

## DM GEOSCIENCES n°1 pour le 9/11/2015

### Exercice n°1 : Etude de roches : durée conseillée 35 minutes.

A. Une roche est entièrement cristallisée ; elle est composée de 3 minéraux A, B et C dans les proportions massiques de 30, 50 et 20% respectivement. La composition chimique (en % en masse d'éléments chimiques) des minéraux A, B et C est donnée dans le tableau ci-dessous.

	O	Si	Mg	Fe	Al	K	Na	H
Minéral A	53,3	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Minéral B	47,4	31,1	0,0	0,0	10,0	7,2	4,3	0,0
Minéral C	40,1	17,5	5,0	23,3	5,6	8,1	0,0	0,4
Masse molaire	16	28	24	56	27	39	23	1

1°) Définir les termes de minéral et de roche.

2°) Donner la composition chimique de la roche (sous forme d'un tableau). Calculer la teneur en silice de cette roche.

3°) En utilisant les masses molaires, déterminer la formule chimique des trois minéraux. On supposera un nombre entier d'atomes de silicium dans la formule du minéral A et d'aluminium dans celles des minéraux B et C.

4°) Proposer un nom pour chacun des minéraux A, B et C. Justifier votre proposition en une phrase.

5°) En supposant qu'il s'agisse d'une roche magmatique, nommer cette roche. Citer un endroit (le plus précisément possible) où pourrait affleurer cette roche en France métropolitaine et préciser le mode de gisement de l'exemple choisi.

B. Dans la Sierra Nevada (Californie), une roche R a été prélevée dans le pluton de Dinkey Creek. Le tableau suivant donne sa composition minéralogique modale :

**TABLEAU : COMPOSITION DE LA ROCHE R :**

Minéraux	Quantité (%)
Quartz	27,1
Feldspaths alcalins	13,9
Feldspaths plagioclases	40,2
Micas	12,1
Amphiboles	4,4
Autres	2,3

Identifier la roche R d'après sa composition modale en utilisant le diagramme de Streckeisen.



## Exercice n°2 : Etude d'une association magmatique.

*Durée conseillée : 25 minutes.*

Diverses roches volcaniques échantillonnées dans l'Oregon (USA) ont été ramenées au laboratoire où leurs compositions chimiques ont été établies. Celles-ci sont exprimées dans le tableau ci-dessous :

Localisation		Chaîne volcanique des Hautes Cascades, Oregon (USA)		
Roches		1	2	3
Oxydes	SiO <sub>2</sub>	51,70	60,40	73,00
	TiO <sub>2</sub>	1,20	0,90	0,30
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,50	17,50	14,20
	FeO	9,50	6,40	2,40
	MnO	0,20	0,10	0,0
	MgO	6,20	2,80	0,50
	CaO	9,00	6,20	1,70
	Na <sub>2</sub> O	3,70	4,30	4,60
	K <sub>2</sub> O	0,80	1,20	3,10
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,30	0,20	0,10
	H <sub>2</sub> O	--	--	--

