

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, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.

Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.

Attention ! Les figures 1, 5 et 6 ainsi que le tableau 1, en annexe, sont à rendre. Toutes ces figures sont à découper et coller sur votre copie.

1. DEFINITIONS (3 POINTS)

En prenant pour exemple une roche mère granitique, expliquez les mécanismes de désagrégation mécanique et d'altération chimique en domaine continental. Vous préciserez bien les différents types de produits engendrés par ces processus sous climat tempéré.

2. ANALYSE PHOTOGRAPHIQUE (2 POINTS)

La figure 1 en annexe représente la photographie d'une rivière actuelle.

2.1. Processus actuels

Voici la photographie d'une rivière actuelle, l'Arkansas, affluent du Mississippi (Etats-Unis). Entourez les zones qui sédimentent le long de la rivière actuelle.

Comment peut-on expliquer cette répartition des sédiments ?

2.2. Processus anciens

A quoi correspondent les zones numérotées 1 à 3 ? Comment peut-on, dès lors, dénommer précisément le style fluvial de la rivière Arkansas ? Sous la forme de schémas, dessinez l'évolution-type d'une des zones 1 à 3.

Si on effectue un sondage de quelques mètres de profondeur au point A, quelle lithologie rencontre-t-on principalement et pourquoi ?

Si on effectue un sondage de quelques mètres de profondeur au point B, quelle lithologie rencontre-t-on principalement et pourquoi ?

3. ANALYSE D'UN RESERVOIR : LE GRES A ROSEAUX (10 POINTS)

3.1. Introduction

La formation du Grès à Roseaux, est une unité stratigraphique datée du Trias (figure 2) qui est préservée essentiellement en Lorraine et en Allemagne.

