

CONCOURS G2E

GEOLOGIE

Durée : 3 heures

Les calculatrices sont interdites.

L'usage de tout ouvrage de référence et de tout document est strictement interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre.

Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser obligatoirement la numérotation de la question posée. Ils doivent répondre de manière concise aux différentes questions posées. Il n'y a ni introduction ni conclusion à rédiger.

Attention ! Rendre les figures 1, 3, 5, 6, 7, 8 et 9, les 2 pages du tableau 1 et la page du tableau 2.

LE SULTANAT D'OMAN : UN LABORATOIRE NATUREL

On se propose ici de découvrir et de caractériser à toutes les échelles, les grands ensembles géologiques du nord du Sultanat d'Oman afin de reconstituer certains événements géodynamiques ayant affecté la région.

Le Sultanat d'Oman est un pays situé au sud de la Péninsule Arabique. Au nord du pays, une chaîne de montagnes longe les côtes et monte jusqu'à 3000 mètres d'altitude au niveau du Djebel Akhdar. L'aridité du climat permet d'observer dans de bonnes conditions d'affleurement, les formations géologiques.

1 AVANT DE PARTIR : BIBLIOGRAPHIE DE LA ZONE ETUDIEE (1 pt)

La carte géologique omanaise (Bernoulli & Weissert, 1987) présente trois grands domaines distincts (figure 1) :

- des terrains déformés autochtones (unités 1 et 2) formant des fenêtres tectoniques ;
- des terrains chevauchants, dits allochtones (unités 3 et 4) ;
- enfin, des terrains tabulaires également autochtones (unité 5).

1.1 En vous aidant de vos observations de la carte géologique (figure 1) et de la photographie (figure 2), définissez le type de contact de l'unité 5 avec l'ensemble des terrains plus anciens (unités 1 à 4).

1.2 Positionnez sur la figure 1 (à rendre) une autre zone où l'on observe la même disposition géométrique.

2 PREPARATION : ANALYSE PHOTOGRAPHIQUE SATELLITAIRE (2,5 pts)

Une photographie satellitaire (image Landsat) illustre la zone du Djebel Akhdar (figure 3). Sous la photo satellitaire, un profil topographique B-C transverse au Djebel Akhdar est représenté. Ce profil topographique est positionné sur la figure 1 (tracé B-C).

- 2.1** En vous appuyant sur la figure 1, repérez et légendez sur la photo de la figure 3 les unités géologiques 1 à 4. Indiquez le chiffre de l'unité considérée dans chacun des cercles blancs.
- 2.2** A l'aide de la figure 1 et de la figure 3, précisez quelle structure générale est observable au centre (entre 15 et 50 km) du Djebel Akhdar.
- 2.3** Enfin, effectuez la coupe géologique B-C sur le profil topographique de la figure 3.

3 CAMPAGNE GEOPHYSIQUE : ANALYSE GRAVIMETRIQUE (1,5 pts)

On se propose à présent de mieux définir la nature des unités géologiques. Une campagne de mesures gravimétriques a été effectuée par Al-Lazki *et al.* (2002). Le profil gravimétrique A-D est transverse à l'axe de la chaîne des Montagnes d'Oman et recoupe l'ensemble des unités géologiques (figure 1).

La figure 4 représente le profil topographique A-D, et les anomalies de Bouguer calculées le long de cette coupe.

- 3.1** Comment peut-on expliquer, d'après le modèle d'Airy, une anomalie négative de Bouguer sous une chaîne de montagnes, comme cela est le cas entre 90 et 150 km sur le profil A-D ?
- 3.2** Comment peut-on interpréter les anomalies positives de Bouguer de part et d'autre des Montagnes d'Oman (entre 60 et 90km, et entre 160 et 250km)? Que peut-on en déduire sur la nature de l'unité 4 ?

4 SUR LE TERRAIN : SEDIMENTOLOGIE ET TECTONIQUE (4 pts)

4.1 La figure 5, représentative de l'unité 3, montre une séquence constituée d'une succession verticale de trois structures sédimentaires. Cette séquence se répète à l'identique de nombreuses fois dans l'unité 3.

- Identifiez, sur la figure 5, les structures sédimentaires (figure 5 à rendre).
- Un bloc diagramme représente la structure « b » en trois dimensions (figure 6). A partir de ce schéma, indiquez la direction et le sens du courant ayant généré cette structure. Tracez le « vecteur » courant sur la rosace (figure 6 à rendre).
- Une étude plus détaillée sur le terrain a montré que la succession de strates sur la figure 5 était toujours constituée d'un sable de granulométrie moyenne constante (de l'ordre de 0,3 mm). Le diagramme (figure 7) présente les vitesses de courants directionnels (ordonnée) en fonction de la granulométrie des grains (abscisse). Les champs d'existence et de stabilité des structures sédimentaires engendrées par un courant directionnel sont représentés sur le diagramme en fonction de ces deux paramètres (vitesse, granulométrie). En utilisant ce diagramme (figure 7) et les observations effectuées figure 5, que peut-on en déduire sur la dynamique d'écoulement qui génère cette séquence ?
- Qu'apporte la direction de courant déterminée précédemment (question 4.1.c) à la compréhension du milieu de dépôt de l'unité 3 ?

