

CONCOURS G2E

**GÉOLOGIE**

Durée : 3 heures

---

Les calculatrices programmables et alphanumériques sont interdites. Les téléphones portables, "smartphones" et tout autre objet connecté doivent être éteints au cours de l'épreuve et ne doivent en aucun cas être utilisés même à titre de montre.

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.

**La rédaction se fera uniquement à l'encre bleue ou noire et l'utilisation du blanc correcteur et effaceur est interdite. Les découpages et collages sur la copie sont interdits.**

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

---

**Attention ! Les figures 1, 2, 3, 13 et 17 en annexe, sont à rendre avec votre copie, sans découpage ni collage.**

**Le cycle du potassium : du granite au sel !**

La succession des différentes orogénèses a façonné la croûte continentale. Les marges continentales, zone de transition entre lithosphères océanique et continentale, sont le siège d'une importante sédimentation. Les formations sédimentaires y sont variées tant par leur taille, leur puissance que par leur nature. Ainsi en est-il des séries évaporitiques qui renferment les principales ressources de différents sels utilisés par l'homme.

A l'heure actuelle, les dépôts de sel qui se forment dans des lagunes de faible extension sont modestes. En effet, la puissance de ces dépôts, de l'ordre de quelques mètres, contraste avec celle des dépôts salifères anciens du Permien ou encore du Crétacé (2000 mètres). La rhéologie des différents sels, en particulier du sel gemme, qui se distingue nettement de celle des carbonates, confère aux séries évaporitiques des comportements spécifiques induisant des géométries remarquables bien visibles le long des profils sismiques.

Après avoir revu quelques caractéristiques fondamentales de la croûte continentale et de son altération, la formation des évaporites sera abordée, puis leur déformation, en se basant notamment sur la mine d'Asse, dans le Permien d'Allemagne, dont la géométrie sera comparée à celle du bassin évaporitique crétacé de Santos, sur la marge passive du Brésil, en bordure de l'océan Atlantique.

Enfin, d'un côté, si la présence de sel gemme peut être utilisée pour le stockage de gaz, d'un autre côté, les mouvements induits par la présence de niveaux salifères peuvent être plus problématiques, lors de l'exploitation minière, pour la stabilité des terrains en surface, et pour le stockage des déchets radioactifs, comme dans la mine d'Asse.

**1. LA CROUTE CONTINENTALE (4,5 POINTS).**

Les formations géologiques dans les zones d'affrontement des plaques sont le siège de recristallisations métamorphiques qui se déroulent à différentes pressions et températures selon la valeur des gradients géothermiques locaux.

1.1 Indiquez dans la grille pression-température (Fig. 1, à rendre) les principaux faciès métamorphiques au-dessus des lignes en pointillés gris.

1.2. Que représente la droite (D), en trait noir continu (Fig. 1) ? Que sépare-t-elle ?

1.3. A quoi correspond le phénomène d'anatexie ?

Convertissez sur la figure 1, les valeurs de la pression, exprimée en GPa, en profondeur, exprimée en km.

Tracez sur la figure 1, un géotherme qui puisse conduire à une anatexie crustale lors d'une collision, comme dans la chaîne hercynienne.

Donnez une valeur au gradient géothermique ( $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ) et précisez à quelle profondeur (km) l'anatexie commencera selon la valeur de ce gradient géothermique.

1.4. Légendez par des numéros, les principaux constituants et les structures visibles sur les deux affleurements (Figs 2a et b, à rendre). Reportez ces numéros dans le cadre prévu à cet effet, avec la légende correspondante et la description associée des affleurements. Proposez de manière argumentée, un nom précis pour ces deux roches. Placez les axes X et Z de l'ellipsoïde de déformation sur l'affleurement de la figure 2b.

1.5. Comportement d'un mélange binaire (Quartz-Albite) au cours de la fusion (Fig. 3, à rendre).

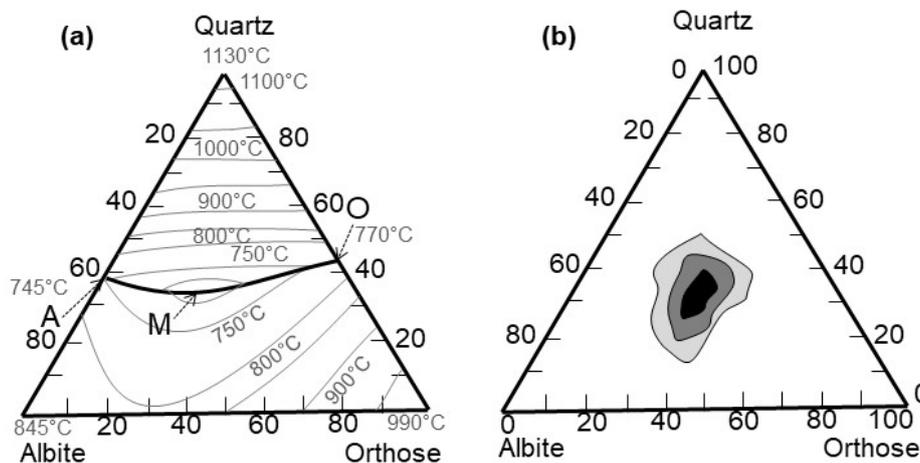
Donnez la composition du solide M au départ avant la fusion. A quoi correspond le point E ?

Comment se nomme la droite passant par  $T_E$  et E, de même que les deux courbes E- $T_Q$  et E- $T_A$ ? Indiquez vos réponses sur la figure 3.

1.6. Indiquez sur la figure 3, le chemin suivi par le liquide lors de la fusion du solide initial, jusqu'à sa disparition totale au point  $T_F$ , point que vous reporterez dans le diagramme composition-température. Quelle est la signification de la température  $T_F$  ?

1.7. Fusion d'une source crustale : que représentent les points M, A et O dans le diagramme ternaire de la figure 4a ?

1.8. A partir des diagrammes de la figure 4, montrez que les granites (Fig. 4b) peuvent dériver de la fusion partielle de matériaux enfouis de type gneiss.



**Figure 4.** Diagrammes ternaires du système quartz-albite-orthose.

4a : Diagramme ternaire obtenu par expérimentation à  $\text{PH}_2\text{O} = 0,2 \text{ GPa}$ .

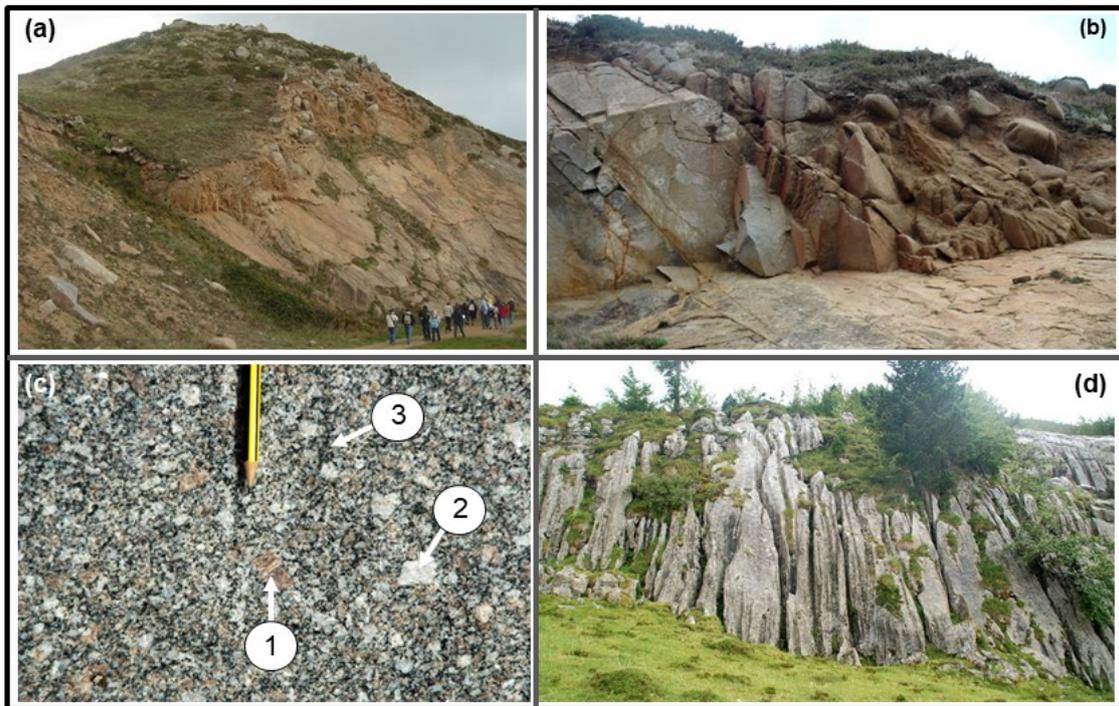
4b : Projection de la composition de différents granites échantillonnés dans la croûte terrestre (plus de 500 points). La densité des points projetés augmente de l'enveloppe gris clair à l'enveloppe noire.

Les minéraux quartz, albite et orthose représentent plus de 80% de la composition des granites.

1.9. Peut-on obtenir des granites par cristallisation fractionnée à partir d'un liquide basaltique évoluant au cours de son refroidissement dans une chambre magmatique ? Justifiez votre réponse.

## 2. PROCESSUS D'ALTERATION EN DOMAINE TEMPERE (2 POINTS).

Le granite de Flamanville en Normandie (Figs 5a et b) présente une composition qui s'écarte de celle des granites s.s. Il s'agit en fait d'un monzogranite, roche plus riche en feldspaths alcalins, orthose ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) et plagioclases sodiques ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), et plus pauvre en quartz, qu'un granite s.s.



**Figure 5.** Altération des granites et des calcaires en milieu tempéré.

5a et b : Affleurements du monzogranite de Flamanville (Manche) avec ses zones d'altération.

5c : Aspect du granite frais [1, orthose ; 2, feldspaths calco-sodiques ou plagioclases; 3, minéraux sombres avec biotites et amphiboles]. Le quartz est présent mais difficilement identifiable sur la photographie.

5d : Calcaire crétacé du massif de La Pierre Saint-Martin (Pyrénées-Atlantiques).