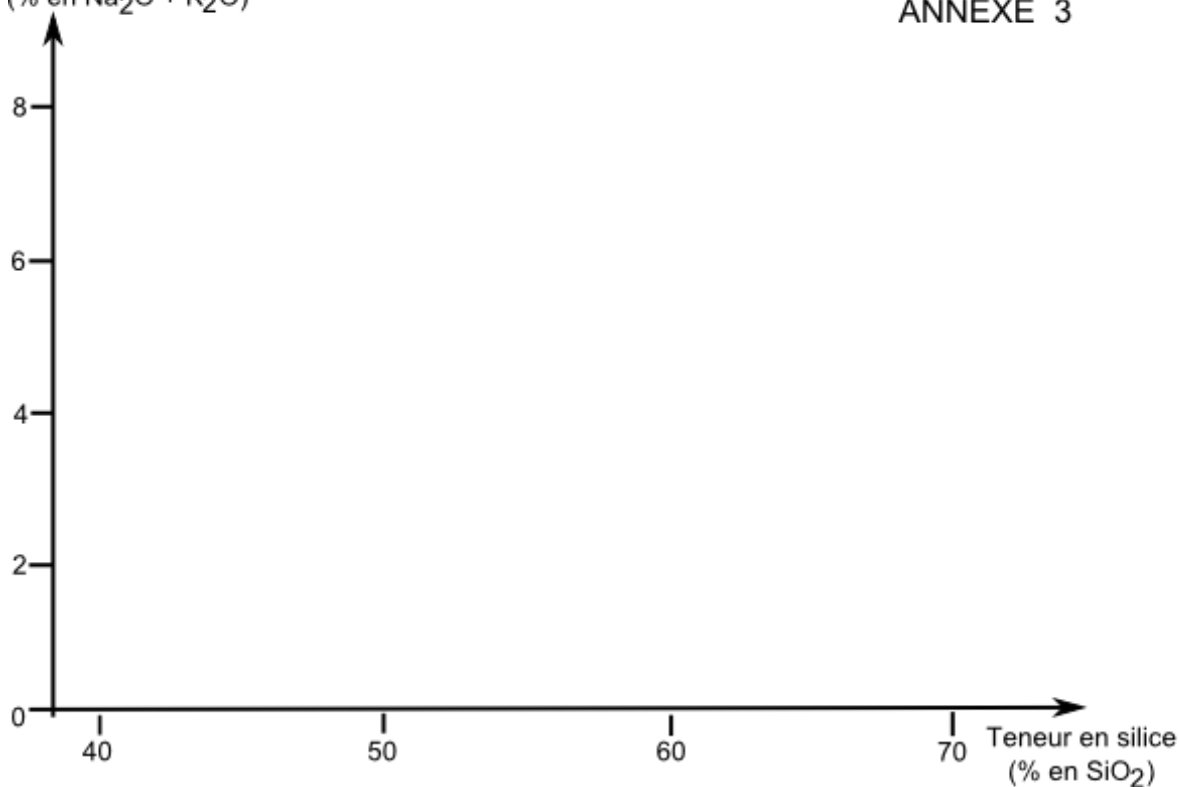
1°) **Replacer ces roches dans les diagrammes**  $\%(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  en fonction du  $\%(\text{SiO}_2)$  et A.F.M. dont les axes normés sont fournis sur la page suivante.

2°) A l'aide de vos connaissances, **proposer une interprétation argumentée** des deux diagrammes ainsi complétés.

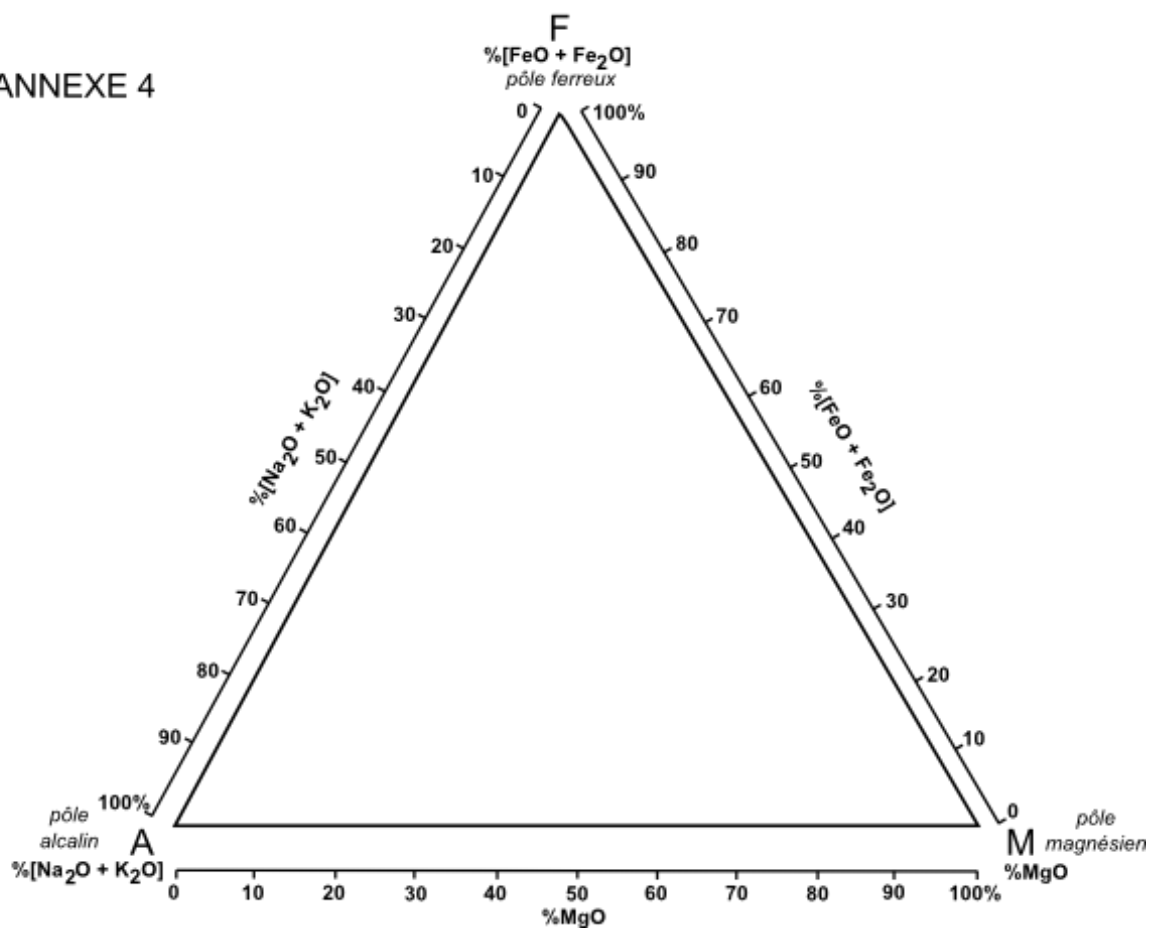
Votre commentaire n'excédera pas une vingtaine de lignes.

