

**DEVOIR SURVEILLÉ n°4**

**Biologie et géologie**

Durée 4 h

*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.*

- Ce devoir comporte deux parties. Le même nombre de points est affecté à chacune des deux parties.
- Il est attendu que vous consacriez 2 heures à chacune, mais la gestion du temps vous est confiée.
- Les deux parties sont traitées sur deux jeux de copies différentes, et remises toutes deux en fin d'épreuve.
- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.

Le sujet comporte 10 pages NB (dont la feuille annexe à rendre avec la copie) et 2 pages (1 feuille) couleur.

*Il vous est conseillé de prendre connaissance de la totalité du sujet avant de commencer.*

---

## **Synthèse**

*Durée conseillée de l'épreuve : 2 heures*

---

**« Importance du cytosquelette lors du développement  
et du fonctionnement de l'organisme animal »**

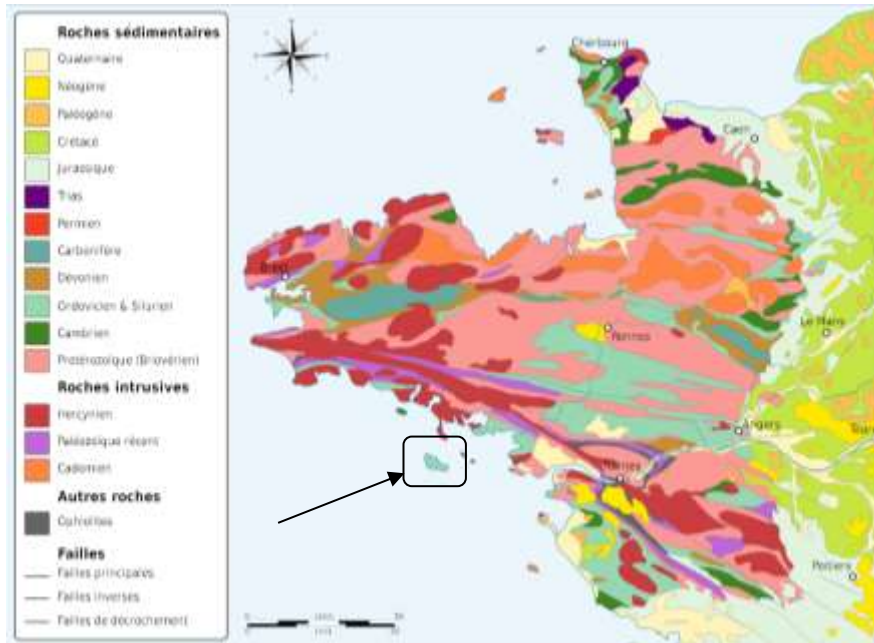
**« Quelques aspects de la géologie de l'île de Groix »**

**Le contexte de l'île de Groix :**

Cette île appartient au Massif armoricain, une unité géologique dont les terrains sont principalement issus de l'Ère Primaire (ou encore plus anciens). Elle est située au Sud du Massif (encadré noir sur la carte ci-dessous).

Le Massif armoricain appartient à une ancienne chaîne de montagnes de collision – la Chaîne hercynienne – qui traversait toute l'Europe au Primaire et dessinait une sorte de grand « V », d'où son autre nom de chaîne « varisque ». La Bretagne correspond à la pointe Nord-Ouest du V.

Cette chaîne fait partie des « montagnes anciennes », ensembles structuraux qui en raison de l'érosion exposent actuellement à l'affleurement les racines des anciennes chaînes de montagnes.



**Partie 1 : La pétrologie des roches de l'île de Groix : approche métamorphique et tectonique**

En longeant les côtes et les affleurements rocheux bien dégagés par la mer on recense deux grands types de roches à Groix, et ce sont des roches métamorphiques :

- des micaschistes (80 %) : roches riches en aluminium et acides - donc riches en silice.
- des metabasites (20 %) : roches plus basiques c'est-à-dire plus pauvres en silice et plus riches en ferro-magnésiens.

Sur la base de l'apparition des minéraux du métamorphisme en fonction des conditions pression-température croissantes, Carpenter (1976) puis Quinqu (1980) ont cartographié l'isograde du grenat (NNE-SSW). Celui-ci sépare l'île de Groix en deux parties selon l'absence (à l'Ouest) ou la présence (à l'Est) de grenat. Bosse et al. (2002) ont identifié un chevauchement ductile à l'endroit de l'isograde du grenat et deux unités métamorphiques distinctes séparées par ce chevauchement : l'unité dite inférieure à l'Ouest et l'unité dite supérieure à l'Est (**document 1** page suivante).

Comme indiqué sur la carte du recensement des principales roches (**document 2** page suivante), micaschistes et metabasites sont présents dans les deux parties de l'île, unité inférieure et unité supérieure, mais les micaschistes sont plus abondants à l'Ouest, et les metabasites plus abondantes à l'Est.

A l'Ouest la composition minéralogique la plus fréquente des roches est la suivante :

- micaschistes (R1) : quartz, plagioclase (albite), mica blanc (muscovite et paragonite) +/- biotite +/- chlorite et +/- chloritoïde,
- metabasites (R2) : albite, épidote, chlorite, actinote.