2.1. Décrivez la texture du monzogranite frais de Flamanville (Fig. 5c). Que déduisez-vous de la présence des feldspaths de grande taille ?

2.2. Résumez l'altération mécanique des granites en zone tempérée en se basant sur l'observation du granite de Flamanville (cf. Figs 5a et b). Quel est le nom de ce processus d'altération ? Quel est le nom de l'argile prédominante obtenue dans ce secteur ?

2.3. La figure 5d montre un affleurement de calcaire crétacé, à La Pierre Saint-Martin dans les Pyrénées. Décrivez brièvement l'affleurement. Nommez le modelé de surface observé.

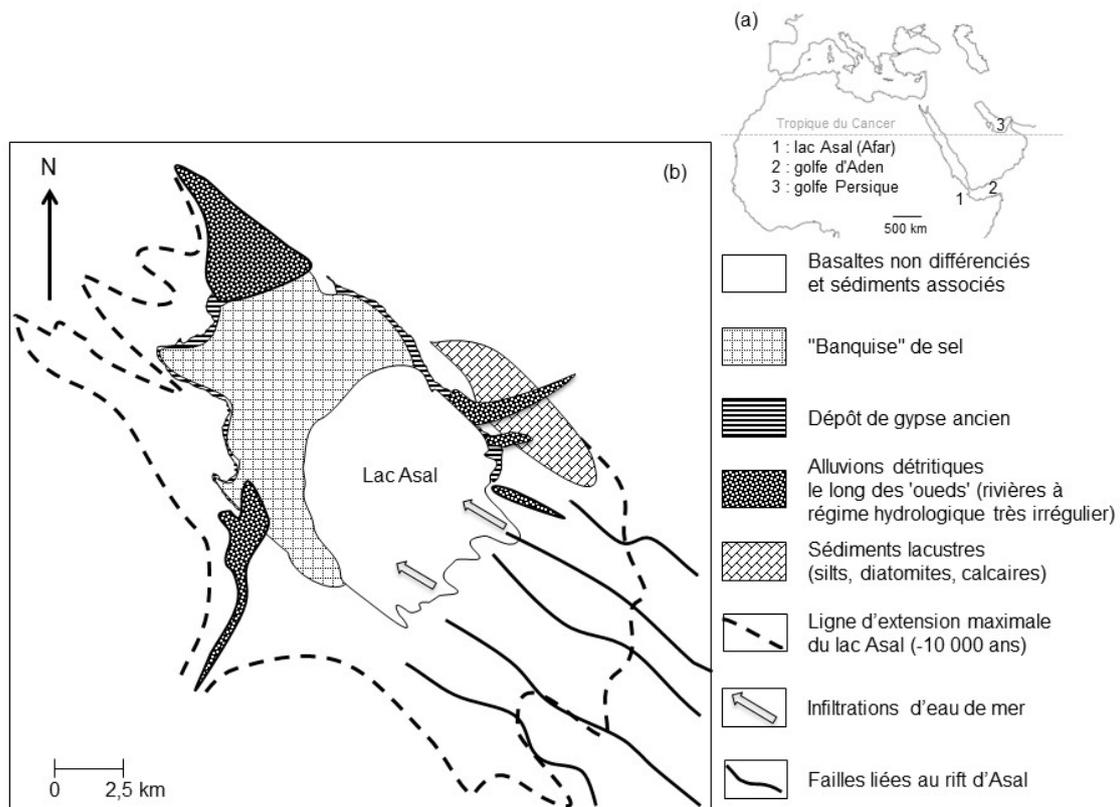
2.4. Caractérissez le processus chimique qui aboutit à la disparition des calcaires. On donnera l'équation de l'équilibre des carbonates. Quels sont les principaux facteurs qui peuvent contrôler cette réaction sous climat tempéré ?

## 3. FORMATION DES EVAPORITES (4,5 POINTS).

Les évaporites actuelles peuvent se former dans des lagunes évaporitiques, appelées 'sebkras', bien connues sur le pourtour africain et au-delà, le long du golfe persique (Fig. 6a). La plupart des sebkras sont récentes et la hauteur cumulée des couches de sel est de l'ordre de quelques mètres. Ces dépôts modestes contrastent avec les formations évaporitiques du Permien en Europe (Zechstein), ou encore du Crétacé du bassin de Santos, sur la marge atlantique du craton brésilien (Fig. 7a), dont la puissance peut atteindre 2000 m. Le bassin évaporitique du Zechstein était très vaste, s'étendant de la côte est de l'Angleterre au nord de la Pologne (Fig. 7b). La stratigraphie du Zechstein est subdivisée en cinq formations principales (Z1 à Z5), la puissance de chacune d'entre elles pouvant varier de 100 à 600 m (Fig. 7c).

En Afrique orientale, la lagune évaporitique d'Asal est située à 10 km du golfe d'Aden, dont elle est

séparée par une barrière de basalte, qui appartient au rift des Afars (Figs 6a et b). De nombreuses failles liées au fonctionnement du rift relient le lac à la mer. Le lac est situé à -155 m sous le niveau de la mer (Fig. 6b).



**Figure 6.** Environnements évaporitiques actuels.

6a : Carte de localisation des différents secteurs d'étude (1 à 3).

6b : Carte géologique du lac Asal situé dans le rift d'Asal qui appartient à la zone de rift des Afars au Nord-Est de l'Afrique (cf. Fig. 6a). La limite du paléolac Asal qui a fonctionné entre 10 000 et 6200 ans avant le présent, est située à mi-distance entre le lac actuel et la mer qui rejoint le golfe d'Aden.

3.1. Définissez le terme "évaporite".

3.2. Quel est l'ordre de précipitation des principaux solutés formés par évaporation d'une saumure (Fig. 8 et Tab. 1) ?

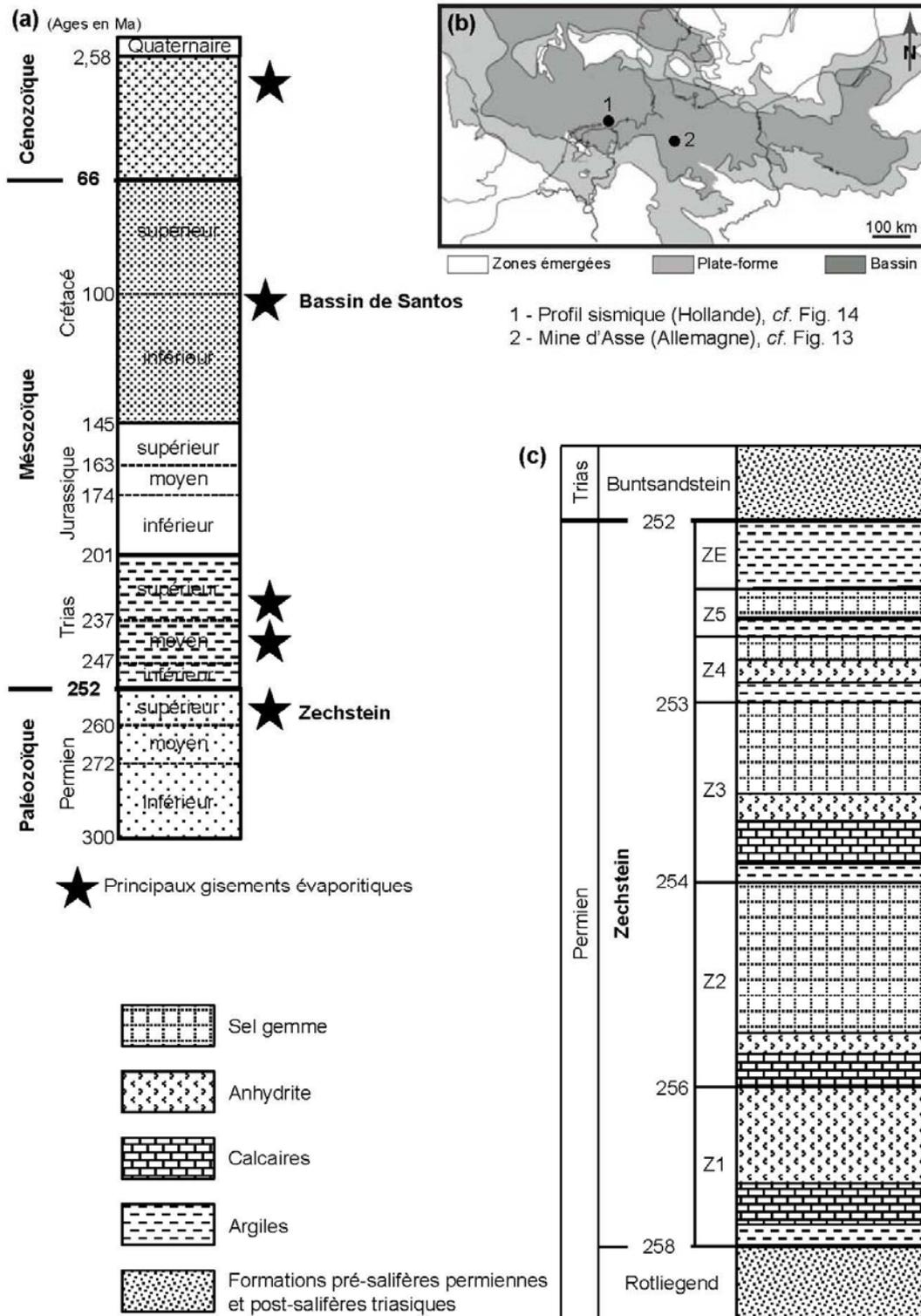
3.3. Précisez la succession des roches issues de la concentration progressive de l'eau de mer dans un bassin (cf. Figs. 6b, 7c, 8 et Tab. 1).

3.4. Sachant que pour une tranche d'eau de mer de 1 m, on obtient par évaporation une couche de 12,9 mm de sel gemme (NaCl), et une couche de 0,1 mm de carbonates, quelle est la hauteur d'eau nécessaire pour obtenir respectivement une couche de 15 m de sel et une couche d'un mètre de carbonates ?