Echelle des temps géologiques

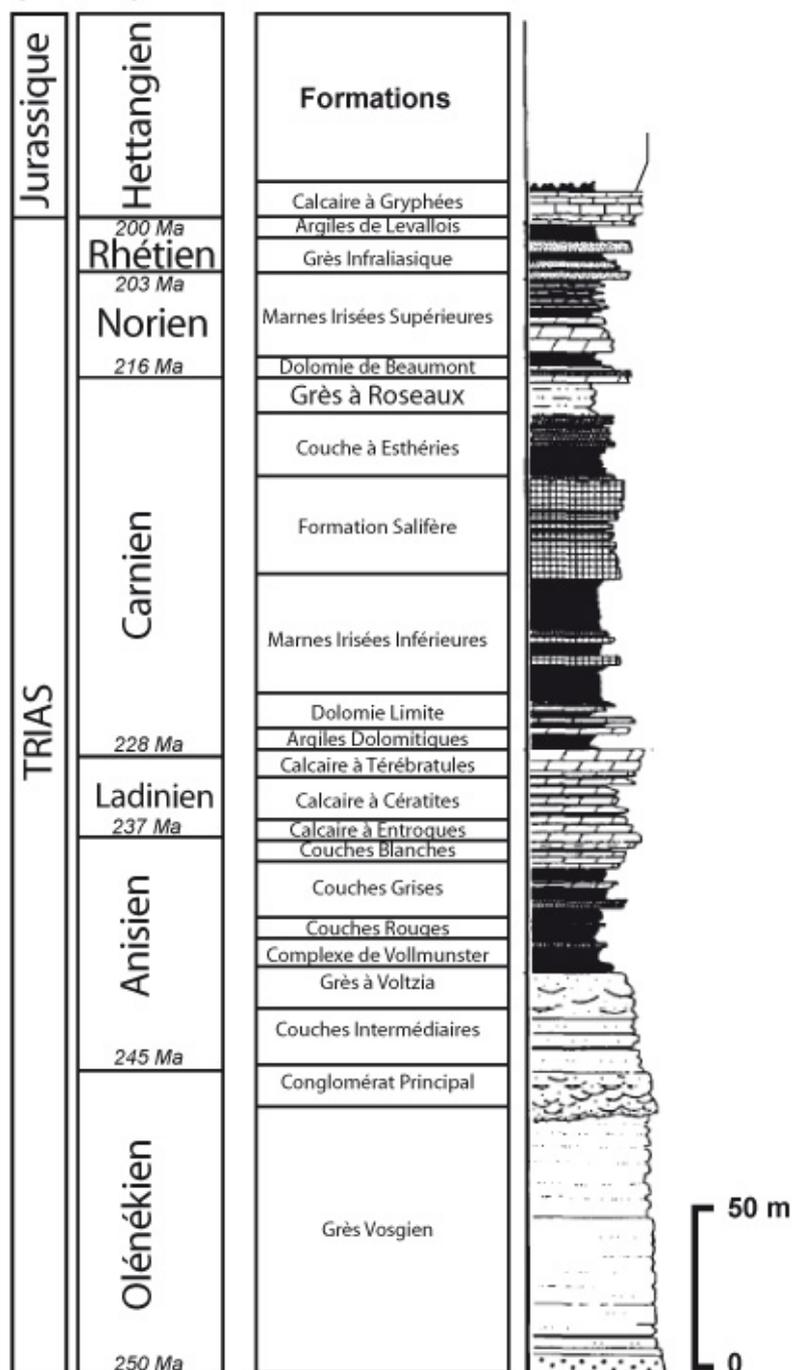


Figure 2 : Série stratigraphique du Trias lorrain

Les caractéristiques pétrophysiques du Grès à Roseaux sont intéressantes à plusieurs niveaux. D'une part, on peut trouver dans la porosité connectée de certains faciès de cette formation soit des hydrocarbures (pétrole), soit de l'eau avec des propriétés curatives (thermalisme). D'autre part, l'Allemagne prévoit d'injecter et de stocker dans l'espace poreux du Grès à Roseaux ses rejets de CO₂ industriels.

On se propose donc d'étudier un peu plus en détail les caractéristiques de cette formation géologique.

3.2. Analyse géologique

3.2.1. Analyse pétrographique

Pour chacune des photographies (échantillons 1 à 7) en lumière polarisée analysée (figure 3), complétez le tableau 1 en annexe avec :

- la composition (pourcentage sur la photo) en quartz, feldspaths, micas, argiles, et autres éléments ;
- la texture, le nom de la roche ainsi que sa famille.

3.2.2. Analyse sédimentologique du Grès à Roseaux

Les échantillons 1 et 2 correspondent à des lames minces de la formation lithostratigraphique du Grès à Roseaux. Les deux échantillons ont été récoltés à des endroits différents mais proches, en Lorraine.

A partir de votre analyse pétrographique, quelles sont toutes les possibilités de milieux de dépôt pour ce type de roche sédimentaire, depuis les environnements continentaux jusqu'aux environnements marins ?

Pourquoi les échantillons 1 et 2 sont-ils différents ? En vous aidant de la figure 1, comment peut-on expliquer cette variété lithologique et texturale ?

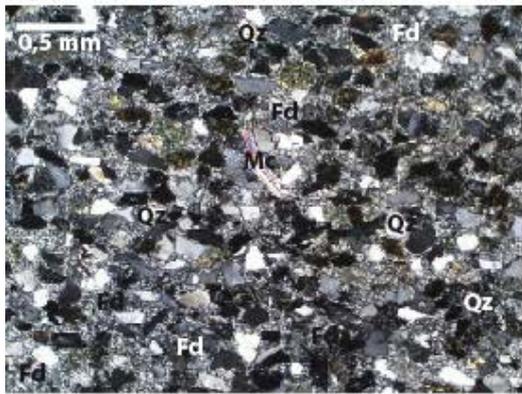
Un équivalent actuel du milieu de dépôt du Grès à Roseaux correspond à celui de la figure 1. Dans ce cas, à quels sondages A et B correspondraient respectivement les échantillons 1 et 2 ? Justifiez votre réponse.

3.2.3. Analyse de la roche mère du Grès à Roseaux

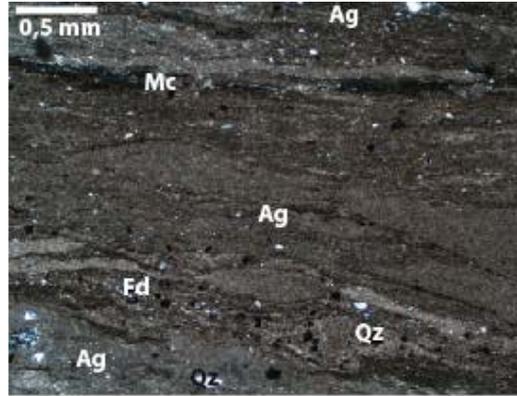
On veut maintenant déterminer la source des sédiments pour connaître ainsi l'origine de ce système sédimentaire.

Parmi les échantillons 3 à 7, lequel est le plus vraisemblablement la roche mère qui a donné par altération, transport puis sédimentation les échantillons 1 et 2 de Grès à Roseaux récoltés en Lorraine ? Quel est donc le lieu de la source ?

N'y a-t-il pas une incohérence minéralogique et chimique étant donné la distance entre l'échantillon de la roche-mère et les échantillons de Grès à Roseaux ?