Teneur en alcalins  
(% en  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ )

ANNEXE 3



ANNEXE 4



## Exercice n°3 : Le fossé rhénan

*Durée conseillée : 45 minutes.*

### A. Caractérisation de la zone rhénane

A l'aide des seules données des figures 3, 4, 6, 7 et 8, caractérisez au mieux la structure de ce fossé, et proposez un scénario expliquant les caractéristiques de son remplissage sédimentaire.

*Aide à résolution*

Les traits de couleur figurés sur le profil sismique de la figure 8 indiquent des niveaux stratigraphiques isochrones.

A partir de la série stratigraphique de la figure 7, interprétez le profil sismique réflexion (figure 8) en surlignant le (ou les) accident(s) tectonique(s) et les réflecteurs délimitant les horizons stratigraphiques repérés sur les bordures droite et gauche du profil.

Précisez les caractéristiques de (ou des) accident (s) tectonique (s) identifié(s).

Comparez les colonnes stratigraphiques des figures 3 et 7 ; cela doit vous permettre de mettre en évidence quelques particularités du remplissage sédimentaire du fossé par rapport au comblement du Bassin parisien alors que ces deux secteurs sont géographiquement voisins.

Le document suivant est une interprétation d'un profil sismique réalisé dans la région du fossé rhénan.