4.2 Analyse structurale dans le Djebel Akhdar (figure 8) :

- Indiquez par des flèches le sens de déplacement des compartiments séparés par la structure surlignée en rouge sur la figure 8. Quelle est cette structure ?
- Les directions de déformations sont-elles compatibles avec celles de la coupe géologique effectuée précédemment ? Justifiez votre réponse.

5 RETOUR EN LABORATOIRE : PETROGRAPHIE ET DATATION (9 pts)

Des photographies de lames minces d'échantillons prélevés sur le terrain dans les différentes unités géologiques de la figure 1 sont présentées dans le tableau 1.

- 5.1** Pour chacune des photographies du tableau 1 (à rendre), vous indiquerez la famille de la roche, sa texture en précisant, si besoin est, quelle classification texturale vous avez utilisée et, enfin, son nom en étant le plus précis possible.
- 5.2** Analyse de l'unité géologique 5 (Cénozoïque).
Que pouvez-vous déduire de l'analyse pétrographique de la lame mince f de l'unité 5 sur le mode et le lieu de formation de cette unité (figure 2). On notera que la présence de Nummulites (foraminifères benthiques) permet de dater cette unité 5 de l'Eocène.
- 5.3** Analyse de l'unité chevauchante 4.
Les échantillons photographiés en lames minces (photos a, b et c du tableau 1) ont été collectés dans la région d'Al Abyad (point C sur la figure 1). Sur le terrain, l'échantillon de la photo b se situe à quelques mètres sous l'échantillon de la photo a. L'échantillon photographié sur la photo c a été collecté bien au-dessus des deux autres échantillons.
D'autres échantillons de cette même unité 4 ont été datés par une méthode isotopique, donnant des âges compris entre 235 Ma +/- 5Ma (Trias moyen) pour les plus vieux et 110 Ma +/- 5Ma (Crétacé inférieur) pour les plus récents (Ma = millions d'années).
- Ces trois échantillons font partie d'une série magmatique. Laquelle ? Où se forme cette série ?
 - Les résultats de votre analyse pétrographique sont-ils compatibles avec les résultats gravimétriques ? Pourquoi ?
 - A partir de l'analyse de la figure 1, de la coupe géologique de la figure 3, ainsi que des résultats gravimétriques, quel phénomène géologique permet d'expliquer la présence de l'unité 4 au sud du Djebel Akhdar ? Vous illustrerez votre propos à l'aide d'un schéma.
- 5.4** Analyse de l'unité chevauchante 3, d'âge mésozoïque (Trias à Crétacé supérieur).
- Les résultats de votre analyse pétrographiques (photo d) sont-ils compatibles avec les observations et conclusions effectuées à partir des figures 5, 6 et 7 ?
 - Comment expliquez-vous la présence de foraminifères de milieu marin côtier dans la lame mince ?
- 5.5** Analyse de l'unité 2 d'âge mésozoïque (Trias à Crétacé supérieur).
- A partir de l'analyse pétrographique de la photo e, que pouvez-vous déduire du milieu de formation de la roche ?
 - Cet échantillon (photo e) a exactement le même âge (Crétacé inférieur) que l'échantillon de la photo d (unité 3). Sachant que vous avez pu déterminer auparavant un sens d'écoulement (figure 6), quelle est la relation entre l'unité 2 et l'unité 3 ?
 - Comment expliquez-vous la présence de l'unité 3 au sud du Djebel Akhdar ?
- 5.6** Analyse de l'unité 1 (Protérozoïque à Paléozoïque).
Plusieurs échantillons de l'unité 1 ont été prélevés sur le site de la figure 2. Ils ont été datés par la méthode isotopique K/Ar et $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ sur des phengites (micas blancs); ils donnent un âge compris entre 95 et 85 Ma (El-Shazly *et al.*, 2001).

- a) L'échantillon de la photo g provient d'un type de protolithe. Lequel ?
- b) Cet échantillon présente une paragenèse constituée principalement de grenats (nésosilicates) avec quelques clinopyroxènes (omphacite). A quel faciès métamorphique peut-on l'associer ?
- c) Pointez cette paragenèse sur le diagramme P-T de la figure 9 (à rendre) en la nommant « P1 ».
- d) Les grenats présentent un halo d'amphiboles (glaucophane) et d'épidote. Certains sont même complètement rétro-morphosés. Comment explique-t-on cette modification ?
- e) A quel faciès peut-on rattacher cette paragenèse glaucophane-épidote ?
- f) Pointez-la sur le diagramme P-T de la figure 9 en la nommant « P2 ».
- g) Les épidotes ont été datées isotopiquement (Rb/Sr) autour de 70 Ma (El-Shazly *et al.*, 2001). Comment expliquez-vous le chemin parcouru de « P1 » à « P2 » ? Comment se nomme-t-il ?

6 SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS (2 pts)

En reprenant bien toutes les informations déduites des données et de vos analyses précédentes, établissez un calendrier des événements depuis la mise en place de l'unité 1 jusqu'à aujourd'hui (tableau 2, à rendre). N'oubliez pas de traiter l'unité 5 et son devenir.