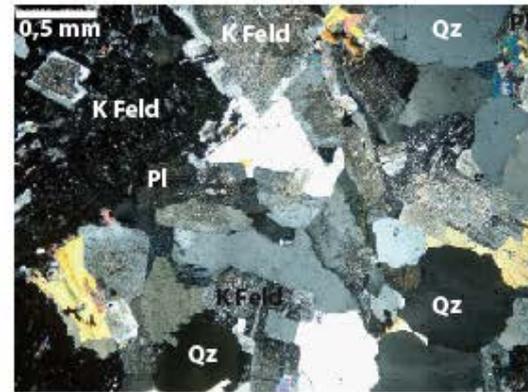
Echantillon 1. Origine: Lorraine; âge: Carnien
Qz=Quartz; Fd= feldspath; Mc=mica



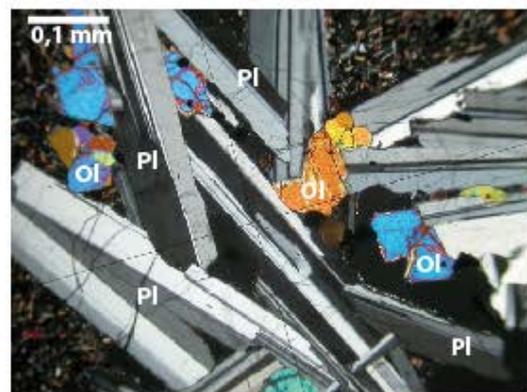
Echantillon 2. Origine: Lorraine; âge: Carnien
Ag=argile; Qz=Quartz; Fd= feldspath; Mc=mica



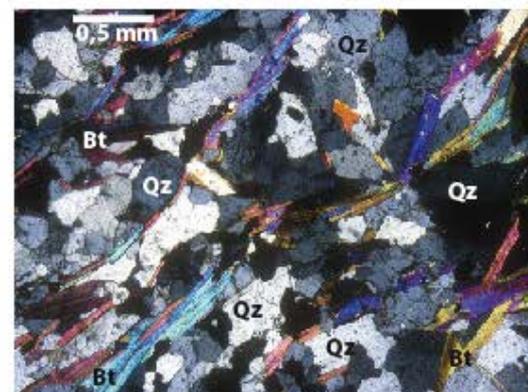
Echantillon 3. Origine: Apennins; âge: 150 Ma
Cpx= clinopyroxène; Pl=plagioclase



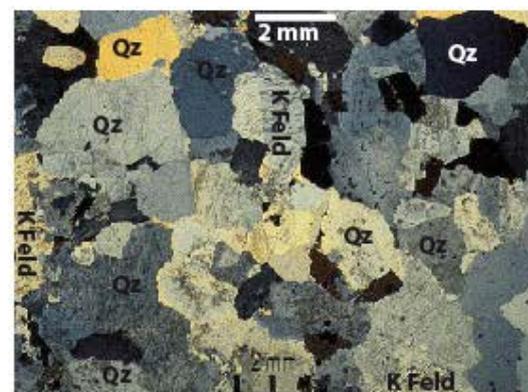
Echantillon 4. Origine: Scandinavie, âge: 330 Ma
Qz=quartz; K Feld= orthose; Pl= plagioclase



Echantillon 5. Origine: Tchéquie; âge: 290 Ma
Ol=olivine; Pl=plagioclase



Echantillon 6. Origine: Ardenne; âge: 400 Ma
Bt= biotite; Qz= quartz



Echantillon 7. Origine: Ecosse; âge: 35 Ma
K Feld= orthose; Qz= quartz

Figure 3 : Photographies de lames minces en microscopie optique (lumière polarisée analysée)

3.3. Analyse géophysique et pétrophysique

Un forage d'étude recoupant la formation du Grès à Roseaux a été effectué dans la région. On trouve un faciès similaire à l'échantillon 1 (figure 3). Des mesures physiques en continu ont été réalisées dans le trou de forage en fonction de la profondeur. Les outils permettant de réaliser ces mesures physiques, en fonction de la profondeur, sont appelés des sondes diagraphiques.

3.3.1. Analyse de la radioactivité

On utilise fréquemment, en diagraphie, un outil qui mesure la radioactivité naturelle des roches (émission photonique gamma) : le gamma-ray. Il détermine le nombre de photons gamma émis par seconde par la roche, d'où l'unité de mesure en coups-par-seconde (cps). La radioactivité des roches est due principalement (99,9%) à la présence des isotopes radioactifs du potassium, de l'uranium et du thorium. Le potassium entre dans la composition minéralogique de nombreux minéraux communs. L'uranium et le thorium, quant à eux, sont présents essentiellement dans les apatites et les zircons (par substitution de certains atomes) qui eux-mêmes sont majoritairement présents dans les granites et dans les espaces interfoliaires des argiles. Ainsi, connaissant le contexte géologique régional, et à partir de l'interprétation du gamma-ray en forage, on peut en déduire la nature lithologique des formations rencontrées.

A partir des enregistrements diagraphiques réalisés sur le puits A (figure 4) donnant l'intensité du gamma-ray en fonction de la profondeur, définissez la réponse du Grès à Roseaux. Est-il radioactif ou pas ?

Est-ce normal pour un grès ?

Quelle est l'origine de cette valeur et que peut-on ainsi en déduire ?

Cela est-il en accord avec l'analyse pétrographique que vous avez réalisée précédemment ?