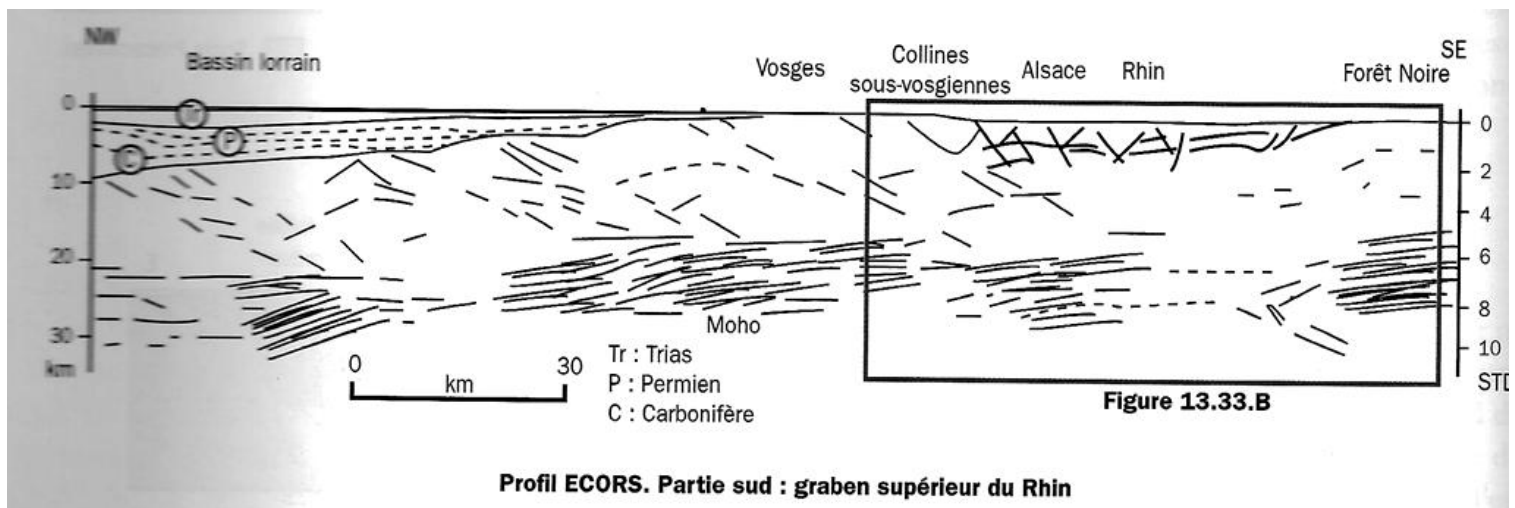


Figure 2 : Interprétation dessinée du profil sud du graben du Rhin (d'après Brun 1991, Roure IFP)

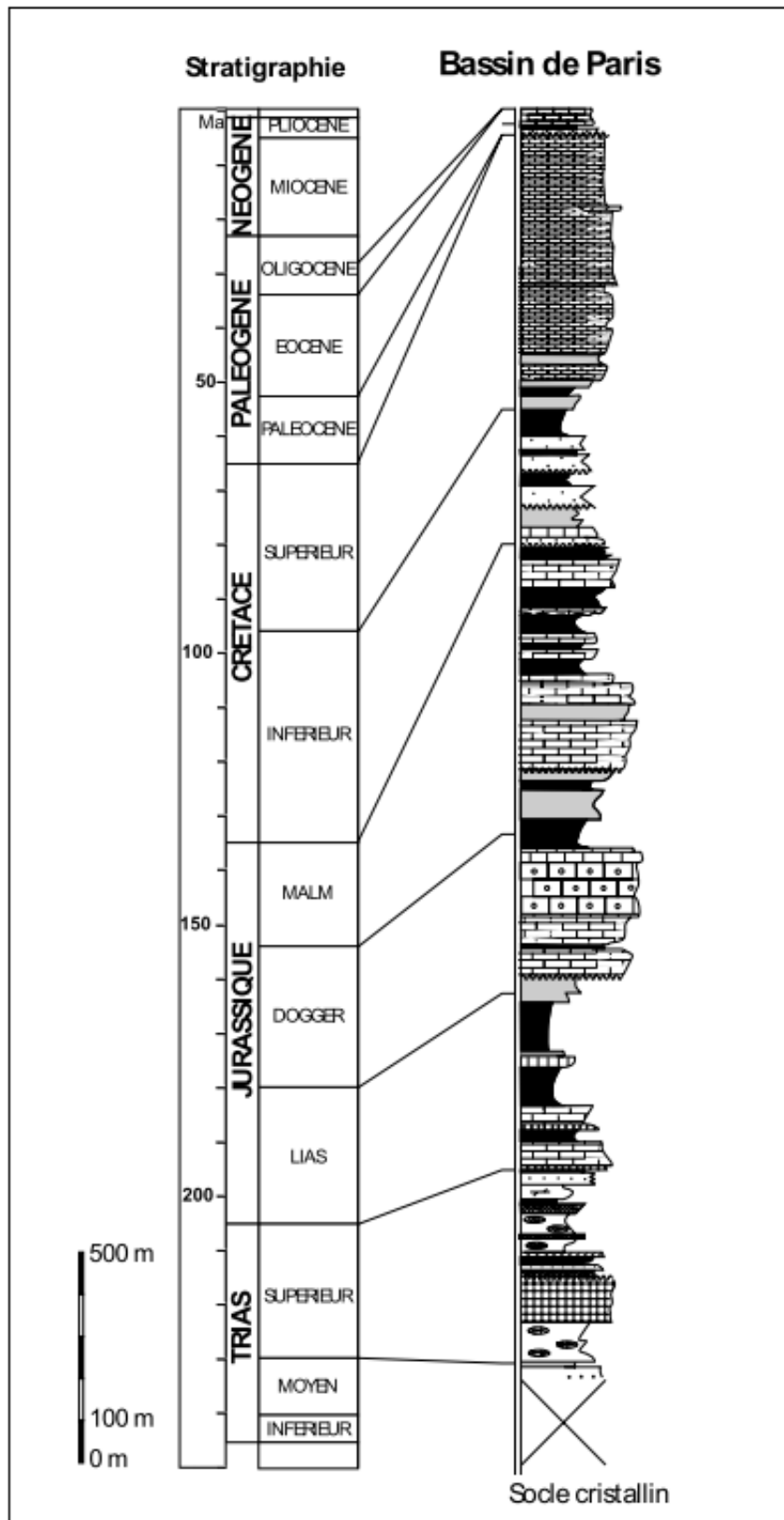


Figure 3 : Série stratigraphique de la région parisienne.