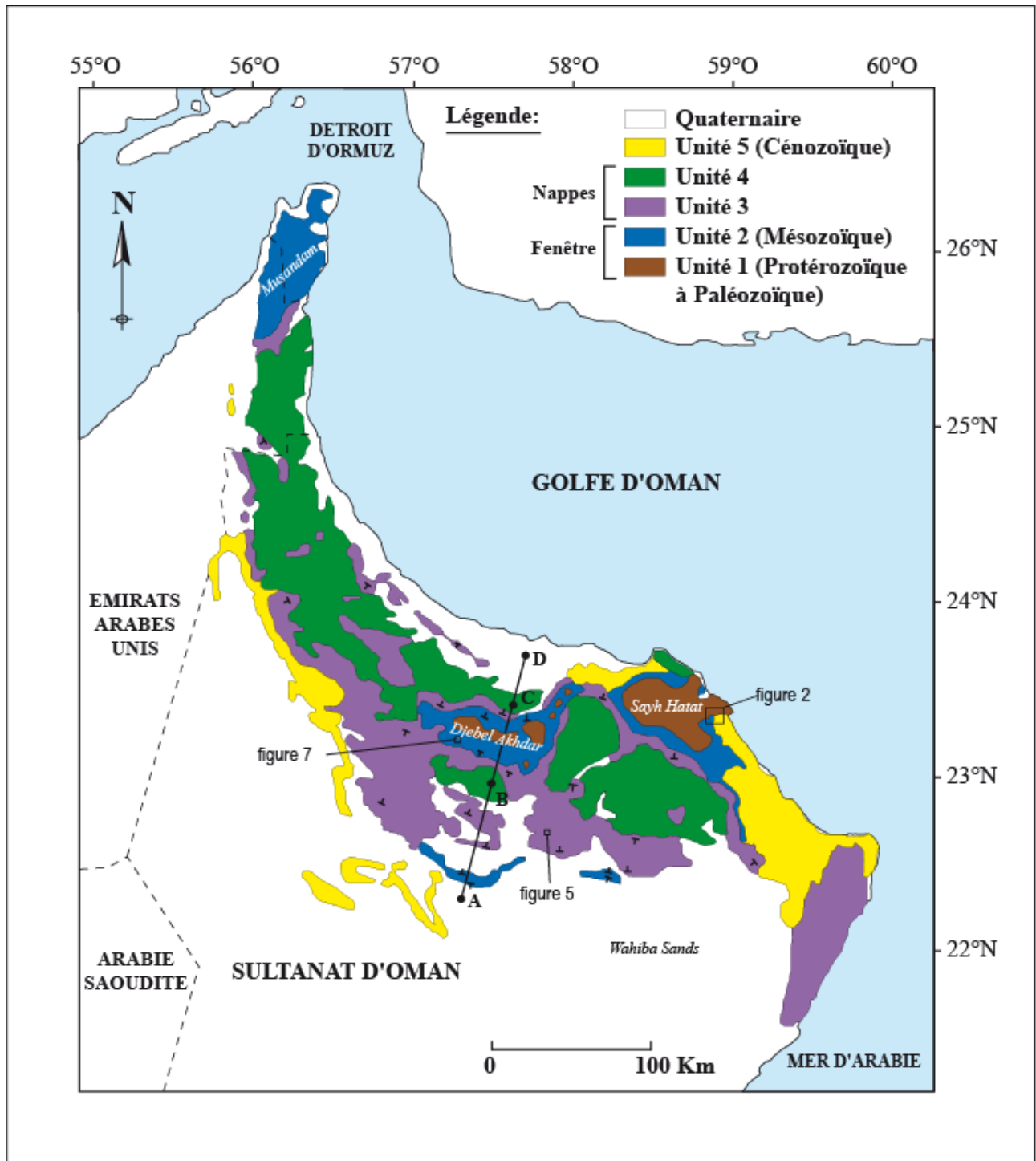


Figure 1 (d'après Bernoulli & Weissert, 1987)