Dans la Formation Salifère, deux zones sont notées I et II. Quelles sont leurs caractéristiques en terme de radioactivité ? D'où proviennent cette radioactivité et cette différence entre les deux zones ?

3.3.2. Analyse de la porosité et de la densité

Sur ce même forage, des outils diagraphiques mesurant la masse volumique (g/cm^3) et la porosité (%) de la roche en fonction de la profondeur ont été utilisés.

La porosité se définit en pétrophysique comme le volume d'espace intergranulaire divisé par le volume total de la roche. Elle est souvent notée Φ et donnée en pourcentage (%).

Cette porosité est nécessairement remplie d'un fluide (eau, gaz, etc.).

La masse volumique de la roche totale correspond à la somme de la masse volumique du fluide contenu dans le volume poreux et de la masse volumique du volume rocheux (minéraux). Cette matière minérale correspond donc à tout ce qui n'est pas de la porosité ($100\% - \Phi$).

Reportez, pour la formation du Grès à Roseaux, quatre valeurs différentes de densité globale et de porosité correspondantes et pointez-les sur le diagramme en annexe (figure 5).

Que remarquez-vous ? Que peut-on en déduire sur la relation entre la densité et la porosité ? Définissez la fonction qui lie la densité à la porosité pour le puits A.

PUITS A

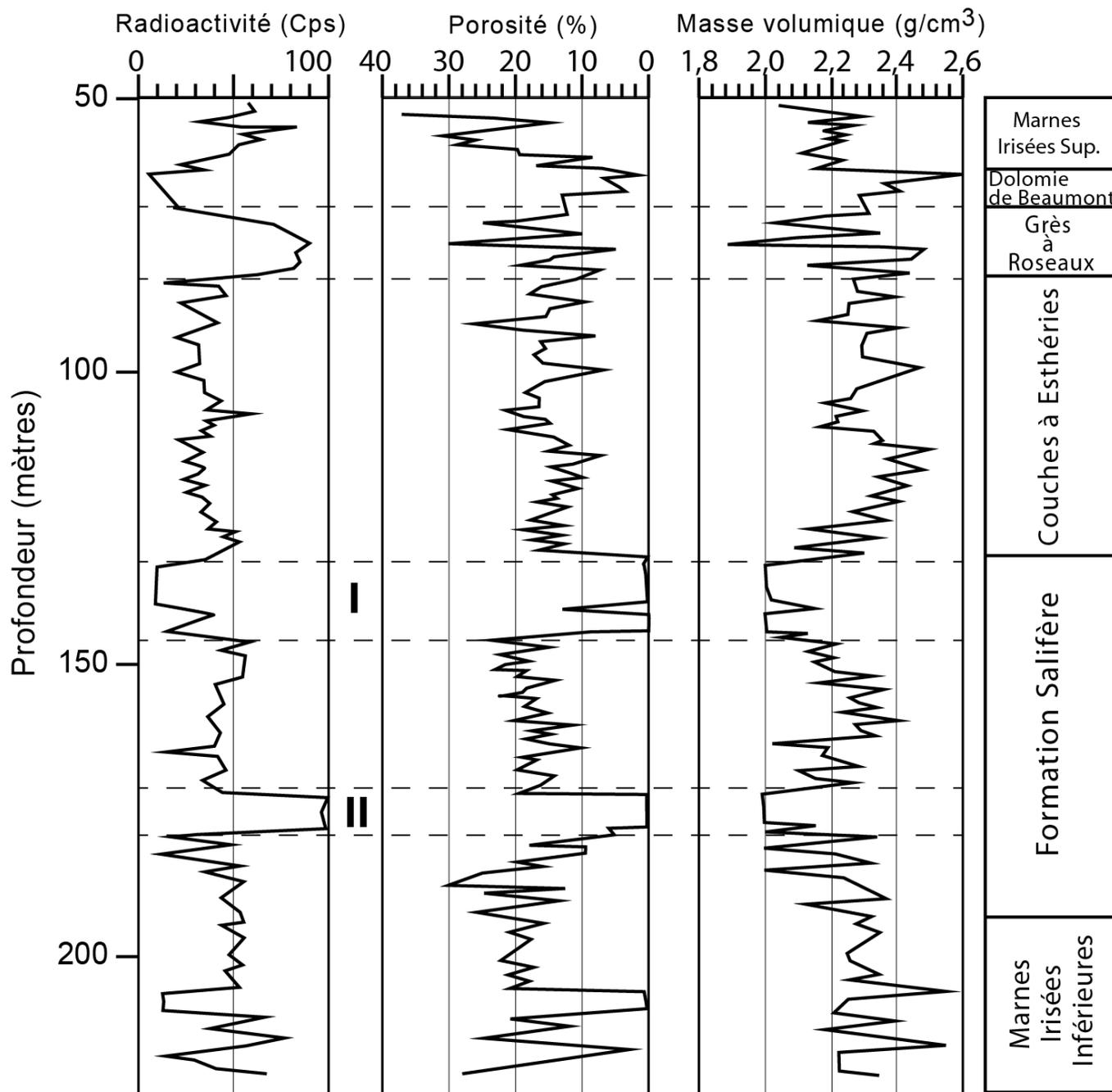


Figure 4 : Diagraphies du forage au puits A

A partir de l'analyse du tableau 2, et de vos résultats précédents, déterminez la nature des fluides remplissant la porosité de la roche dans le puits A.