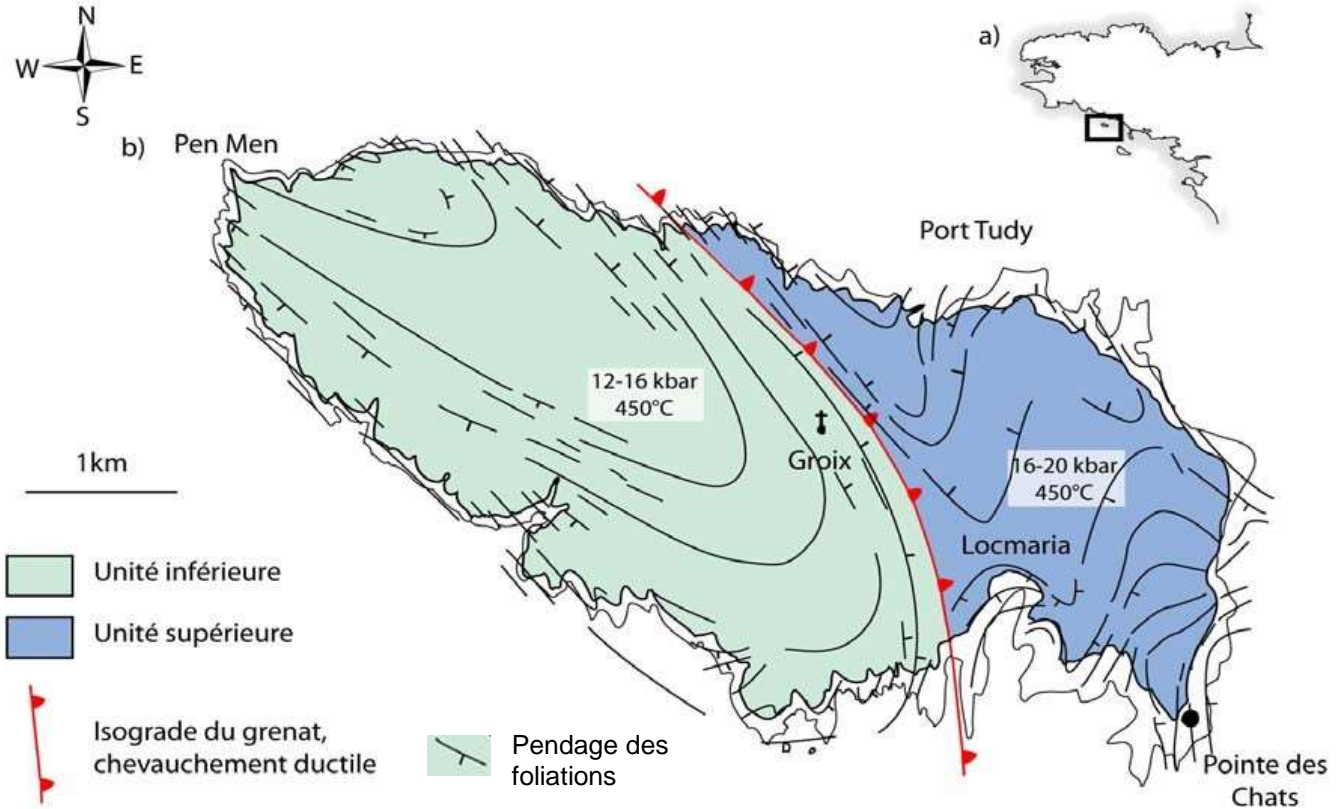
A l'Est :

- micaschistes (R3) : quartz, grenat, chloritoïde, phengite (variété de mica blanc),
- metabasite (R4) : la glaucophane est omniprésente, on parle de glaucophanites. On y trouve : glaucophane, grenat, +/- lawsonite, épidote, de la phengite, un peu de quartz, +/- chloritoïde. On rencontre par ailleurs d'autres glaucophanites (R5) contenant : de la glaucophane, de l'omphacite, du quartz et du grenat.