A RENDRE

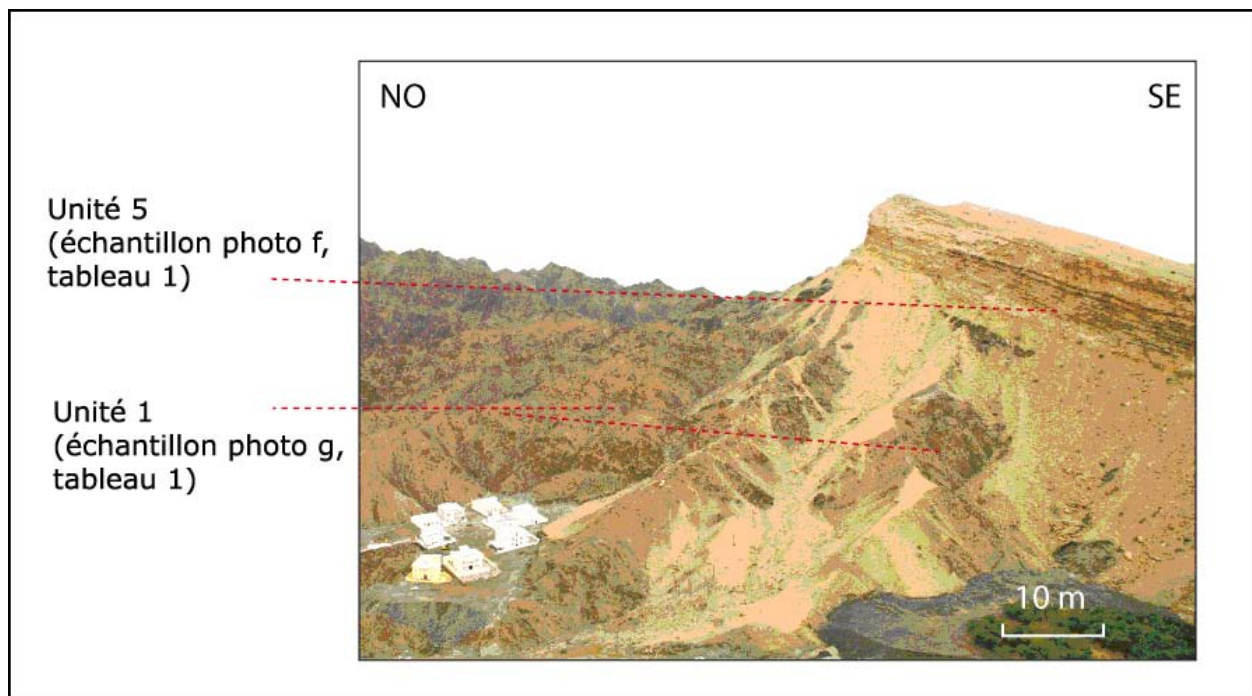


Figure 2

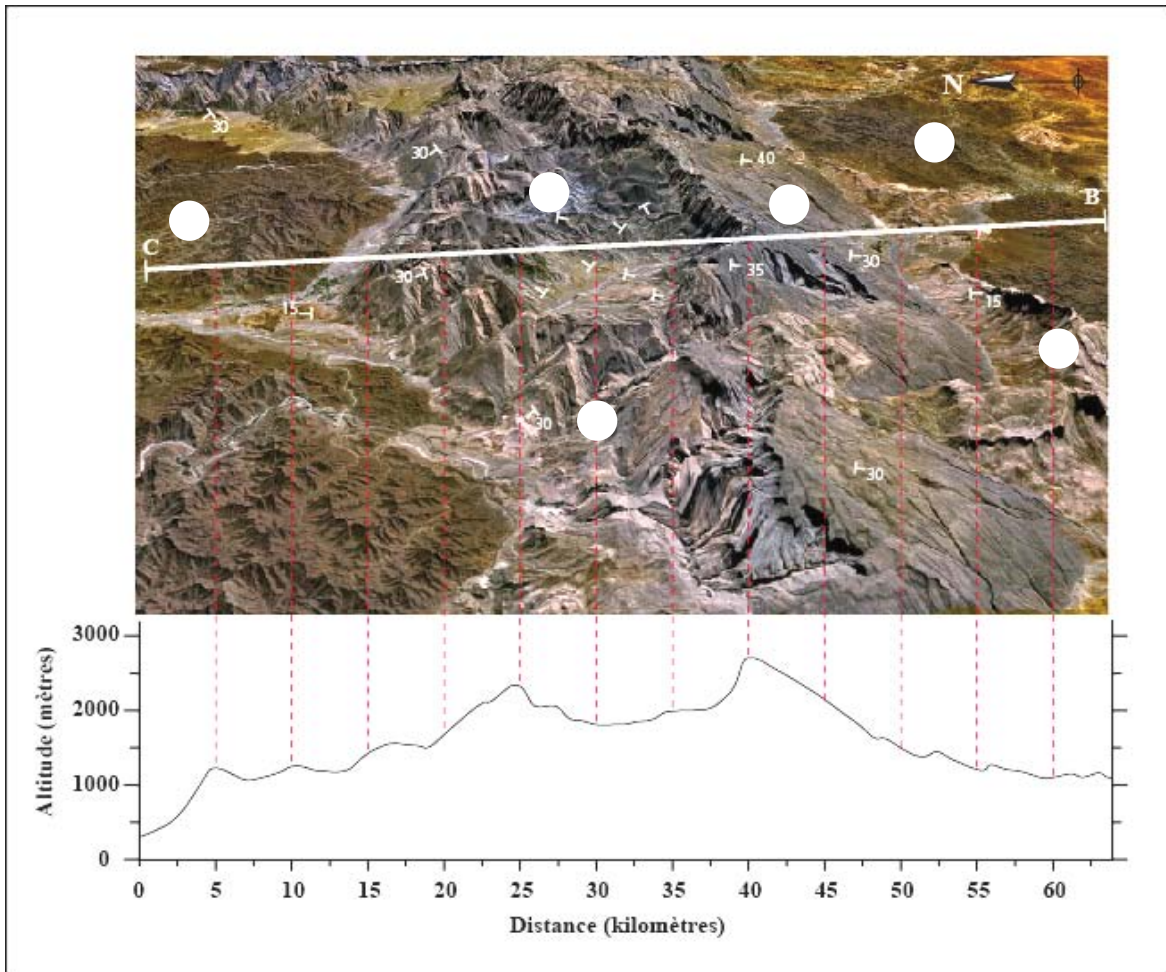


Figure 3 (Image Landsat de la NASA)