3.5. Quel est le type d'alimentation en eau salée du lac Asal (cf. Fig. 6b) ?

3.6. En considérant la géologie du rift d'Asal (cf. Fig. 6b), et la situation géographique des autres sebkhas (cf. Fig. 6a), indiquez les processus climatiques et géologiques nécessaires à l'origine des dépôts de sel gemme dans ces sebkhas.

3.7. La figure 7c des formations évaporitiques du Zechstein montre plusieurs niveaux puissants de roches carbonatées. Quelle peut être l'origine de ces calcaires (cf. question 3.4) ? Les roches carbonatées sont localement riches en magnésium : il s'agit de dolomies (Tab. 1). Comment peuvent se former les dolomies dans un contexte de bassin évaporitique si leur dépôt n'est pas primaire ?



**Figure 7.** Gisements évaporitiques anciens.

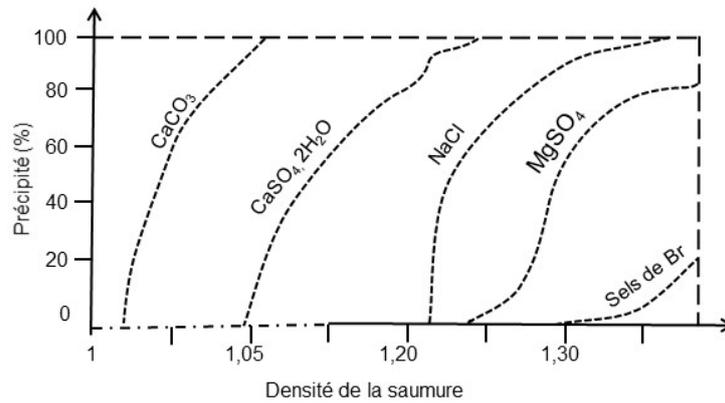
7a : Echelle stratigraphique simplifiée montrant la distribution des principaux gisements évaporitiques dans le temps (étoiles).

7b : Extension de la mer du Zechstein au Permien.

Localisation : 1 - Coupe sismique en Hollande ; 2 - Mine d'Asse en Basse Saxe, Allemagne.

7c : Stratigraphie des formations évaporitiques du Zechstein.

Rotliegend, formations détritiques rouges du Permien ; Z1 à Z5, les cinq séquences évaporitiques ; ZE, terrains sédimentaires argileux supra-salifères ; Buntsandstein, formations détritiques rouges du Trias.



**Figure 8.** Pourcentage des sels précipités dans une saumure en cours d'évaporation. Les sulfates de magnésium précipitent en même temps que les chlorures de potassium et de magnésium.

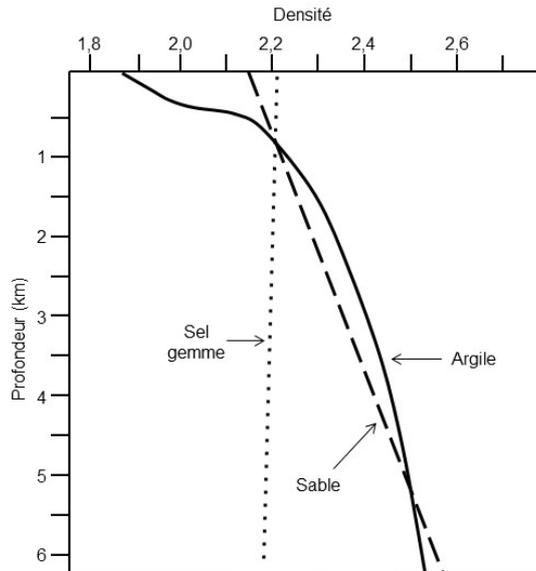
**Tableau 1.** Composition et densité des principaux minéraux évaporitiques comparés à ceux de sédiments meubles ou compactés.

Minéral	Composition	Densité
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	2,71
Magnésite	MgCO <sub>3</sub>	3
Dolomite	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2,9
Halite	NaCl	2,16
Gypse	CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	2,31
Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	2,9
Sylvite	KCl	1,98
Carnallite	KMgCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	1,6
Sédiments non consolidés		2
Sédiments consolidés		2,5 à 2,6

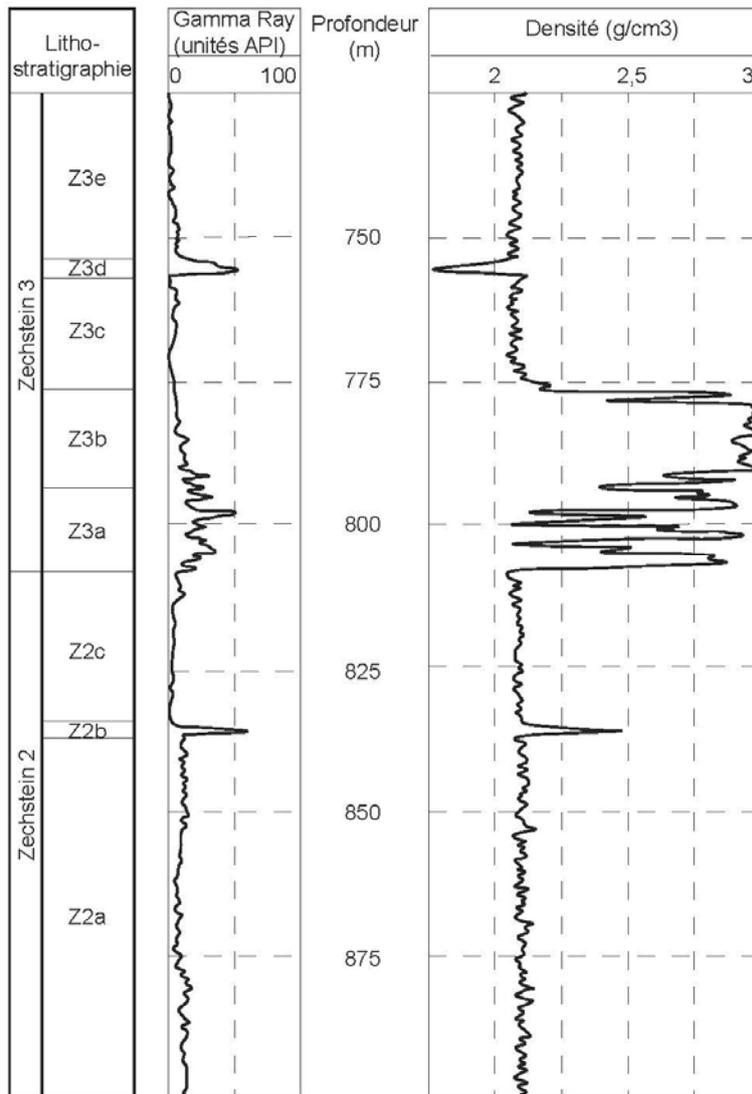
3.8. Comparez l'évolution de la courbe représentative des argiles avec celles du sable et du sel, en particulier dans les premiers 500 mètres (Fig. 9). Quels sont les facteurs responsables de l'évolution des argiles avec la profondeur ? Comment nomme-t-on le phénomène géologique au cours duquel a lieu une telle évolution ?

3.9. Les diagraphies sont couramment utilisées dans les gisements de sel pour déterminer la nature des roches. Sachant que toute la colonne lithologique de la figure 10 est constituée d'évaporites, sauf le niveau Z3a, précisez la nature prédominante des niveaux de sel Z2a, Z2b, Z3b, Z3c et Z3d. Justifiez votre réponse (cf. Tab. 1). Dans le niveau Z3a, où les roches sédimentaires autres que les évaporites prédominent largement, qu'est-ce qui peut être à l'origine de l'anomalie du gamma-ray ?

3.10. La géométrie des bassins évaporitiques, comme ceux du Zechstein et de Santos, est dessinée d'après la répartition et la puissance des formations évaporitiques. On sait par exemple que le bassin du Zechstein a été régulièrement alimenté au Permien par des eaux océaniques provenant du nord de l'Europe actuelle (Fig. 7b). Quel est le processus géologique qui peut expliquer la puissance et la courte période de formation des bassins évaporitiques ? Précisez les mécanismes à l'œuvre lors de ce processus.