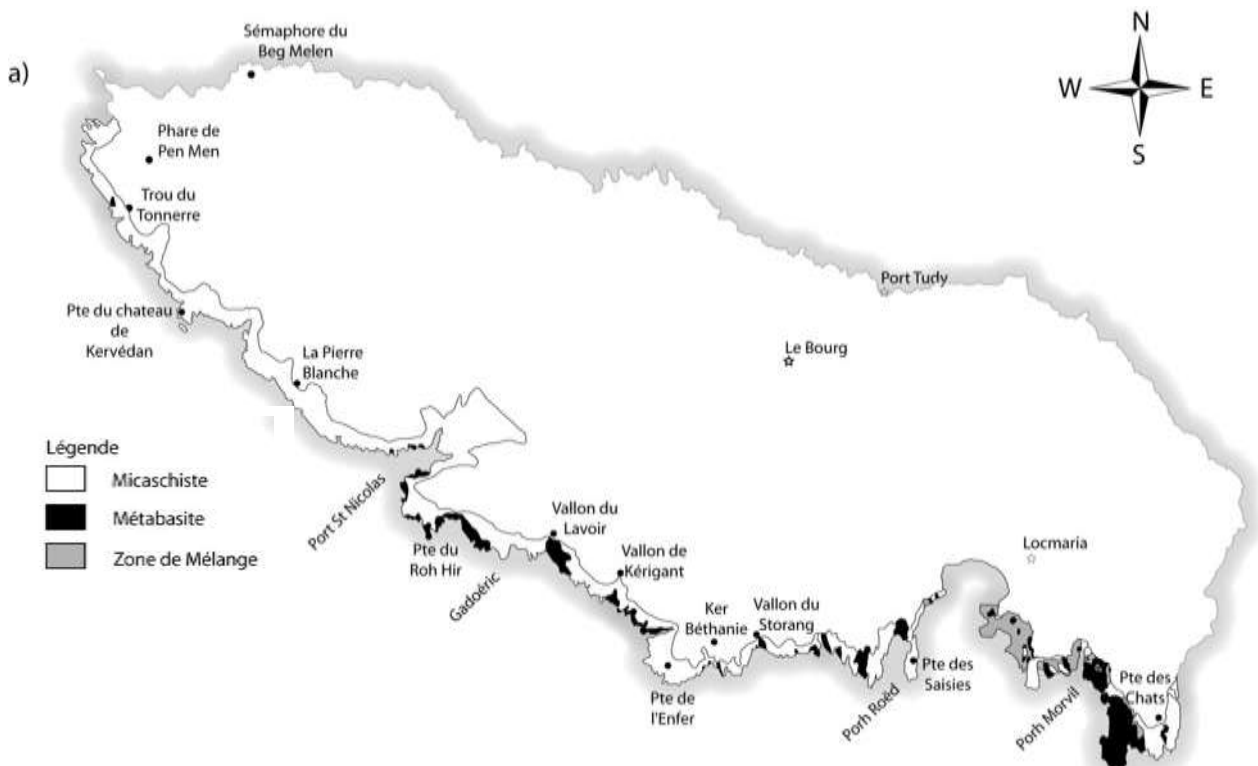
1.1 A l'aide de vos connaissances et des informations ci-dessus, précisez quelle est la nature probable du protolithe des micaschistes. Même question pour les métabasites.

1.2 A partir des informations fournies sur les paragenèses de R1 à R5, et du tableau fourni (en annexe, p. 9), déterminez leur faciès et placez les cinq roches sur la grille P, T fournie (en annexe, p. 9).

1.3 Formulez une hypothèse pour expliquer la coexistence des faciès des roches R2 et R4 sur l'île. Les informations structurales présentées par le document 1 et les informations fournies page précédente permettent-elles d'accréditer cette hypothèse ?



**Document 1 – Carte structurale synthétique de l'île de Groix.**



**Document 2 – Carte des principaux affleurements de Groix.**

On s'intéresse maintenant aux glaucophanites de l'île de Groix. Dans la zone Sud-Est de l'île, entre Locmaria et la Pointe des Chats, on peut faire les observations suivantes (documents 3 à 8):

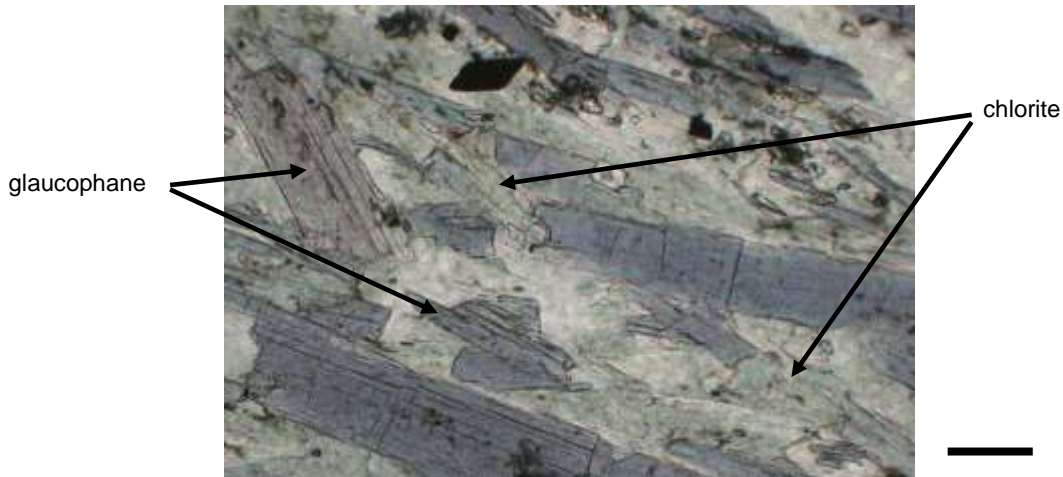


**Document 3 : Détails d'une glaucophanite (R4).**

A gauche : les gros prismes centimétriques de forme losangique évoquent des cristaux de lawsonite.

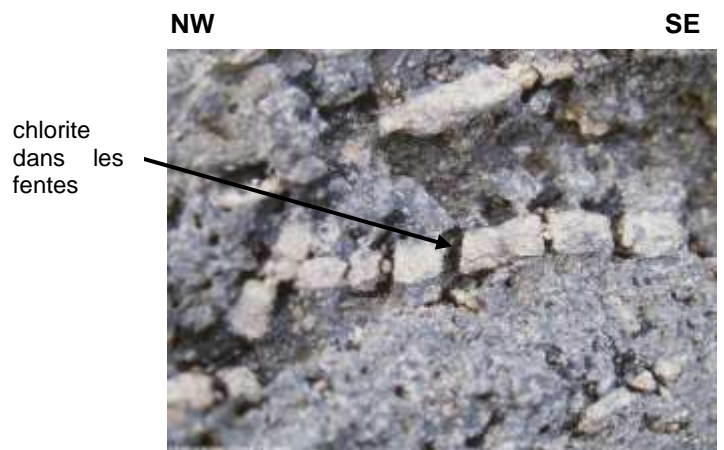
A droite : l'observation au microscope montre une section basale losangique remplie de paragonite (mica blanc sodique), épidote +/- chlorite.