A RENDRE

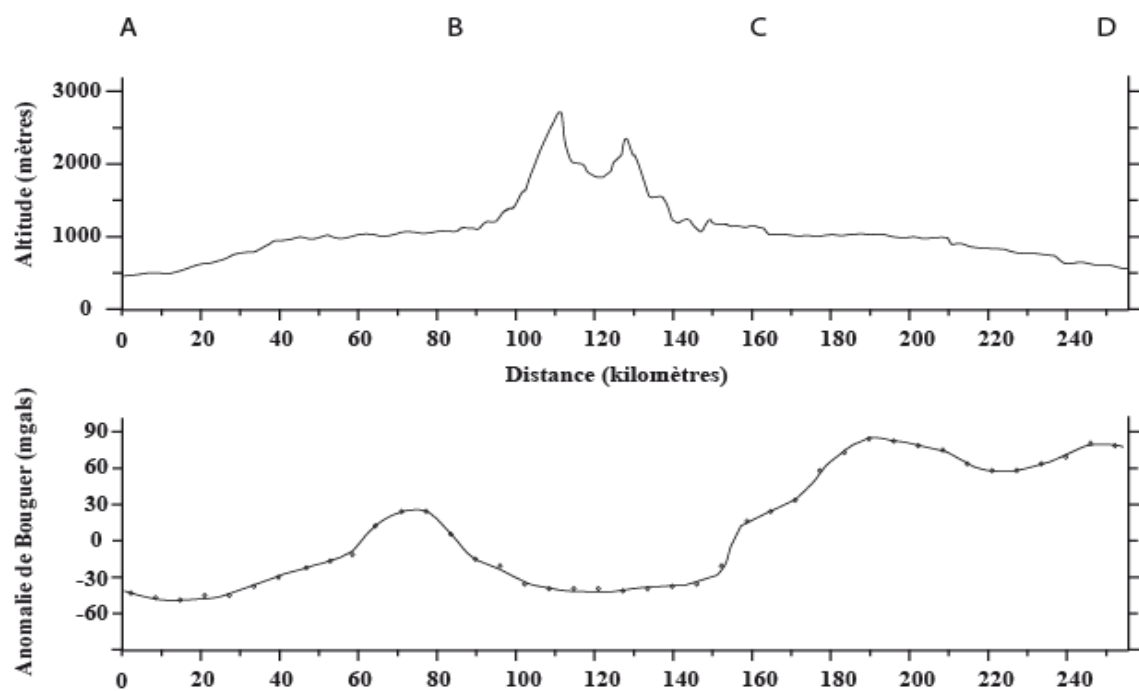


Figure 4 (d'après Al-Lazki *et al.*, 2002)