| Elément | Quartz | Feldspath | Mica | Halite | Sylvite | Anhydrite | Eau | Huile (hydrocarbure) | Gaz (hydrocarbure) |
|---------|--------|-----------|------|--------|---------|-----------|-----|----------------------|--------------------|
| Densité | 2,65 | 2,55 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0,8 | 0,2 |

Tableau 2 : Densité de minéraux et de certains fluides

De l'analyse de la radioactivité précédente, de la lecture des valeurs de masse volumique et de la porosité des zones I et II, et en vous appuyant sur les données proposées dans le tableau 2, que peut-on en déduire sur la nature lithologique respective de ces deux horizons localisés dans la même formation lithostratigraphique ?

A quelle famille de roches appartiennent-elles ? Vous rappellerez brièvement les conditions de formation de ces roches.

4. ANALYSE REGIONALE DU RESERVOIR (5 POINTS)

4.1. Analyse tectonique

A partir de la carte géologique, (figure 6) en annexe, et des épaisseurs des formations indiquées sur le puits A, réalisez une coupe géologique le long du profil A-B. Dessinez bien l'ensemble des formations 1 à 8.

4.2. Synthèse

Où le forage du puits A a-t-il été réalisé ? Localisez-le le plus précisément possible sur la carte.

A partir de ce résultat, sachant que le gaz a tendance à migrer vers la surface, comment expliquez-vous que l'on trouve parfois du gaz dans la formation du Grès à Roseaux ? Que pouvez-vous en déduire sur la nature pétrophysique des couches qui sont au-dessus de ce réservoir potentiel ?

**ANNEXES A DECOUPER ET COLLER IMPERATIVEMENT SUR
VOTRE COPIE**

FIGURES 1, 5 ET 6

TABLEAU 1



Figure 1 : Vue aérienne du système fluviatile de l'Arkansas (Etats-Unis d'Amérique)