**Figure 9.** Evolution de la densité de trois types de sédiments : argile, sable et sel gemme avec la profondeur.

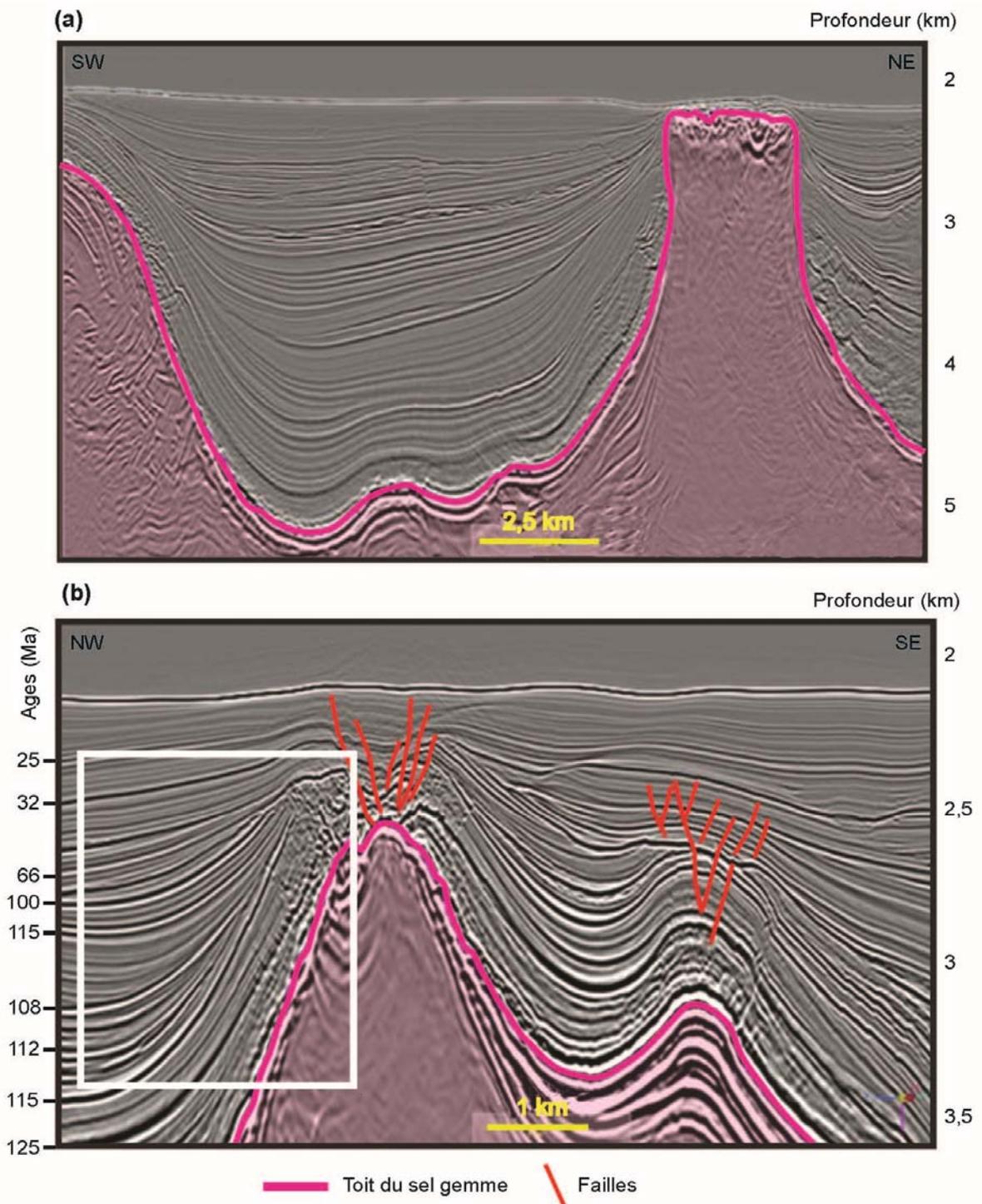


**Figure 10.** Diagraphies d'enregistrement gamma ray et de densité (cf. Tab.1) au passage des formations salifères Z2 et Z3 du Zechstein (cf. Fig 7c). La colonne lithologique est constituée de sels sauf pour la couche Z3a qui comprend des roches sédimentaires variées : argilites, grès et calcaires.

#### 4. DEFORMATION DES FORMATIONS EVAPORITIKES (6,5 POINTS).

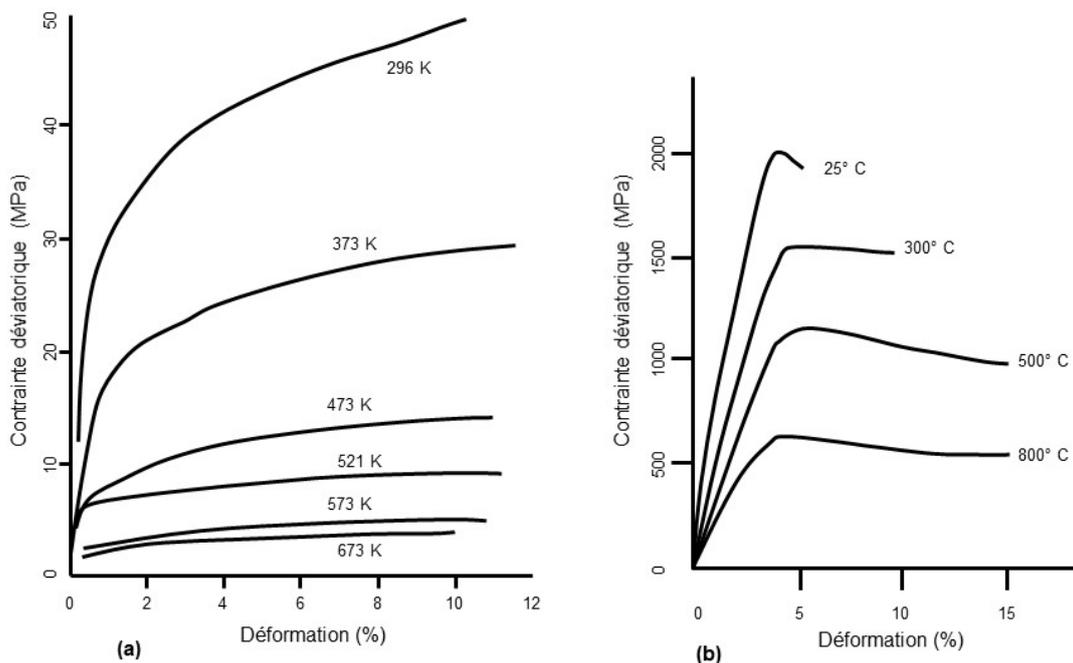
La déformation des gisements de sel est en grande partie liée aux propriétés physiques et mécaniques du sel gemme. Dans le bassin de Santos, situé sur la marge occidentale de l'océan Atlantique (Brésil), des dômes de sel, que l'on appelle "diapirs", peuvent être observés (Figs 11a et b). Les géométries sédimentaires sont influencées par la présence de ces diapirs.

4.1. Dessinez et légendez les relations géométriques entre les différents réflecteurs sismiques délimités par le cadre blanc (Fig. 11b). Identifiez et nommez les géométries remarquables. Dated le début de mise en place du dôme de sel en vous basant sur l'échelle chronologique (Fig. 11b).



**Figure 11.** Coupes sismiques (a et b) obtenues dans le bassin de Santos (Brésil). La localisation du toit du sel gemme, par rapport aux formations post-salifères, est soulignée en rose.

4.2. La figure 12 illustre le comportement du sel gemme (a) et d'un calcaire (b) auxquels une contrainte déviatorique est appliquée à différentes températures. Que peut-on déduire des courbes contrainte-déformation quant au comportement du sel (Fig. 12a) ? Que dire de la plasticité du sel gemme par rapport à celle du calcaire (Fig. 12b) ?



**Figure 12.** Courbes contrainte-déformation pour le sel gemme (a) et le calcaire (b).

4.3. Quel peut être le comportement d'une couche de sel gemme, située sous des sédiments consolidés, compte tenu des propriétés décrites au point 4.2 et de la densité du sel gemme (cf. Tab.1 et Fig. 9) ? Quels sont les facteurs qui peuvent être à l'origine du comportement envisagé, et/ou qui le facilitent ?

4.4. La figure 13 montre une coupe dans la mine d'Asse (Allemagne) qui fut l'une des mines de sel les plus importantes au XIX<sup>ème</sup> siècle, exploitant les formations salifères du Zechstein (Figs 7b et c). Quelle est la nature des failles immédiatement situées sous le point A ? Indiquez le mouvement de part et d'autre d'un plan de faille (Fig. 13, à rendre).

*[Vous disposez de la figure 13 légendée afin d'avoir tous les éléments pour répondre aux questions. En annexe, vous trouverez la même figure en version "transparente" et nettoyée de toute légende, afin de pouvoir indiquer directement vos réponses aux différentes questions.]*

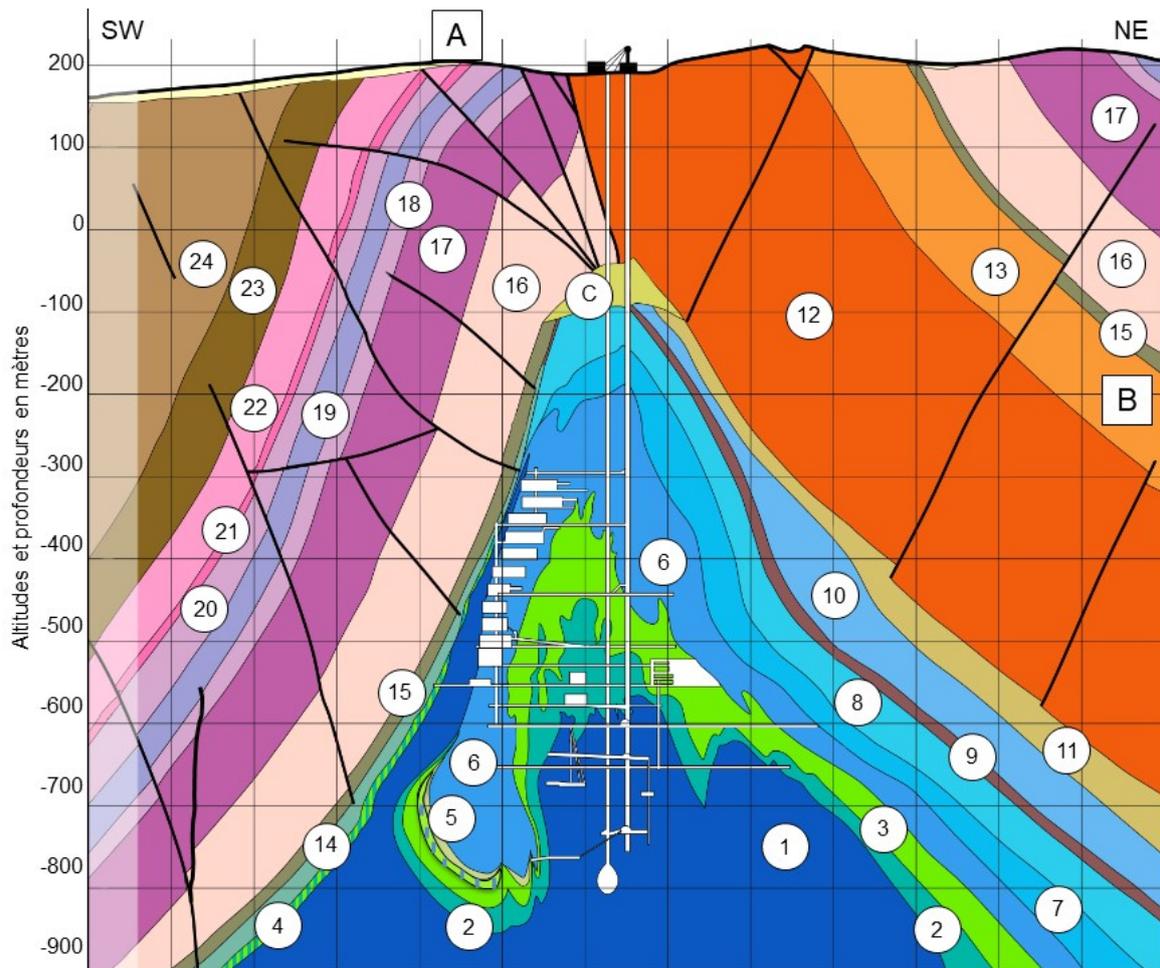
4.5. Quelle est la nature de la faille située au voisinage du point B, vers le Nord-Est de la coupe, entre les numéros 13 et 16 ? Indiquez le mouvement de part et d'autre du plan de faille (Fig. 13, à rendre).