Numéro de table

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

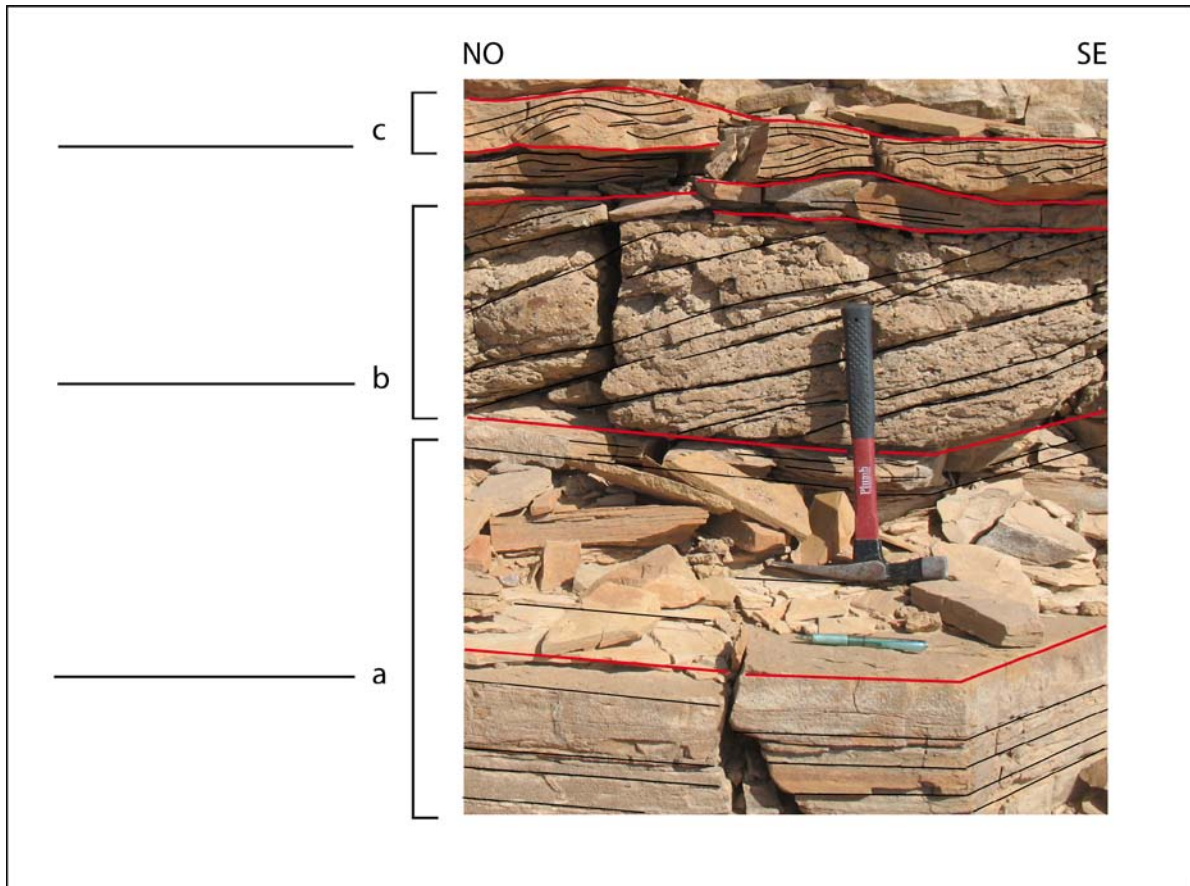


Figure 5

A RENDRE

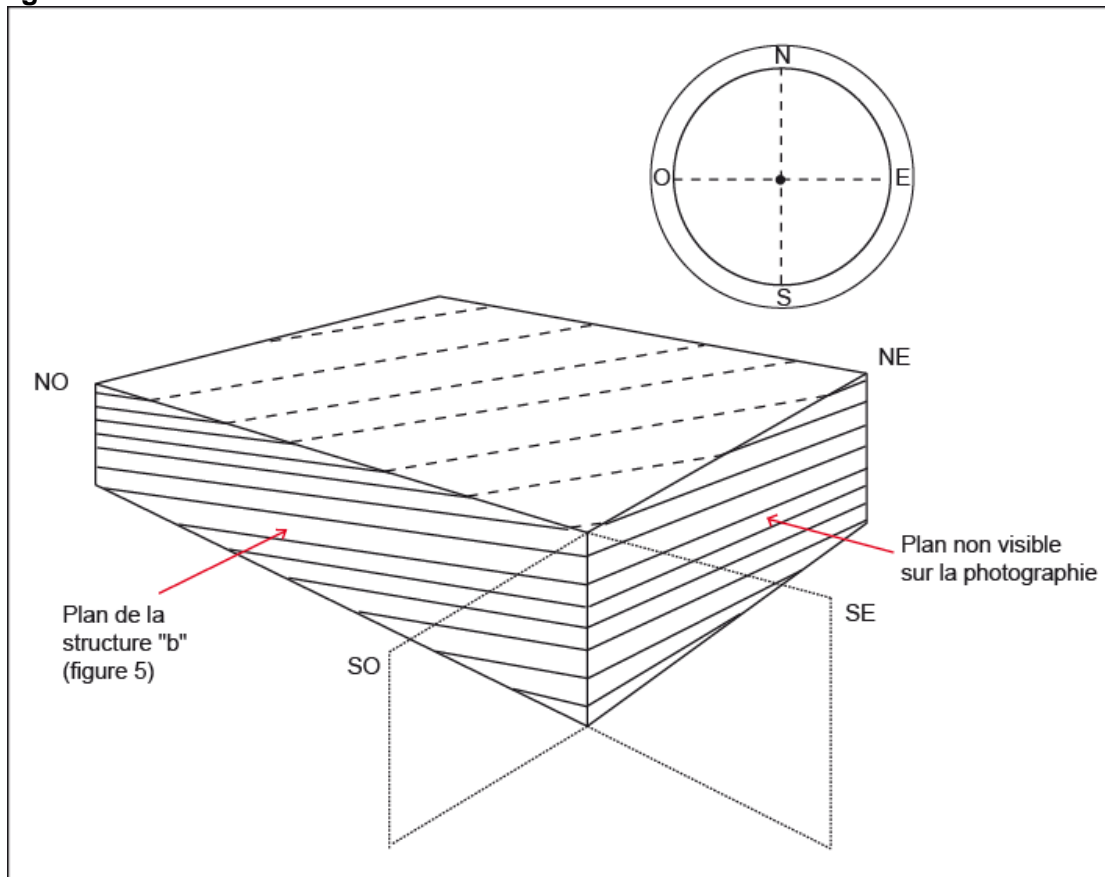


Figure 6

A RENDRE

Numéro de table

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

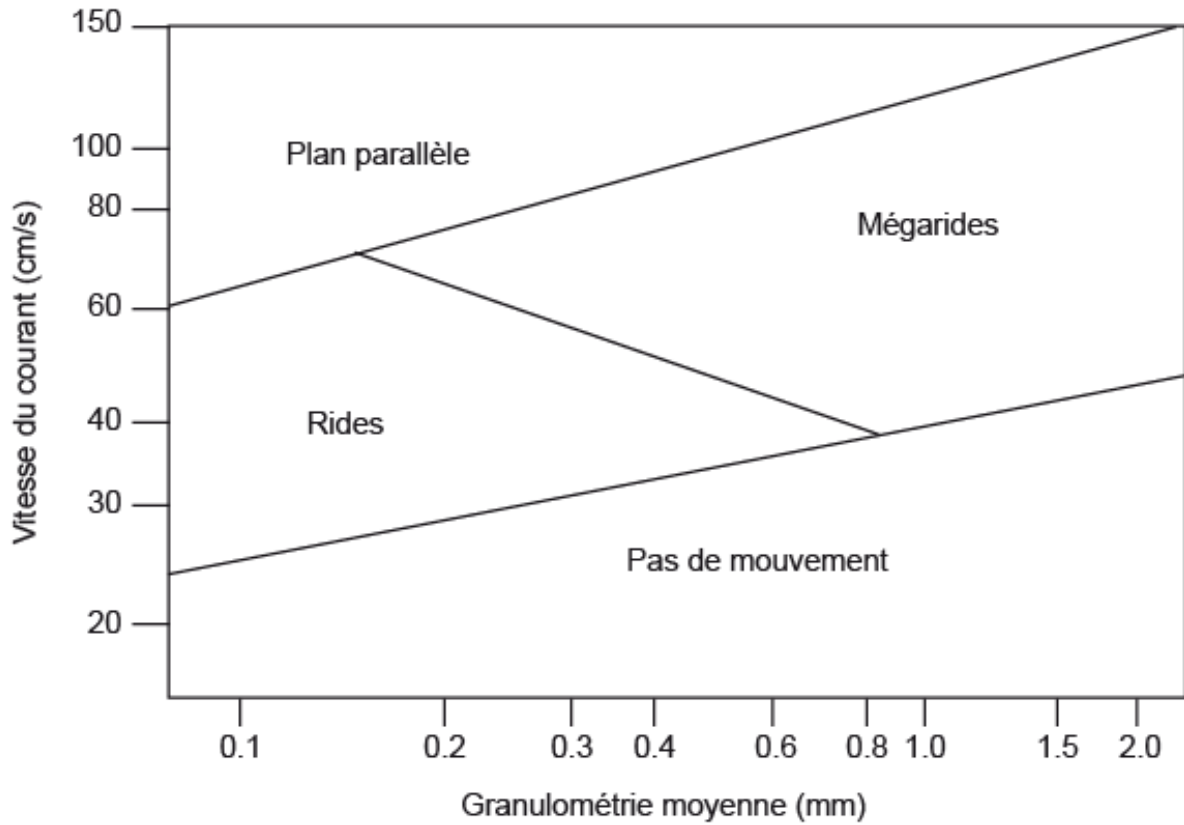


Figure 7

A RENDRE



Figure 8

A RENDRE

Numéro de table

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

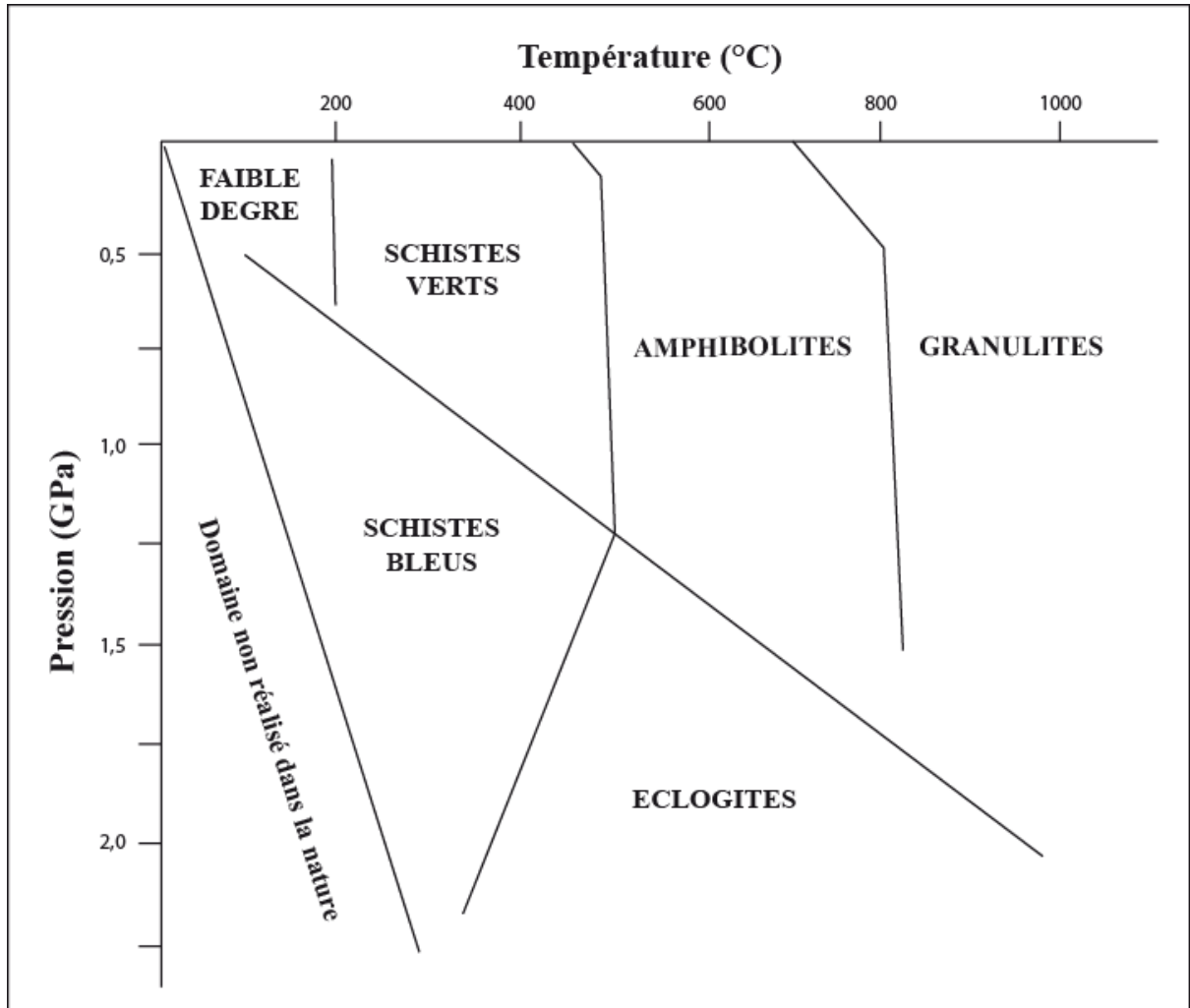


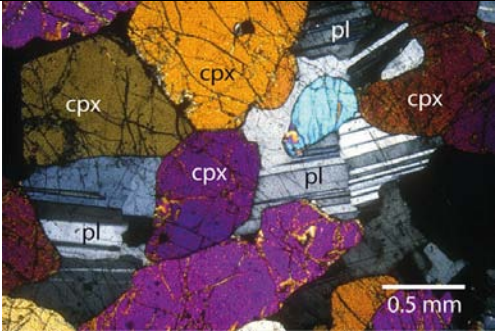
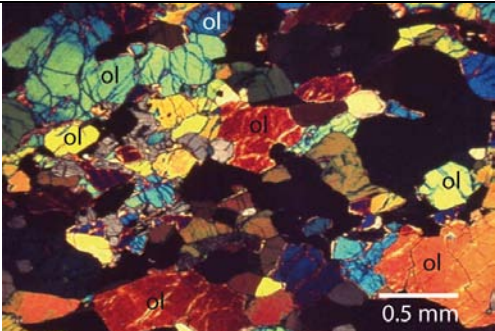
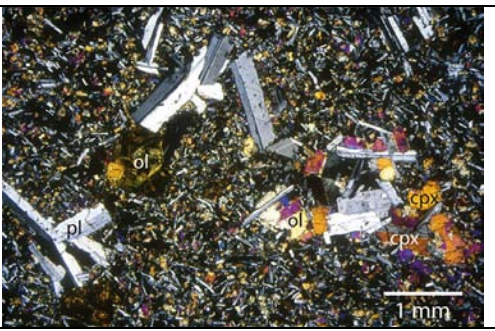
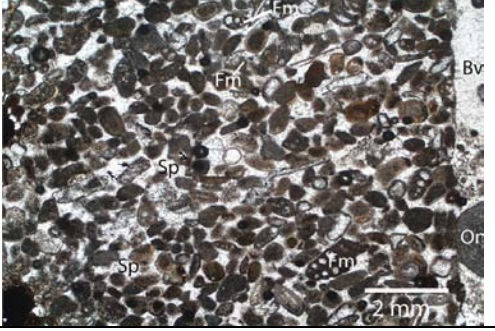
Figure 9 : Domaine (P,T) des faciès métamorphiques

A RENDRE

Numéro de table

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

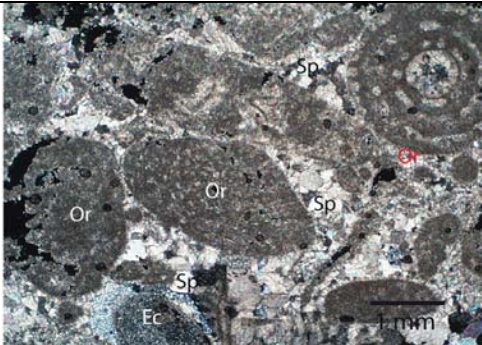