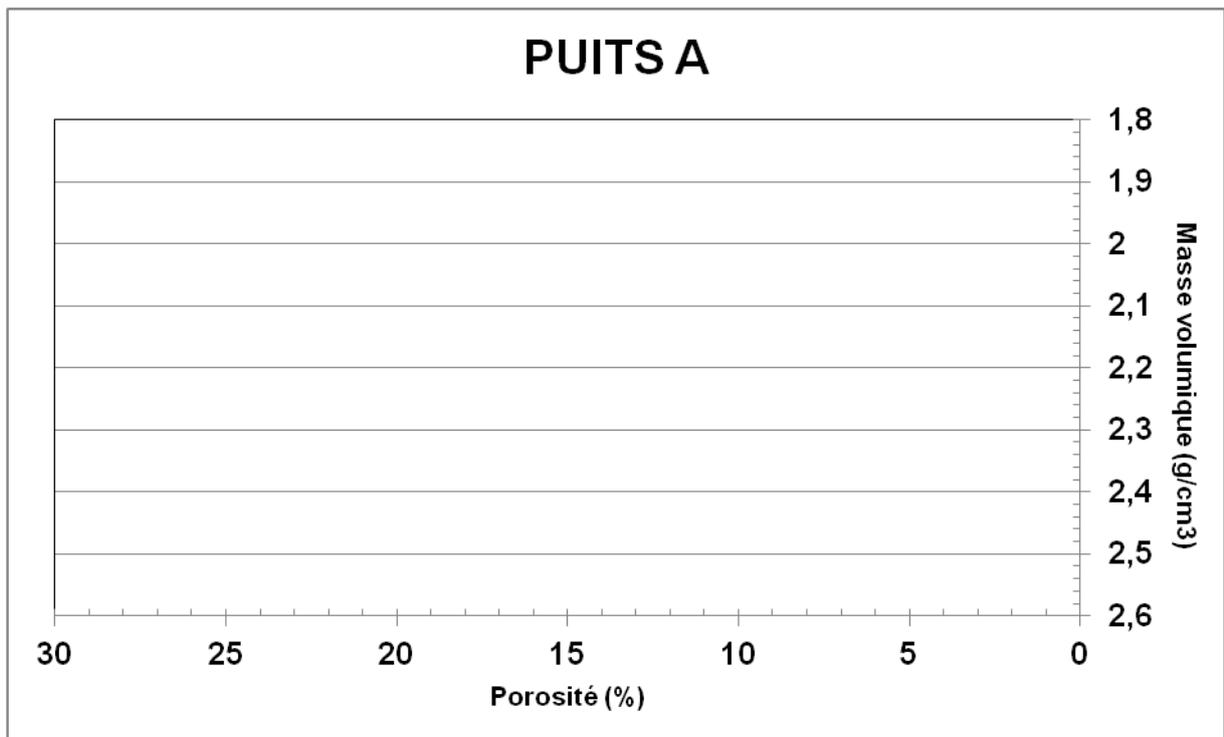
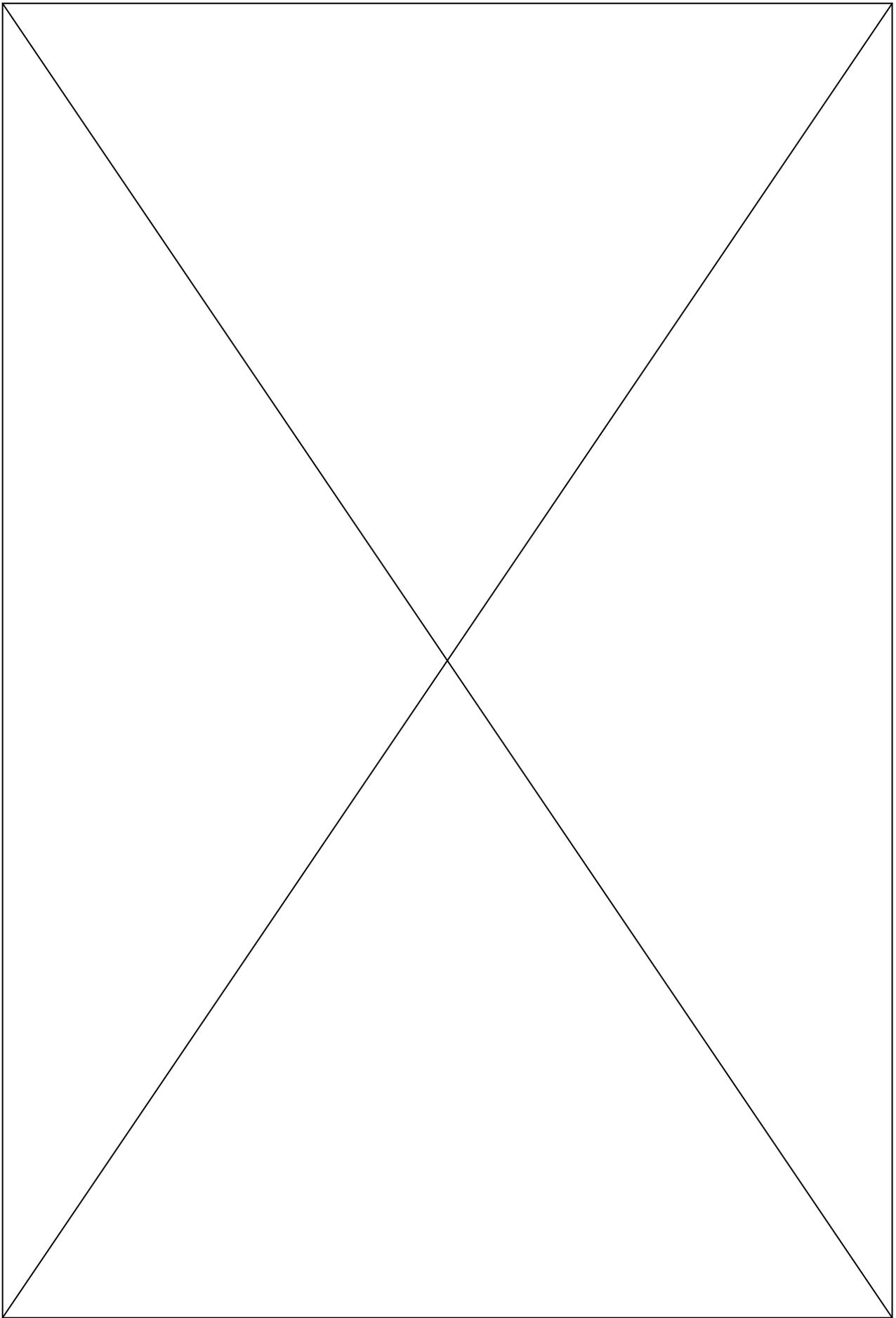


Figure 5 : Diagramme représentant la masse volumique de la formation en fonction de sa porosité