**1.4 Formulez une hypothèse à partir de l'analyse du document 3 permettant d'expliquer la succession dans cette roche R4 de deux paragenèses.**



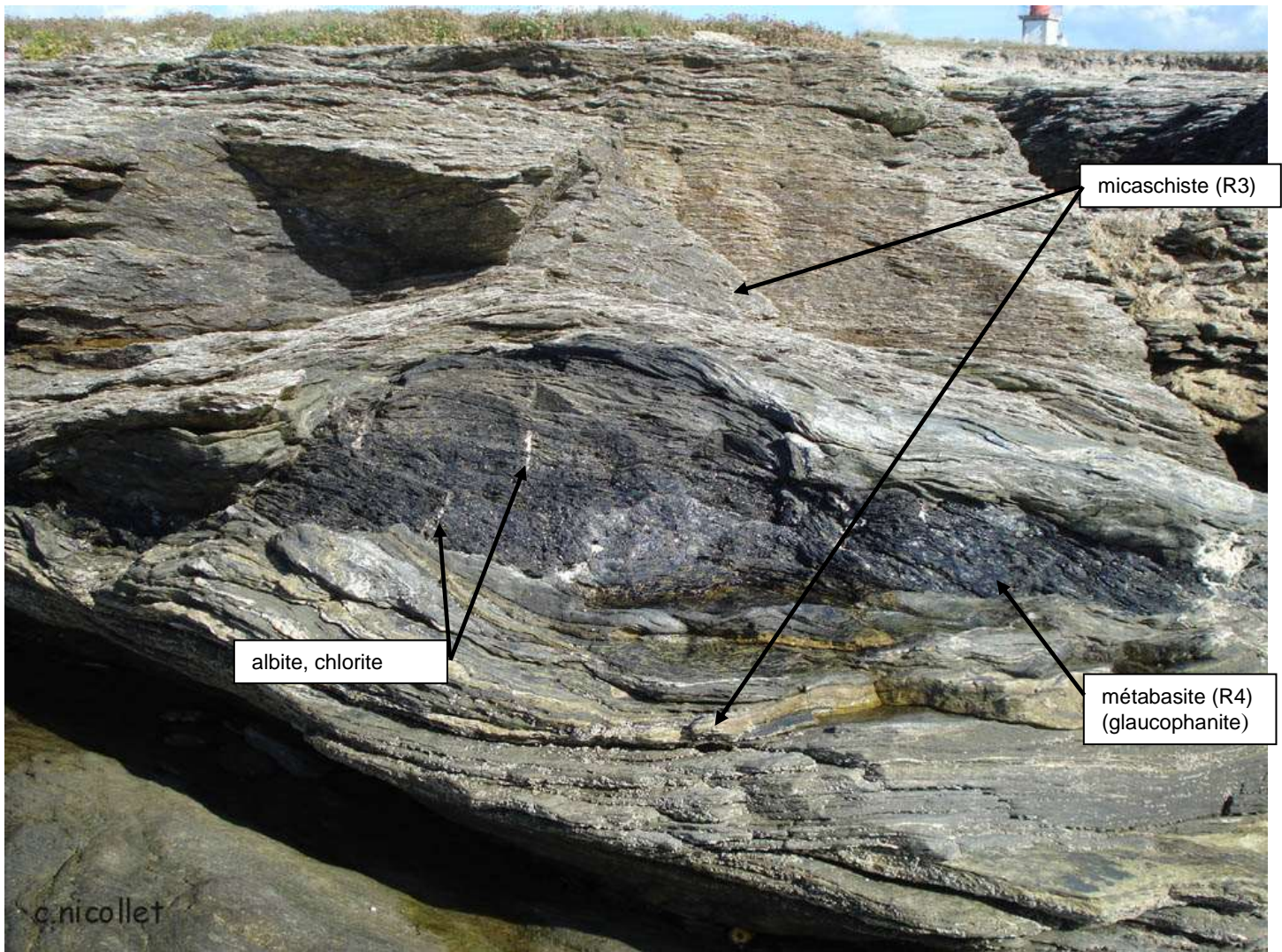
**Document 4 : Glaucophane (en bleu) et chlorite (en vert clair) dans une lame mince de glaucophanite (R4) ( barre d'échelle : 2 mm).**

**1.5 Analysez les relations géométriques entre les minéraux (document 4): que pouvez-vous en déduire concernant l'histoire de R4 ? Est-ce cohérent avec les informations fournies par le document 3 ?**