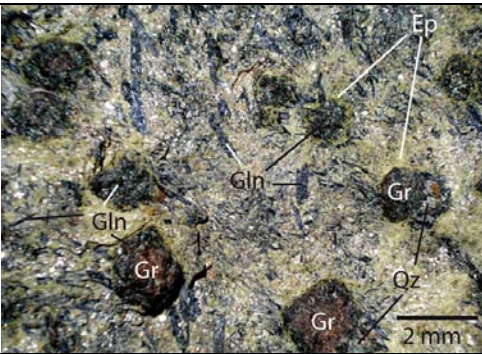
Tableau 1 (à rendre) Légende : (Bv=bivalve, cpx= clinopyroxène, Ec=échinoderme récifal, Ep=épidote, Fm=foraminifère benthique, Gln=glaucophane, Gr=grenat, LB=loupe binoculaire, LPA=lumière polarisée et analysée, LPNA=lumière polarisée et non-analysée, Mi=micrite, Num=Nummulite (Foraminifère), ol=olivine, On=oncolithe, Or=Orbitoline (Foraminifère), pl=plagioclase, Qz=quartz, Sp=sparite)

Photos	Famille	Texture et classification utilisée	Nom
			
Photo a Unité 4 (LPA)			
			
Photo b Unité 4 (LPA)			
			
Photo c Unité 4 (LPA)			
			
Photo d Unité 3 (LPNA)			

Numéro de table

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

Tableau 1 suite (à rendre) Légende : (Bv=bivalve, cpx= clinopyroxène, Ec=échinoderme récifal, Ep=épidote, Fm=foraminifère benthique, Gln=glaucothane, Gr=grenat, LB=loupe binoculaire, LPA=lumière polarisée et analysée, LPNA=lumière polarisée et non-analysée, Mi=micrite, Num=Nummulite (Foraminifère), ol=olivine, On=oncolithe, Or=Orbitoline (Foraminifère), pl=plagioclase, Qz=quartz, Sp=sparite)

Photos	Famille	Texture et classification utilisée	Nom
			
<p>Photo e Unité 2 Mésozoïque (LPA)</p>			
			
<p>Photo f Unité 5 Cénozoïque (LPNA)</p>			
			
<p>Photo g Unité 1 Protérozoïque à Paléozoïque (LB)</p>			

Numéro de table :

Aucun numéro de candidat ne doit figurer sur cette feuille

Tableau 2 (à rendre)

Stratigraphie	Age (en Ma)	Evénements magmatiques	Evénements métamorphiques	Evénements sédimentaires	Evénements tectoniques
Cénozoïque	0				
Mésozoïque	65				
Paléozoïque	251				
Protérozoïque	542				