Pourquoi ces différentes failles ne se prolongent-elles pas dans le Permien ?

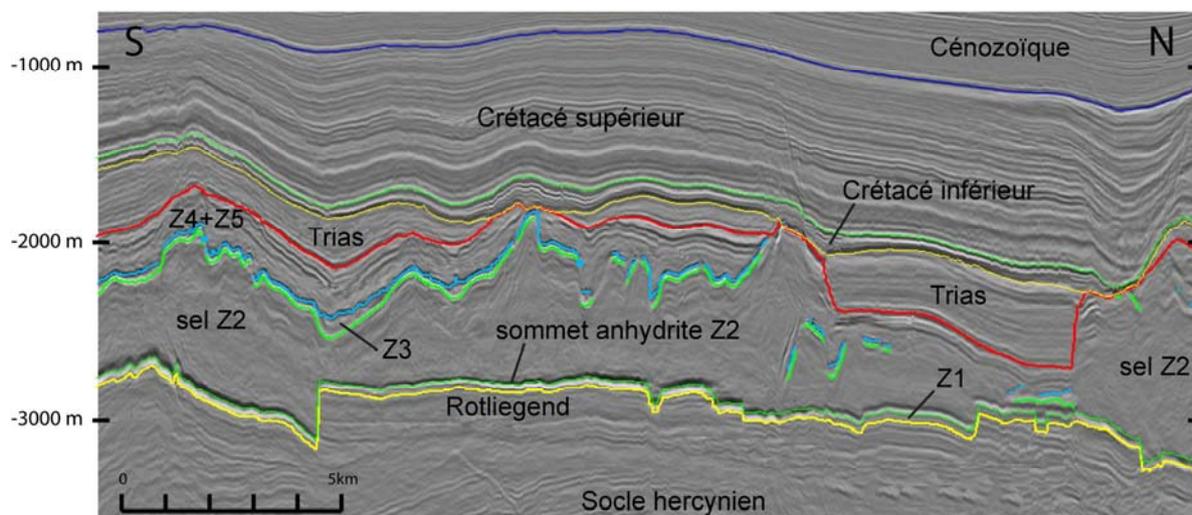
4.6. Des plans de discontinuité n'ont pas été reportés sur la figure de la mine d'Asse (Fig. 13). Repérez les discontinuités éventuelles d'après la stratigraphie et reportez ces plans sur la figure 13 (à rendre). Numérotez les plans identifiés sur la figure. Précisez leur nature. Dans les niveaux évaporitiques, l'anhydrite est compétente, contrairement au sel gemme (cf. Fig. 12).

4.7. Relevez les principales analogies entre les coupes sismiques réalisées dans le gisement de sel gemme crétacé du bassin de Santos (Fig. 11) et la coupe géologique du gisement permien d'Asse (Fig.13). Comment les expliquez-vous ?

4.8. Le profil sismique d'une partie du bassin permien en Hollande, reporté en figure 14 (cf. Fig. 7b), illustre à grande échelle le comportement des formations salifères par rapport aux formations anté-salifères et post-salifères. Résumez l'histoire géologique du secteur depuis la fin de l'orogénèse hercynienne jusqu'aux dépôts tertiaires. Justifiez vos réponses.



**Figure 13.** Coupe de la mine d'Asse en Basse-Saxe, Allemagne (cf. Fig. 7b). La nature et l'âge des différents niveaux rencontrés de 1 à 24 sont reportés dans le tableau 2. Les traits noirs sont des failles. Les rectangles et traits blancs représentent les puits et les zones exploitées dans le Permien salifère.



**Figure 14.** Coupe Nord-Sud obtenue par sismique réflexion, en Hollande (cf. Fig. 7b). La coupe illustre la structure interne du Zechstein salifère et celle des formations anté- et post-salifères. La formation Z3 est ici particulièrement riche en anhydrite associée à des carbonates et des argilites.

**Tableau 2.** Succession stratigraphique de la mine d'Asse.

Périodes	Lithostratigraphie		Lithologies	
		C	Chapeau du gisement avec mélange de roches (sels et encaissant)	
Trias supérieur	Keuper moyen	24	Marnes	
	Keuper inférieur	23	Marnes	
Trias moyen	Muschelkalk supérieur	22	Calcaires à Cératites	
		21	Calcaires à entroques	
	Muschelkalk moyen	20	Marnes supérieures	
		19	Marnes avec formations salifères	
		18	Marnes inférieures	
	Muschelkalk inférieur	17	Calcaire coquillier	
Trias inférieur	Buntsandstein supérieur	16	Grès	
		15	Anhydrite rouge	
		14	Sel gemme rouge	
	Buntsandstein moyen	13	Grès	
	Buntsandstein inférieur	12	Grès et calcaires oolithiques	
Permien	Zechstein	Z5b	11	Anhydrite prédominante et sel gemme
		Z5a	10	Sel gemme et anhydrite à la base
			9	Argiles et anhydrite
		Z4	8	Sel gemme
			7	Anhydrite
		Z3	6	Sel gemme
			5	Anhydrite et sédiments variés
		Z2	4	Sels de potasse et de magnésium
			3	Sels de potasse
			2	Niveau de transition avec différents sels, plus ou moins riches en Na et K
		1	Couche principale de sel gemme massif	

**5. LES RISQUES LIES A L'EXPLOITATION DU SEL (1,5 POINT).**

L'exploitation du sel peut être effectuée par sondages à partir de la surface : on injecte de l'eau à la base de la couche de sel, ce qui la dissout progressivement. Les saumures sont ensuite pompées pour en extraire le sel en surface. Cette technique engendre, selon les situations locales, des structures telle celle observée sur la figure 15.

5.1. Nommez et expliquez le mécanisme à l'origine d'une telle structure (cf. Fig. 15). Le schéma de la figure 16 vous présente une coupe géologique simplifiée caractéristique de l'état initial avant exploitation. La couche de sel est interstratifiée dans des roches sédimentaires variées. Effectuez deux schémas à partir de cet état initial, l'un illustrant un état intermédiaire et l'autre, l'état final montrant la structure reconnue en figure 15.

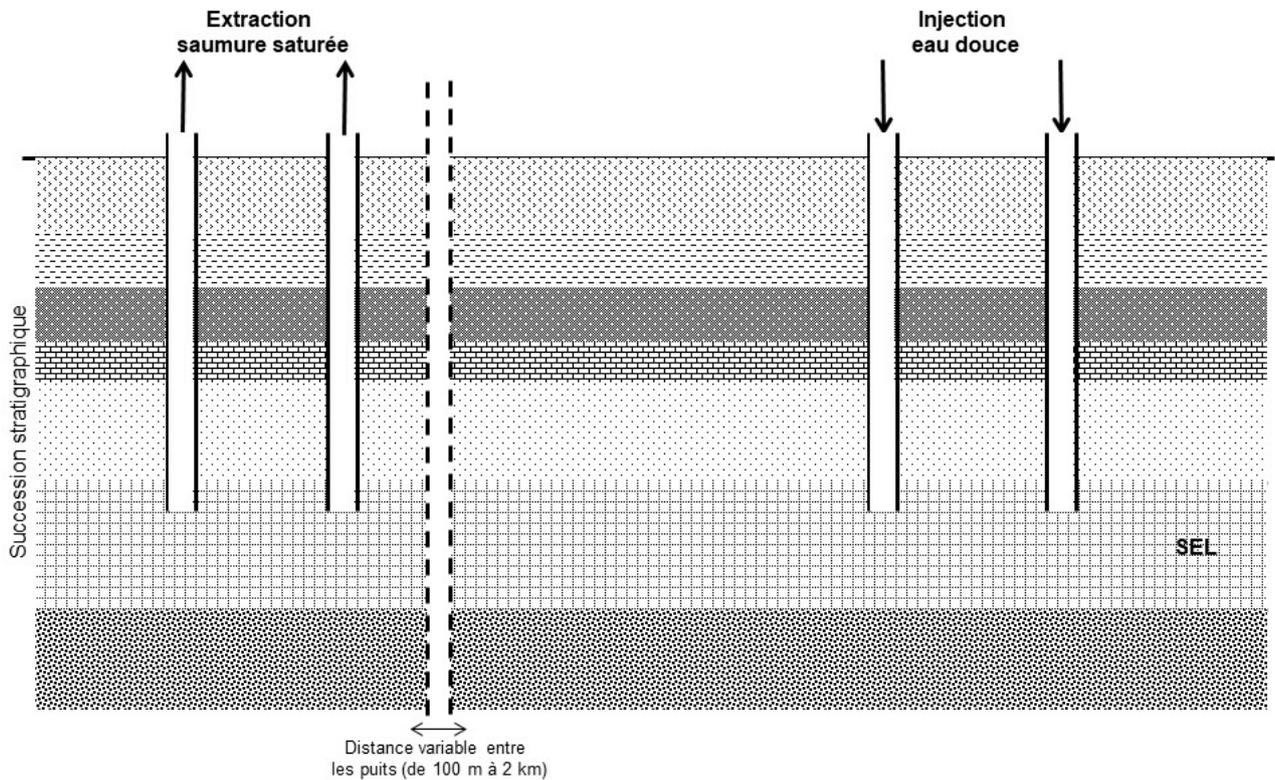
5.2. Après la fin de l'exploitation du sel gemme, la mine d'Asse a été utilisée comme site de stockage pour les déchets nucléaires. Des travaux sont entrepris actuellement pour extraire les fûts renfermant les déchets car de l'eau circule dans la mine. Quelle peut être la ou les cause(s) de ces arrivées d'eau ? Quelle est la conséquence de la présence d'eau sur la stabilité de la mine ?