**Document 5 : Un cristal de lawsonite tronçonné dans une glaucophanite (R4). A droite : vue de détail.**

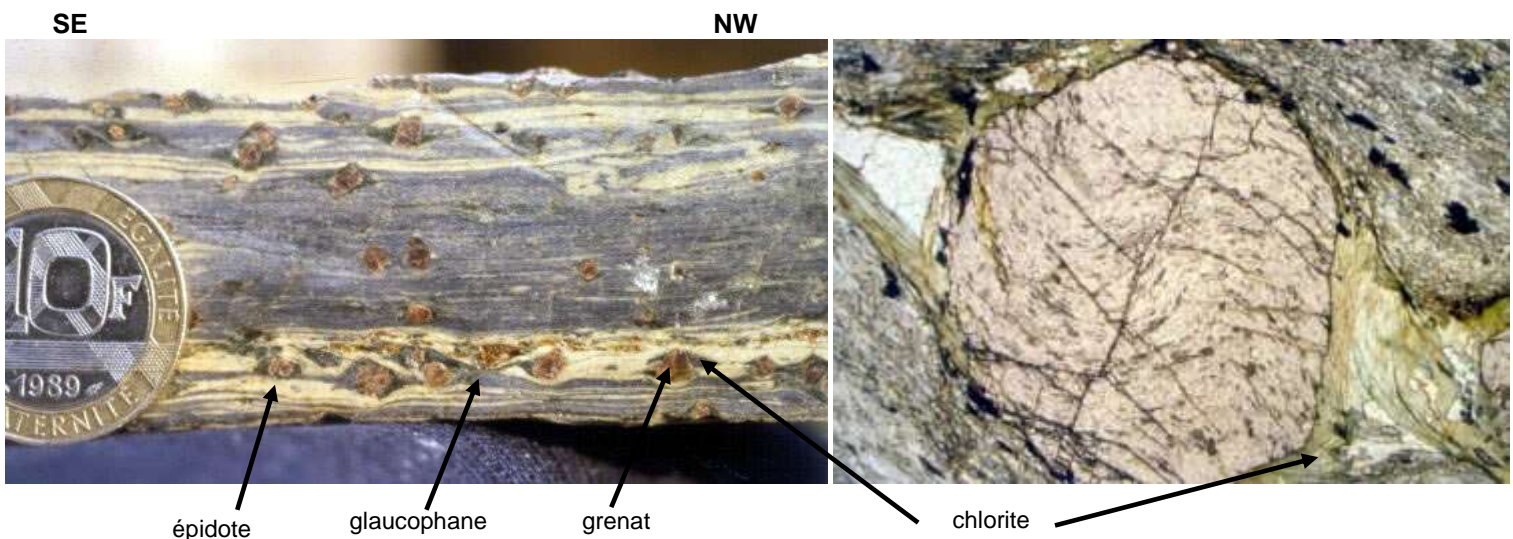
**1.6 Proposez une interprétation tectonique du document 5 (photo de gauche) sous la forme d'un schéma. La nature de la (ou des) déformation(s) sera précisée.**



**Document 6 :** Coupe Nord-Sud de métabasites au sein des micaschistes, Pointe des Chats.

1.7 Pour l'affleurement présenté sur le document 6, représentez l'ellipsoïde des déformations, l'ellipsoïde des contraintes si c'est possible (en justifiant pourquoi ça l'est ou pas) et expliquez la relation géométrique de l'albite et la chlorite avec les métabasites.

1.8 Les métabasites (glaucophanites) du document 6 peuvent-elles être issues d'une croûte océanique ? Justifiez.

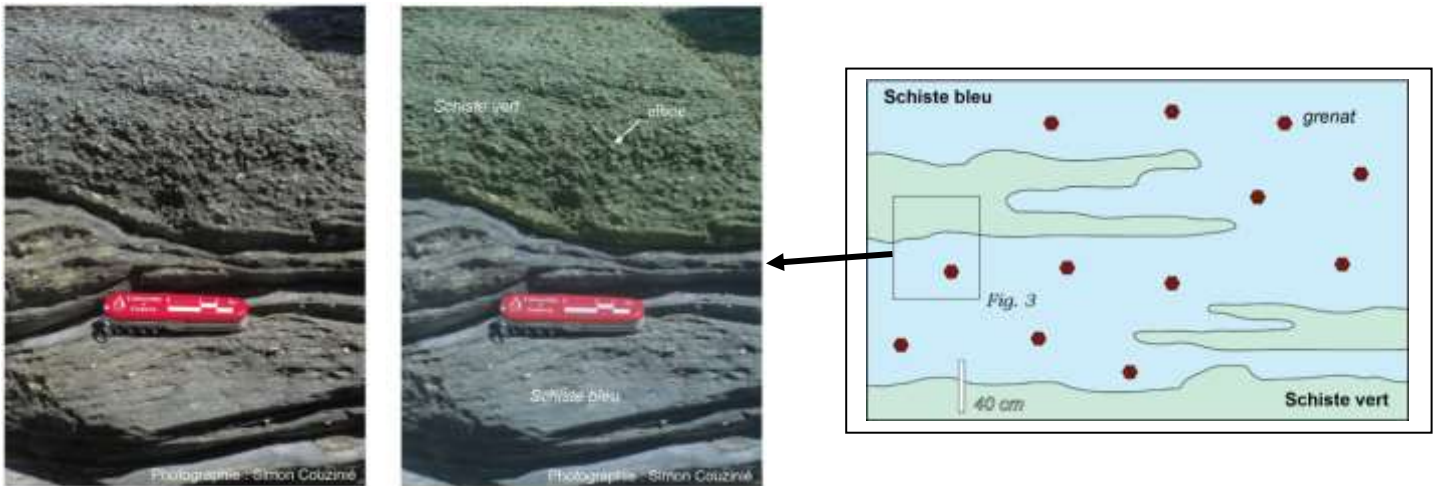


**Document 7 :** Détails d'une glaucophanite (R5) dont les minéraux sont : glaucophane, grenat, épidote, quartz, omphacite, chlorite.