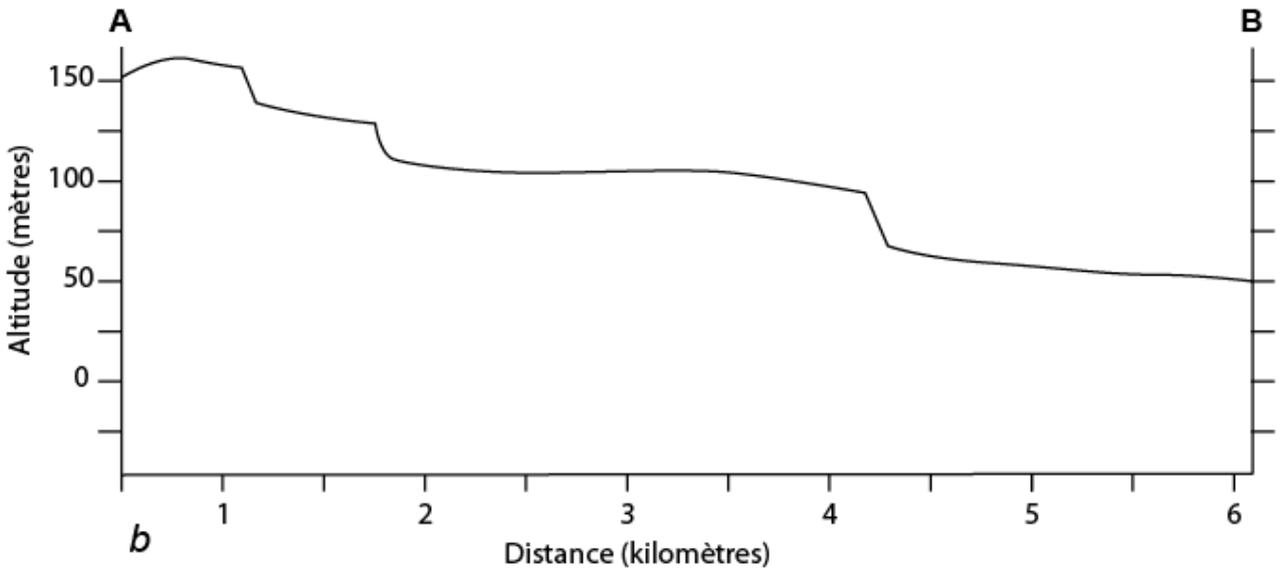
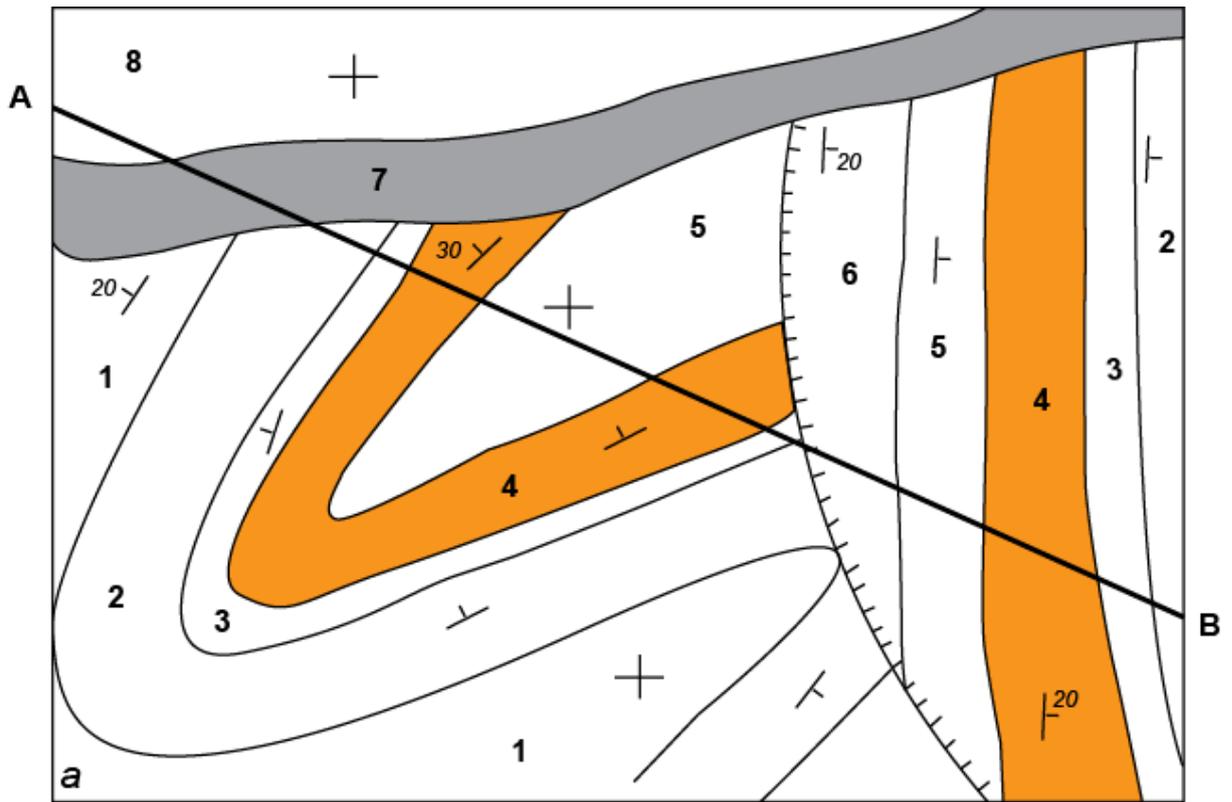
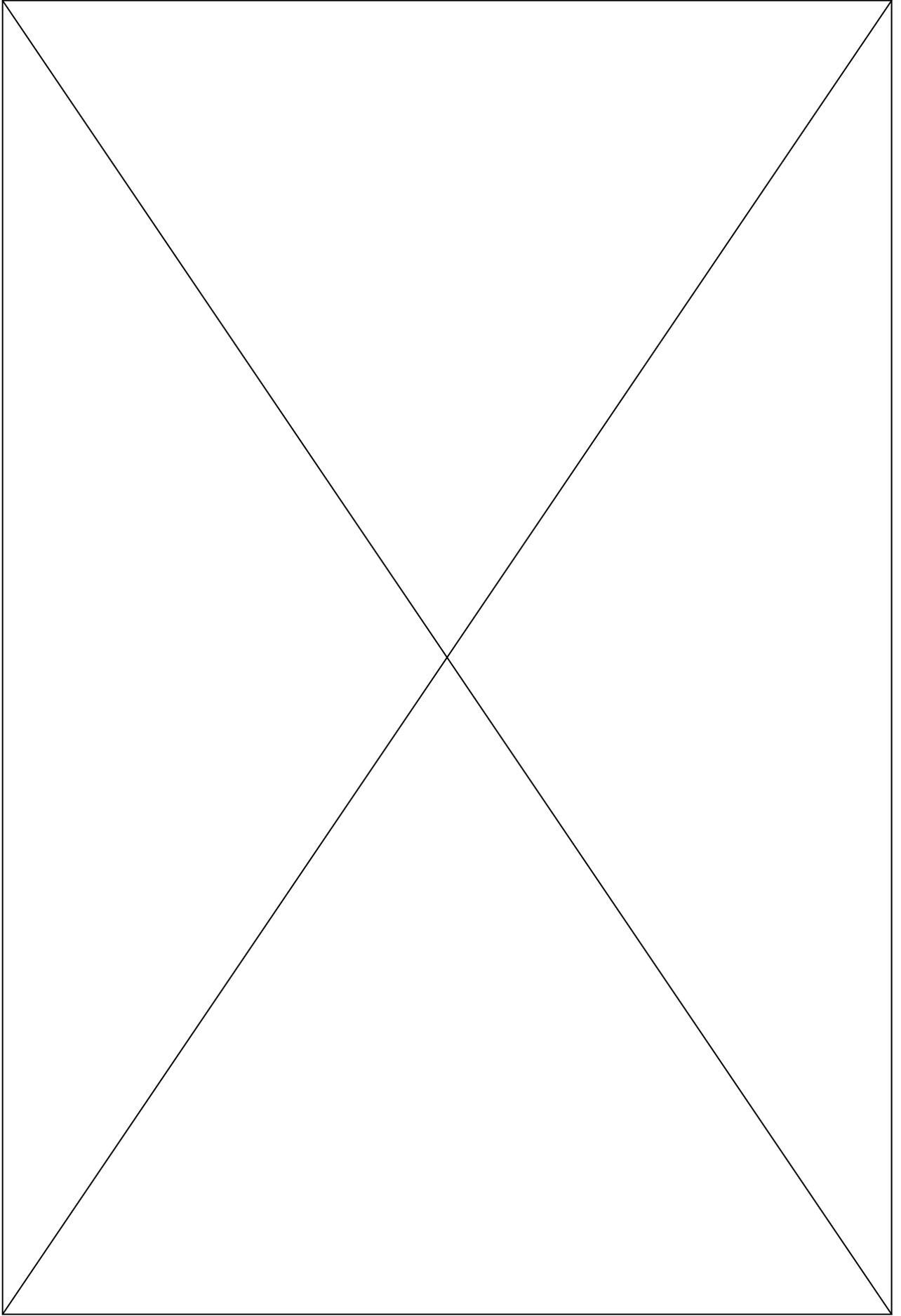


Figure 6 : a- Carte géologique de la zone d'étude du Grès à Roseaux. L'unité 4 correspond à la formation du Grès à Roseaux. b- Profil topographique suivant le trait A-B





| MINERALOGIE | Echantillon 1 | Echantillon 2 | Echantillon 3 | Echantillon 4 | Echantillon 5 | Echantillon 6 | Echantillon 7 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Quartz | | | | | | | |
| Feldspaths | | | | | | | |
| Micas | | | | | | | |
| Argiles | | | | | | | |
| Autres | | | | | | | |
| PETROGRAPHIE | | | | | | | |
| Texture de la roche | | | | | | | |
| Nom de la roche | | | | | | | |
| Famille de la roche | | | | | | | |

Tableau 1 : analyse pétrographique