**6. SYNTHÈSE : LE CYCLE DU POTASSIUM (1 POINT).**

On suivra le cheminement d'un ion potassium, initialement présent dans un granite A formé lors d'une orogénèse X, qui va se retrouver dans un autre granite B, formé lors d'une orogénèse X+1. Identifiez, dans le cycle du potassium, les minéraux et/ou les roches porteuses de ce potassium que vous placerez à l'intérieur du cercle (Fig. 17, à rendre). Reportez les principaux processus géologiques ayant conduit aux libérations et concentrations successives du potassium, à l'extérieur du cercle.



**Figure 15.** Structure liée à l'exploitation du sel par sondage.



**Figure 16.** Schéma explicatif de l'exploitation de sel par dissolution : état initial. (Schéma de principe sans échelle).

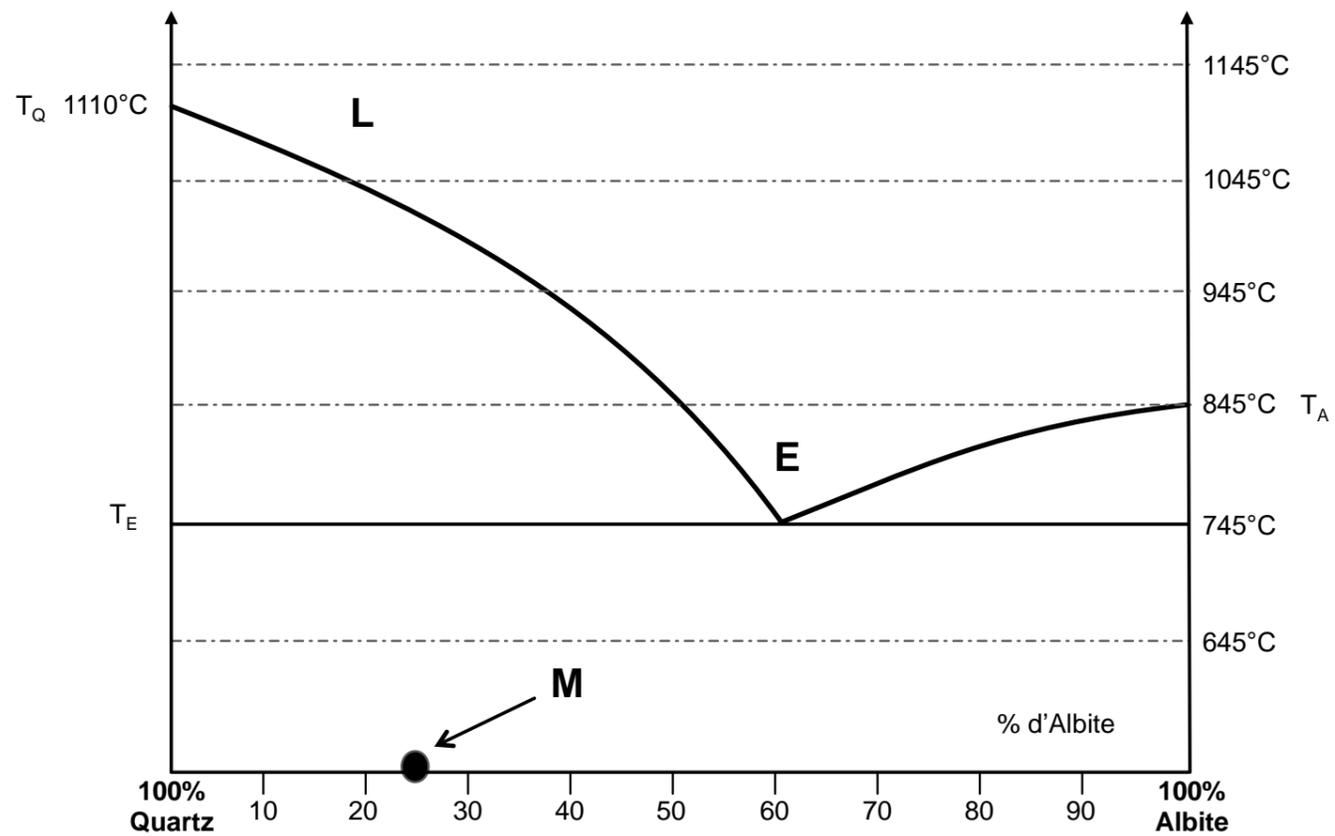


Figure 3. Diagramme de phase pour le système binaire quartz-albite.

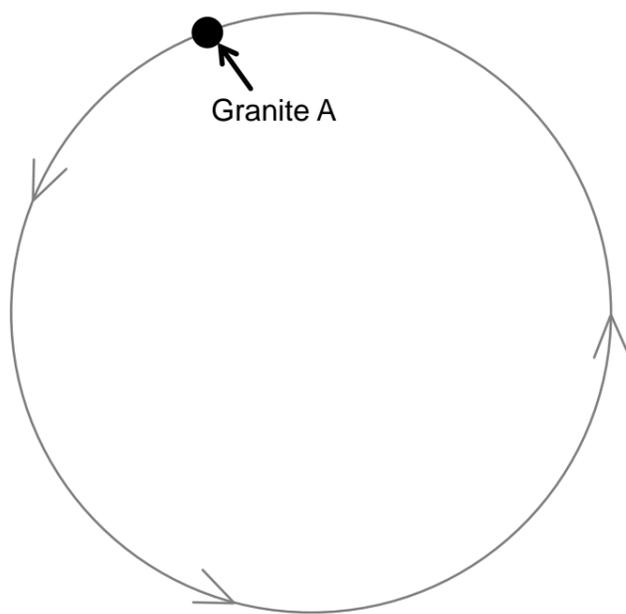


Figure 17. Cycle du potassium.

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :

Prénom(s) :

Numéro Inscription :  Né(e) le :  /  /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :  Section/Spécialité/Série :

Epreuve :  Matière :  Session :

- CONSIGNES**
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
  - Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
  - Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
  - Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
  - N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

**ANNEXE A RENDRE AVEC VOTRE COPIE SANS DECOUPAGE NI COLLAGE.  
UTILISER DES COULEURS VIVES ET CONTRASTEES.  
NE PAS UTILISER DE BLANC CORRECTEUR.**

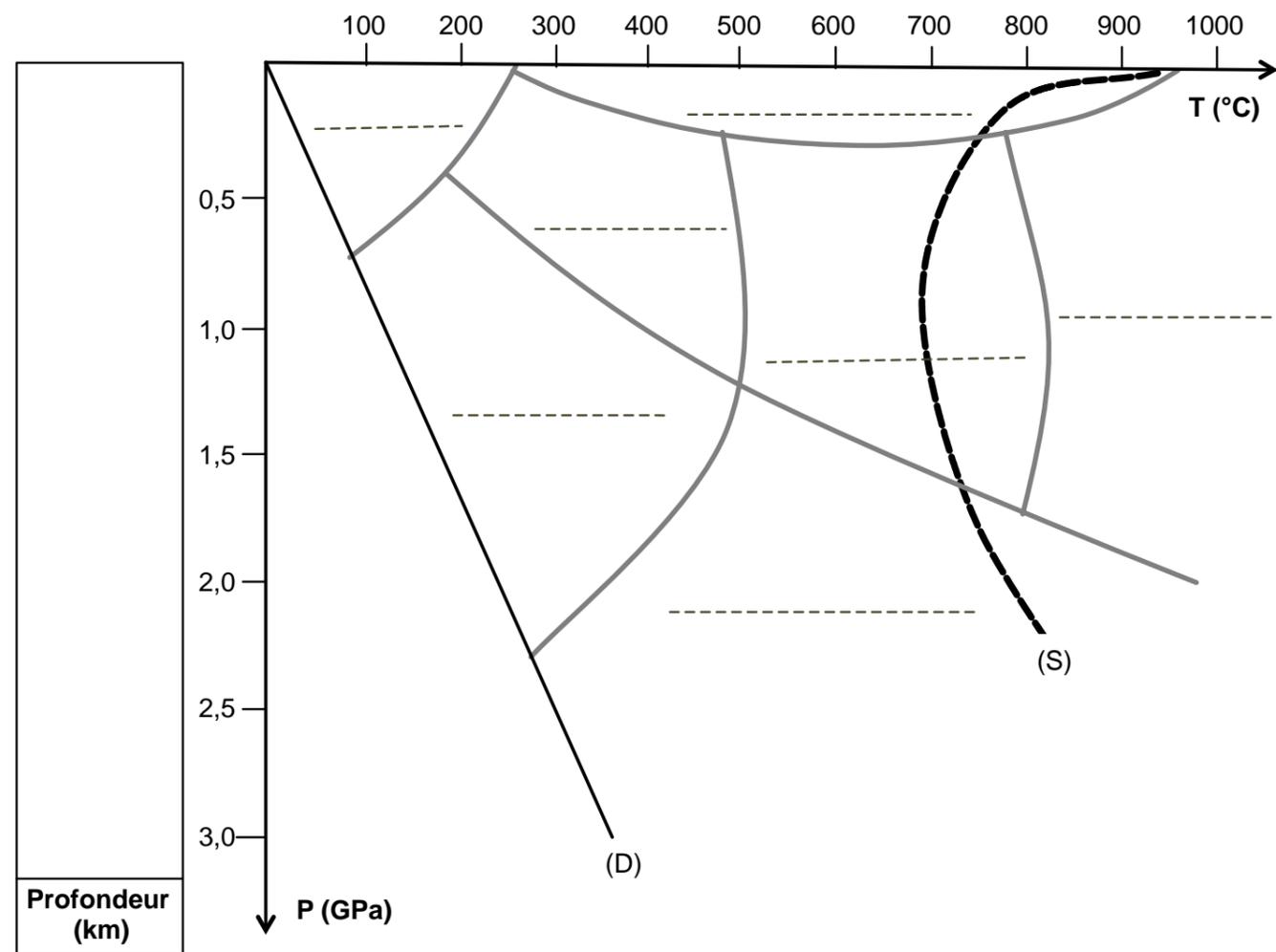


Figure 1. Grille des faciès métamorphiques dans un espace Pression-Température. Les principaux faciès métamorphiques sont séparés par des traits gris. Le trait noir en pointillé (S) représente le solidus d'un magma granitique saturé en eau.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