1.9 Décrivez et interprétez les relations géométriques entre minéraux observables sur la photo de gauche et proposez un schéma légendé de la photo de droite interprétant la structure observée (document 7).

1.10 En vous appuyant sur les informations apportées par les documents 3 à 7, tracez un chemin P, T = f(temps) pour les roches R4 et R5 sur la grille fournie en annexe (p. 9). Précisez quels processus sont impliqués dans le scénario que vous proposez.

Dans la partie Est de l'île (Pointe des Chats), les glaucophanites (R4) sont étroitement associées aux schistes verts à chlorite, albite, paragonite (mica blanc sodique), barroisite (amphibole calcosodique), titanite (aussi appelé sphène), quartz, magnétite et ilménite. Cette intrication est visible à différentes échelles (du cm au m) comme le montre le document 6 ci-dessous. Les schistes verts forment le plus souvent des niveaux concordants dans la foliation des schistes bleus.

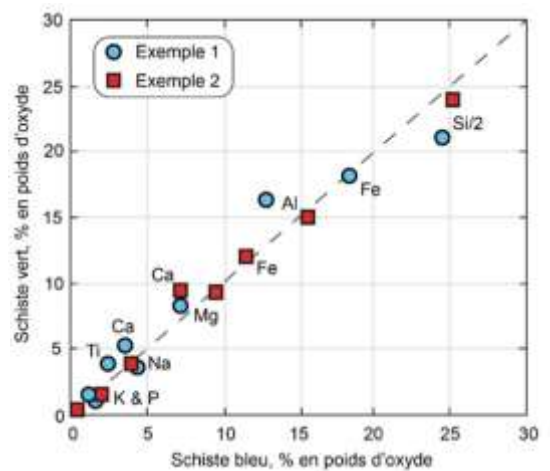


**Document 8 :** Exemple de contact schistes bleus – schistes verts au niveau de la Pointe des Chats.

A gauche : photo et photo légendée

A droite : schématisation de l'association schistes bleus – schistes verts observée dans la zone.

**Document 9 :** Analyses chimiques sur les schistes bleus et les schistes verts de cette zone pour deux exemples d'association intime analysées.



**Document 10 :** Réaction chimique pouvant expliquer la cohabitation glaucophane (Gln) /chlorite (Chl)+ albite (Ab).

1.11 Que suggèrent les relations géométriques entre schistes bleus et schistes verts observées sur le document 8 et les résultats présentés dans le document 9 concernant la nature des protolithes ?

1.12 Comment les informations fournies par le document 10 vous permettent-elles d'expliquer l'association de ces deux roches ?

1.13 Mettez en relation les informations issues de l'étude des roches R1 à R5 et les informations structurales fournies par le document 1 pour expliquer la diversité des roches trouvées à l'île de Groix.

**ATTENTION :** répondre en 15 lignes au maximum.

## Partie 2 : Les grenats

On s'intéresse maintenant à la formation des grenats des metabasites.

Celle-ci est principalement due à deux phénomènes conjugués lors de l'augmentation de la pression : la déshydratation des minéraux et la réduction du volume par recombinaison des éléments chimiques pour former des minéraux plus denses.

Il existe plusieurs types de grenats suivant leur teneur respective en ions  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ .

Les rayons ioniques de ces trois ions sont :

$Mg^{2+}$  0,065 nm

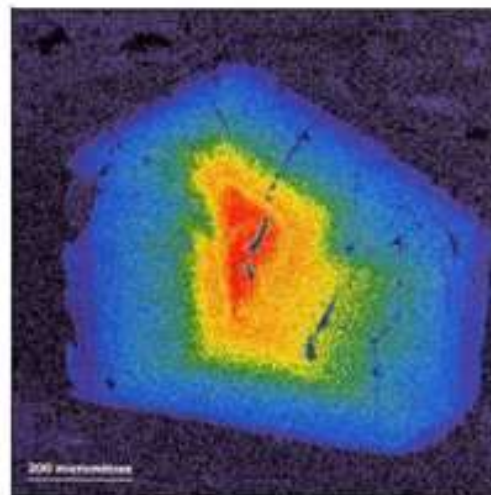
$Fe^{2+}$  0,074 nm

$Mn^{2+}$  0,08 nm

Certains chercheurs ont suggéré qu'il était possible d'utiliser les variations de concentration de ces trois ions à l'intérieur d'un grenat comme indicateur du degré de métamorphisme. Les concentrations en manganèse ( $Mn^{2+}$ ) des grenats de l'unité supérieure sont étudiés à la microsonde électronique, le document 11 fournit un exemple de résultat obtenu.

**Document 11 : Concentration en manganèse d'un grenat en fausses couleurs (rouge concentration élevée, bleu concentration faible).**

Dans la zone périphérique du minéral, du magnésium est présent alors qu'il est absent dans la zone centrale.



2.1 Quelle information sur les conditions de formation du grenat le document 11 révèle-t-il ?

2.2 Sous quelle condition l'utilisation des variations de concentration de ces trois ions au sein du grenat comme indicateur du degré de métamorphisme vous paraît-elle une méthode fiable ?

