Les grains les plus lourds (grenats) se déposent en premier, les plus légers (quartz et calcite) ensuite.



Question 11.



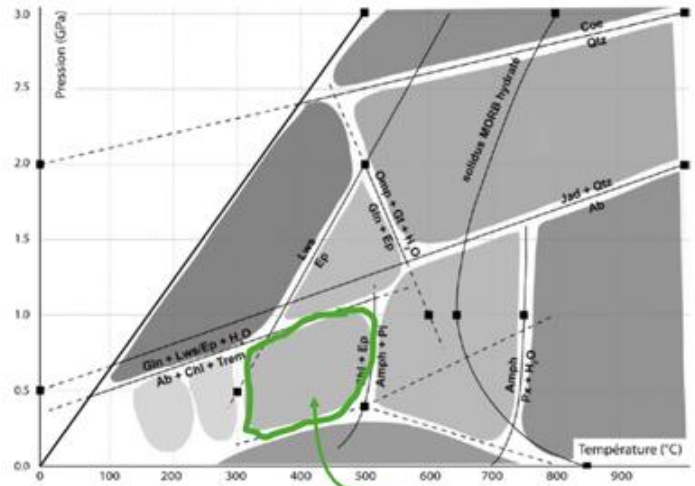
La foliation est une déformation pénétrative qui accompagne le métamorphisme. Elle met en place une ségrégation minérale. Cette foliation est plissée en antiforme, déformation ductile. Difficile ici de faire apparaître l'axe du pli car il ne semble pas perpendiculaire au plan de la prise de vue. Pour la même raison tracer un ellipsoïde de la déformation finie serait approximatif.

Question 12.

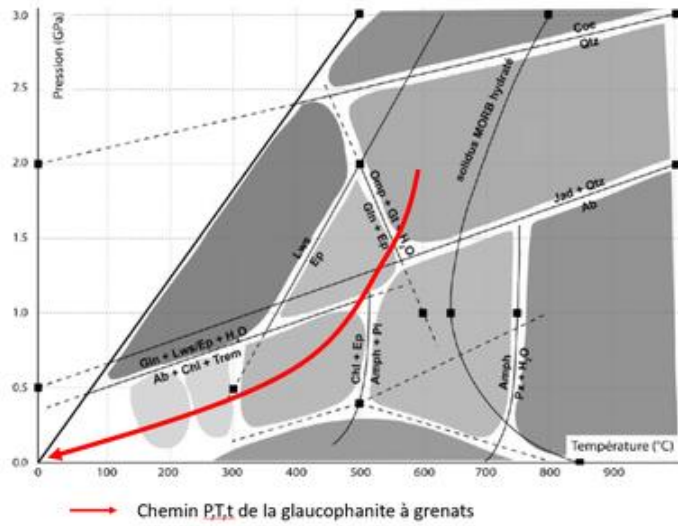
Roche métamorphique : roche qui a subi des transformations minéralogiques à l'état solide, conséquences de son déplacement dans l'espace pression-température.

Faciès métamorphique : domaine de l'espace pression-température caractérisé par une paragenèse à l'équilibre correspondant à une composition chimique.

La roche présentée au document 12 montre une foliation nette où alterne des lits riches en glaucophane et des lits riches en minéraux clairs. Des cristaux de grenats sont nettement visibles. Il s'agit d'une amphibolite (glaucophanite) à grenats.



Faciès des schistes verts



→ Chemin P,T,t de la glaucophanite à grenats

Les cristaux de grenats semblent contournés par la foliation, ils sont donc anté-cinématiques. Le minéral caractéristique du faciès des schistes verts est situé à l'interface grenat/amphibole, il est donc postérieur à ces deux phases minérales. Ceci permet de tracer un chemin suivi par la roche dans l'espace pression-température. Il s'agit d'un chemin rétrograde depuis des faciès de haute pression caractéristiques du contexte de subduction. On manque d'arguments pour tracer la partie prograde du chemin. La seule information dont on dispose est que le protolithe est basique.

Question 13. La diversité des paragenèses observées peut être la conséquence d'une diversité de composition chimique des protolithes. Elle peut également être la conséquence d'une rétro-morphose plus ou moins intense de la roche associée à une circulation locale de fluide (métasomatose).