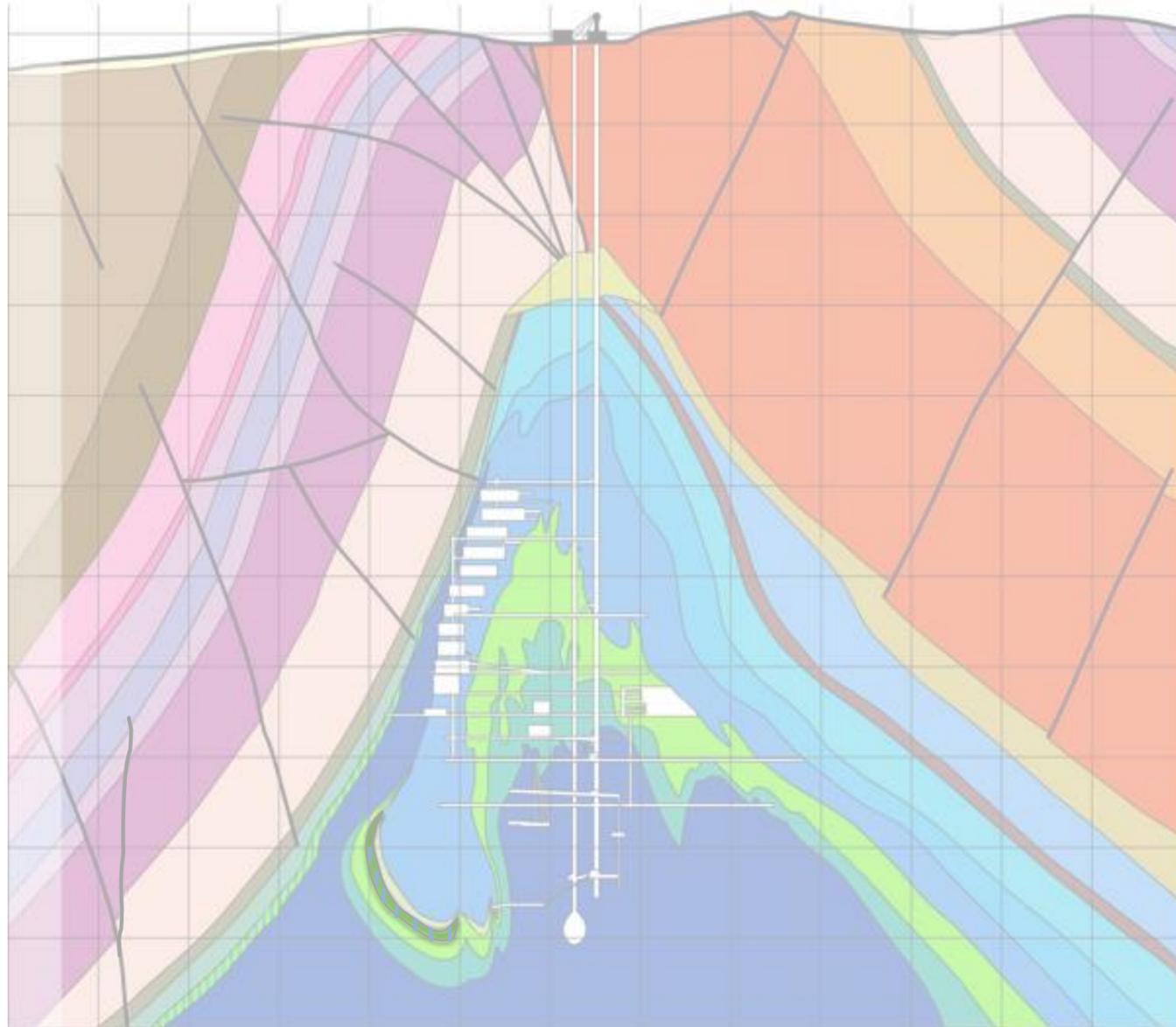
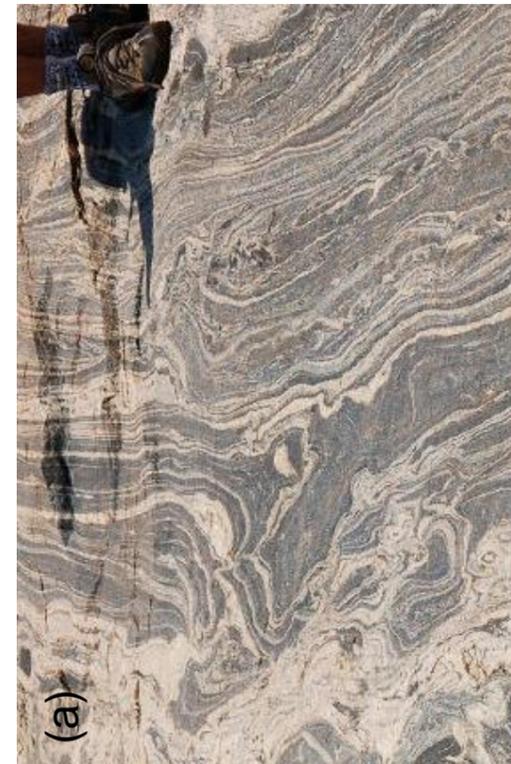


Figure 13. Coupe de la mine d'Asse en Basse-Saxe, Allemagne.



Nom : .....

Réponse question 1.4



Nom : .....

Réponse question 1.4

Figure 2. Affleurements (a et b) situés dans une chaîne de montagnes hercynienne.

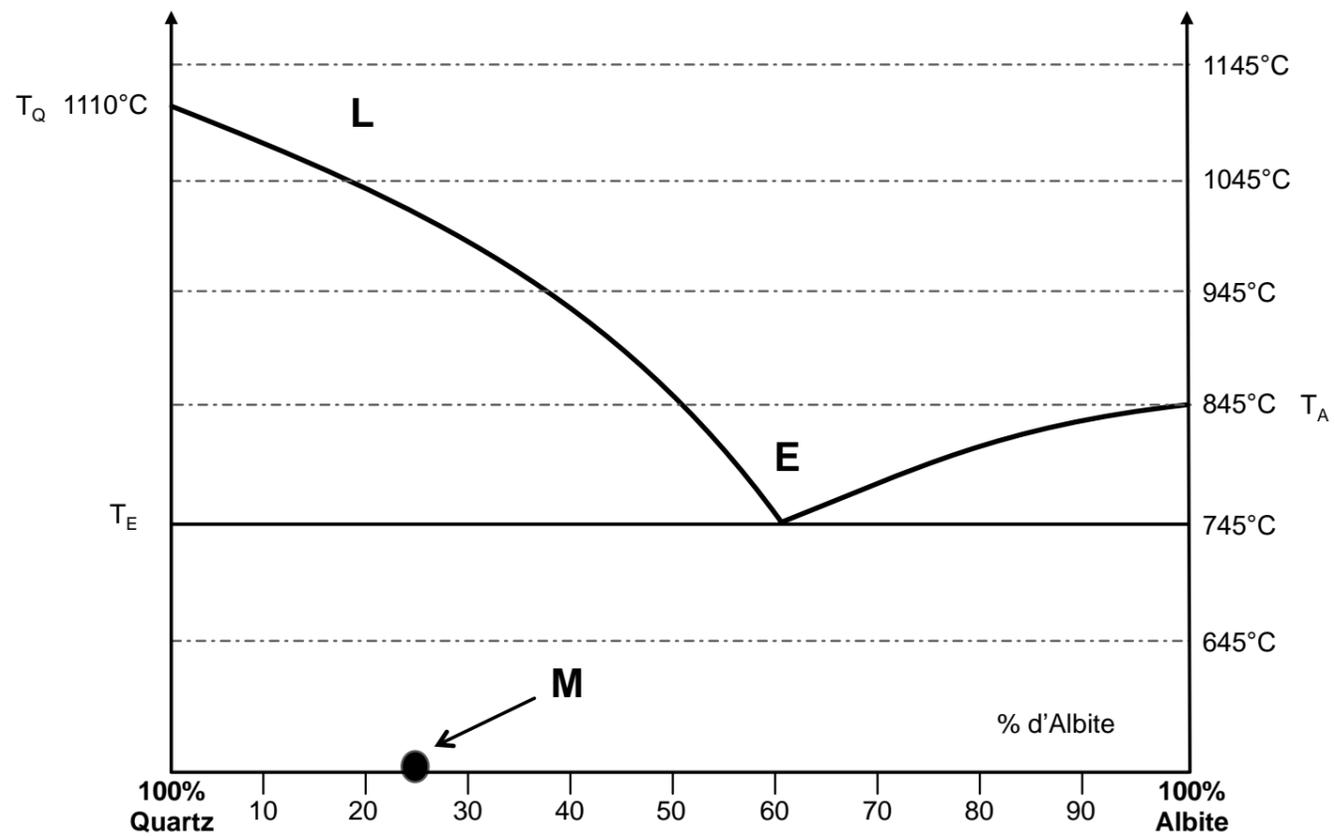


Figure 3. Diagramme de phase pour le système binaire quartz-albite.

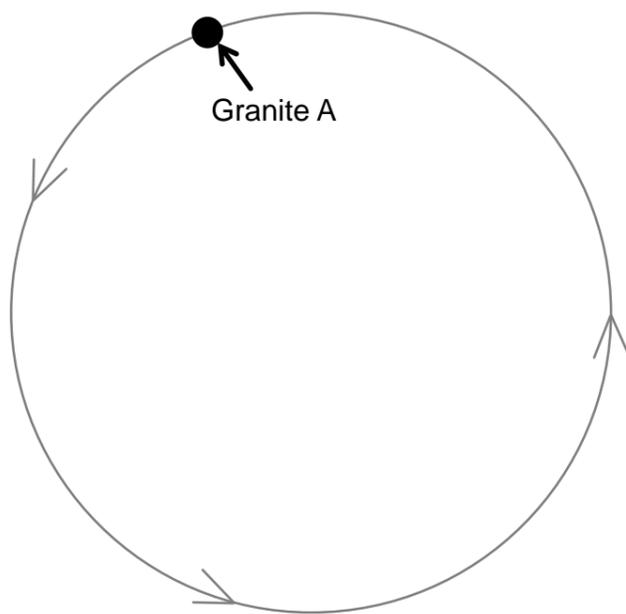


Figure 17. Cycle du potassium.