## Partie 3 : Datation

Au Nord de l'île de Groix se trouvent d'autres îles contenant des roches sur lesquelles les rapports  $^{207}Pb/^{235}U$  et  $^{206}Pb/^{238}U$  ont été mesurés dans des zircons.

Les résultats sont fournis dans le tableau suivant :

	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{206}Pb/^{238}U$
Ile de Guernesey – zircon 1	6,1	0,352
Ile de Guernesey – zircon 2	5,23	0,304
Ile de Guernesey – zircon 3	4,85	0,287
Ile de Guernesey – zircon 4	4,27	0,255
Ile de Jersey (tous les zircons donnent des résultats proches)	0,58	0,075

Une courbe de référence vous est fournie en annexe (p. 10).

3.1 Proposez un titre pour cette courbe de référence, puis expliquez pourquoi elle est croissante.

3.2 Déterminez, à l'aide de cette courbe et des données du tableau, l'âge des deux roches (celle de l'île de Jersey, celle de l'île de Guernesey). Comment interprétez-vous les données obtenues pour la roche de Guernesey ?

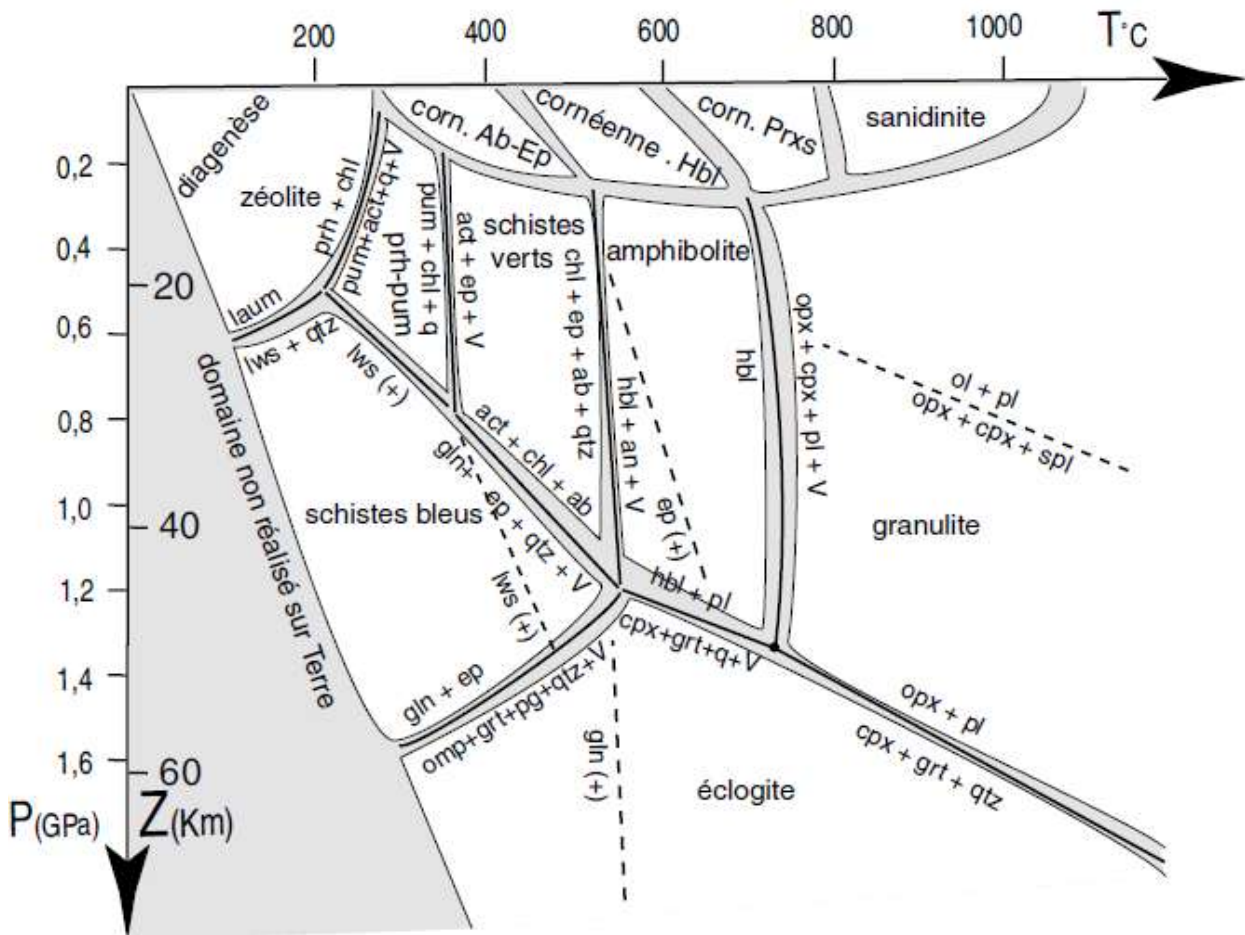
3.3 Quelles autres méthodes de datation absolue connaissez-vous ? Rappelez brièvement le principe et le domaine d'application de chacune d'elle. Quel est l'intérêt de la méthode utilisée ici ?

NOM.:

Prénom.:

**ANNEXE**  
à compléter et à rendre avec votre copie

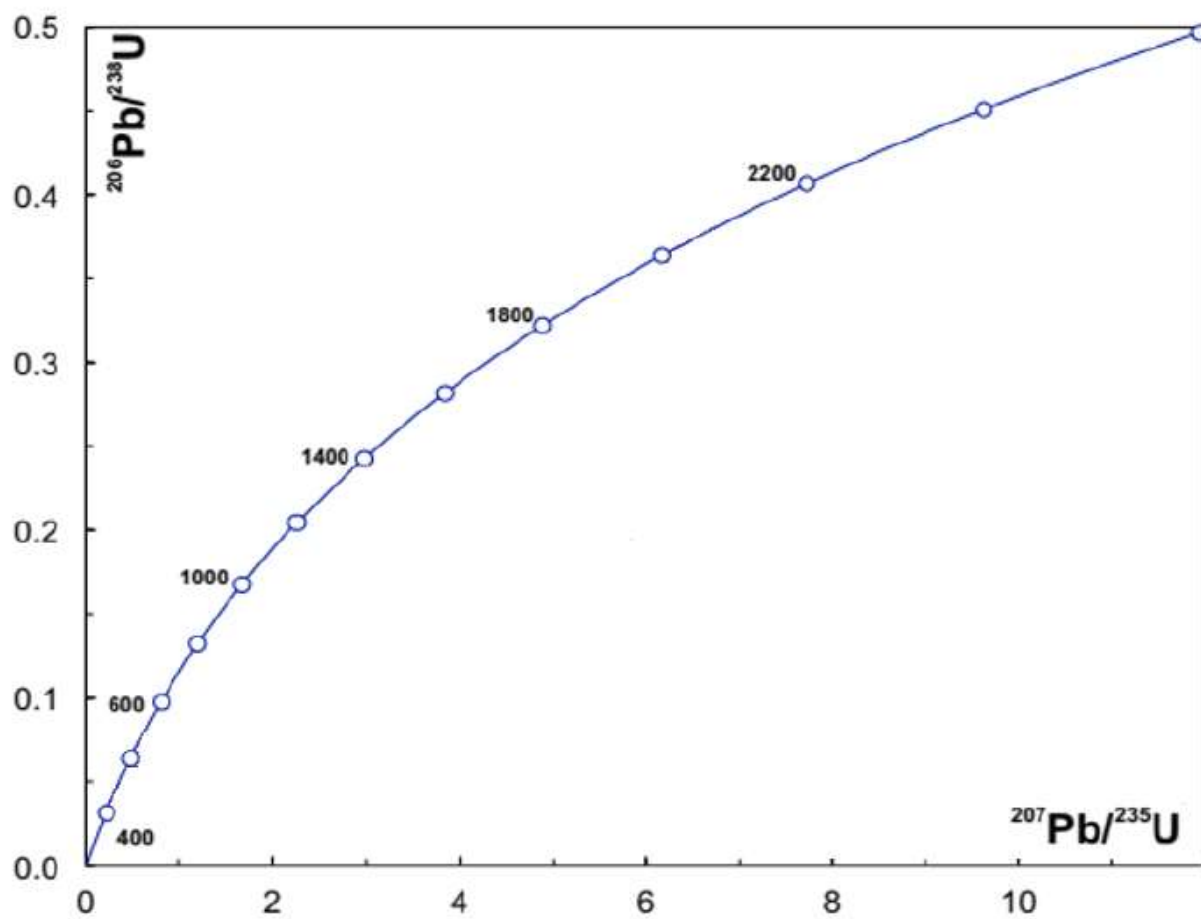
**Faciès métamorphiques et réactions limites (pour les metabasites) :**



ab = albite ; act = actinote ; an = anorthite ; and = andalousite ; bt = biotite ; chl = chlorite ; chld = chloritoïde ; cord = cordiérite ; cpx = clinopyroxène ; dist = disthène ; ep = épidote ; fdK = feldspath potassique, orthose ; gln = glaucophane ; grt = grenat ; hbl = hornblende ; lws = lawsonite ; ms = muscovite ; ol = olivine ; omp = omphacite ; opx = orthopyroxène ; pg = phengite ; pl = plagioclase ; prh = préhnite ; pum = pumpellyite ; qtz = quartz ; sill = sillimanite ; spl = spinelle ; stau = staurotide ; V = vapeur (H<sub>2</sub>O).

**Paragenèses caractéristiques des faciès métamorphiques :**

Faciès	Roches basiques	Roches pélitiques
<b>Schistes verts</b>	albite + épidote + chlorite + actinote +/- grenat	chlorite + muscovite + plagioclases + andalousite +/- grenat +/- biotite
<b>Amphibolites</b>	hornblende + épidote + plagioclases + grenat +/- clinopyroxène	staurotide + sillimanite ou disthène + biotite + grenat +/- muscovite
<b>Granulites</b>	orthopyroxènes + clinopyroxènes + plagioclases + quartz	sillimanite ou disthène + feldspath K + grenat +/- cordiérite
<b>Cornéennes</b>	hornblende ou actinote + plagioclases +/- chlorite +/- orthopyroxènes +/- clinopyroxènes	cordiérite + andalousite ou sillimanite + muscovite + biotite + feldspath K +/- chlorite
<b>Schistes bleus</b>	glaucophane + lawsonite ou épidote + plagioclases	phengite + chlorite + chloritoïdes + disthène + grenat
<b>Éclogites</b>	grenat + clinopyroxène (omphacite)	disthène + phengite + grenat + coésite



Titre :