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :

Prénom(s) :

Numéro Inscription :  Né(e) le :  /  /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen :  Section/Spécialité/Série :

Epreuve :  Matière :  Session :

- CONSIGNES**
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
  - Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
  - Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
  - Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
  - N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

**ANNEXE A RENDRE AVEC VOTRE COPIE SANS DECOUPAGE NI COLLAGE.  
UTILISER DES COULEURS VIVES ET CONTRASTEES.  
NE PAS UTILISER DE BLANC CORRECTEUR.**

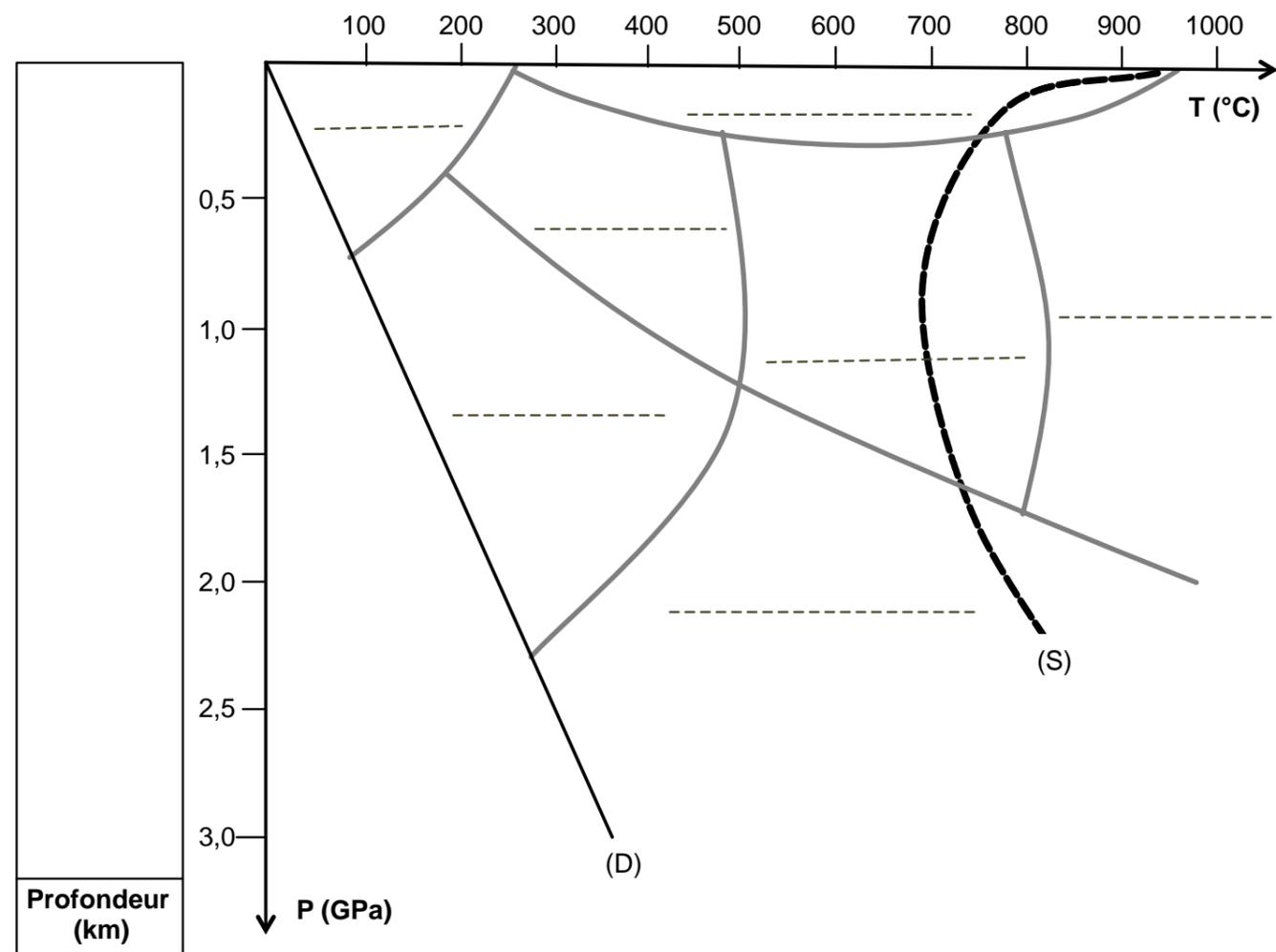


Figure 1. Grille des faciès métamorphiques dans un espace Pression-Température. Les principaux faciès métamorphiques sont séparés par des traits gris. Le trait noir en pointillé (S) représente le solidus d'un magma granitique saturé en eau.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

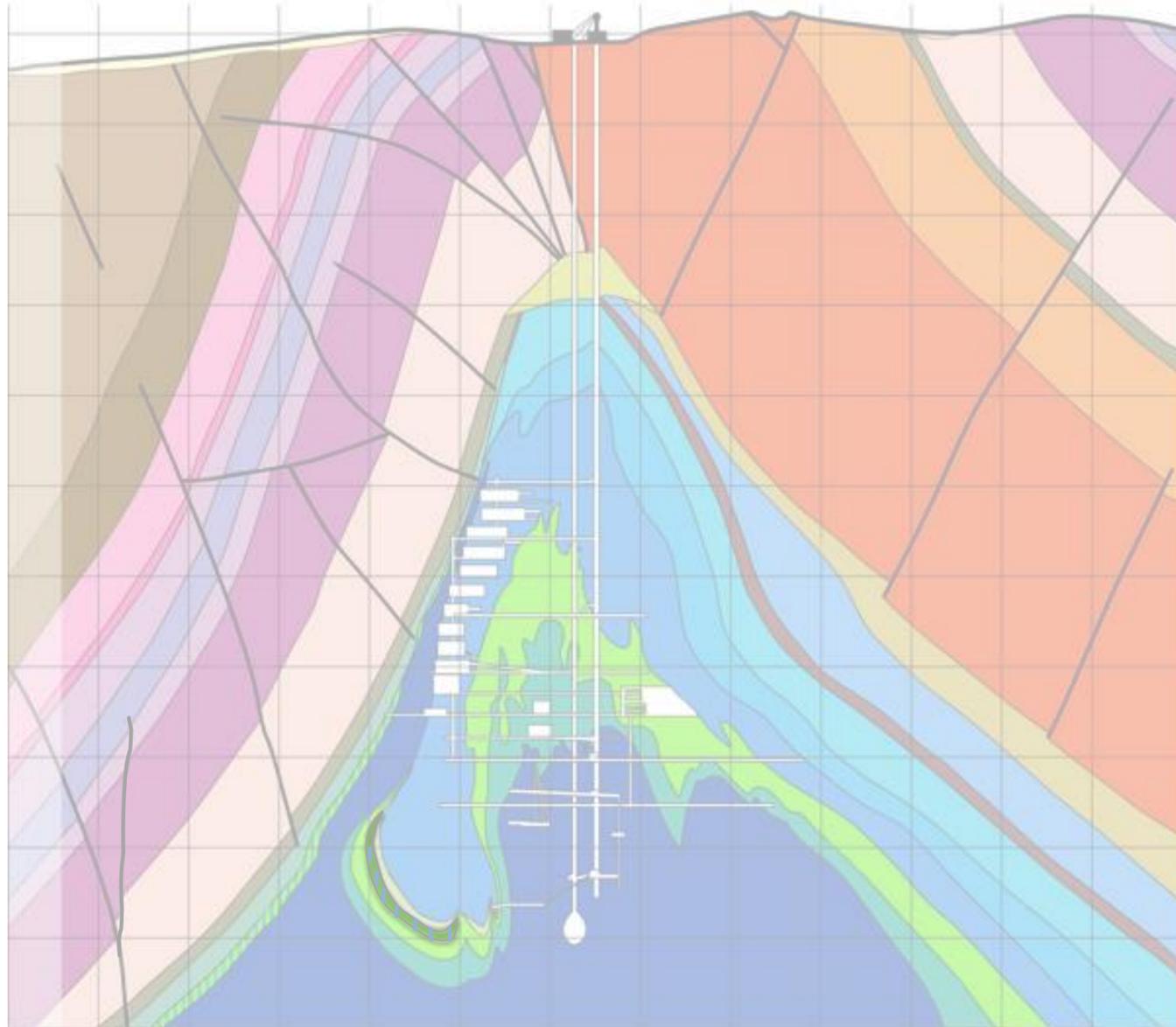


Figure 13. Coupe de la mine d'Asse en Basse-Saxe, Allemagne.



Nom : .....

Réponse question 1.4



Nom : .....

Réponse question 1.4

Figure 2. Affleurements (a et b) situés dans une chaîne de montagnes hercynienne.

CONCOURS G2E

**GÉOLOGIE**

Durée : 3 heures

---

Les calculatrices programmables et alphanumériques sont interdites. Les téléphones portables, "smartphones" et tout autre objet connecté doivent être éteints au cours de l'épreuve et ne doivent en aucun cas être utilisés même à titre de montre.

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.

La rédaction se fera uniquement à l'encre bleue ou noire et l'utilisation du blanc correcteur et effaceur est interdite. Les découpages et collages sur la copie sont interdits.

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

---

**Le cycle du potassium : du granite au sel !**

**Page 8 : erreur sur Figure 11 b**

Dans la légende avec les âges (en Ma), à gauche de la figure, il y a une erreur. Du haut vers le bas, on a des nombres croissants en âge, compris entre les bornes 25 et 125 Ma. Or, on peut lire deux fois la valeur '115' ! Il faut remplacer 115 par 105, dans l'intervalle entre 100 et 108 Ma.