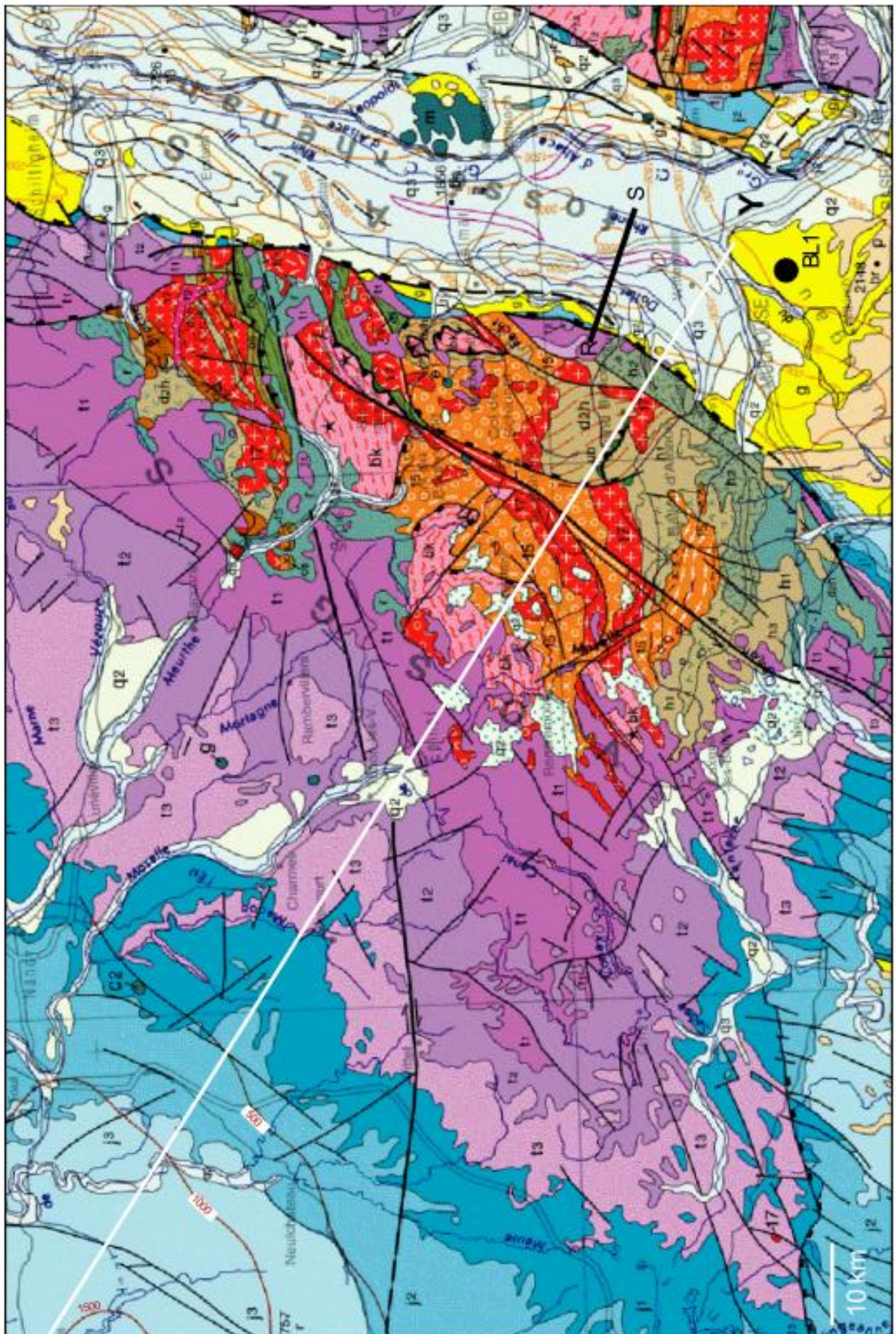


Figure 4: Carte géologique de la région Lorraine-Vosges-Alsace. Le profil régional X-Y de la figure 1, à étudier, est tracé en blanc. Le profil sismique R-S est tracé en noir. Le forage BL1 est indiqué par une pastille noire. La légende est détaillée en figure 7 (source : BRGM).



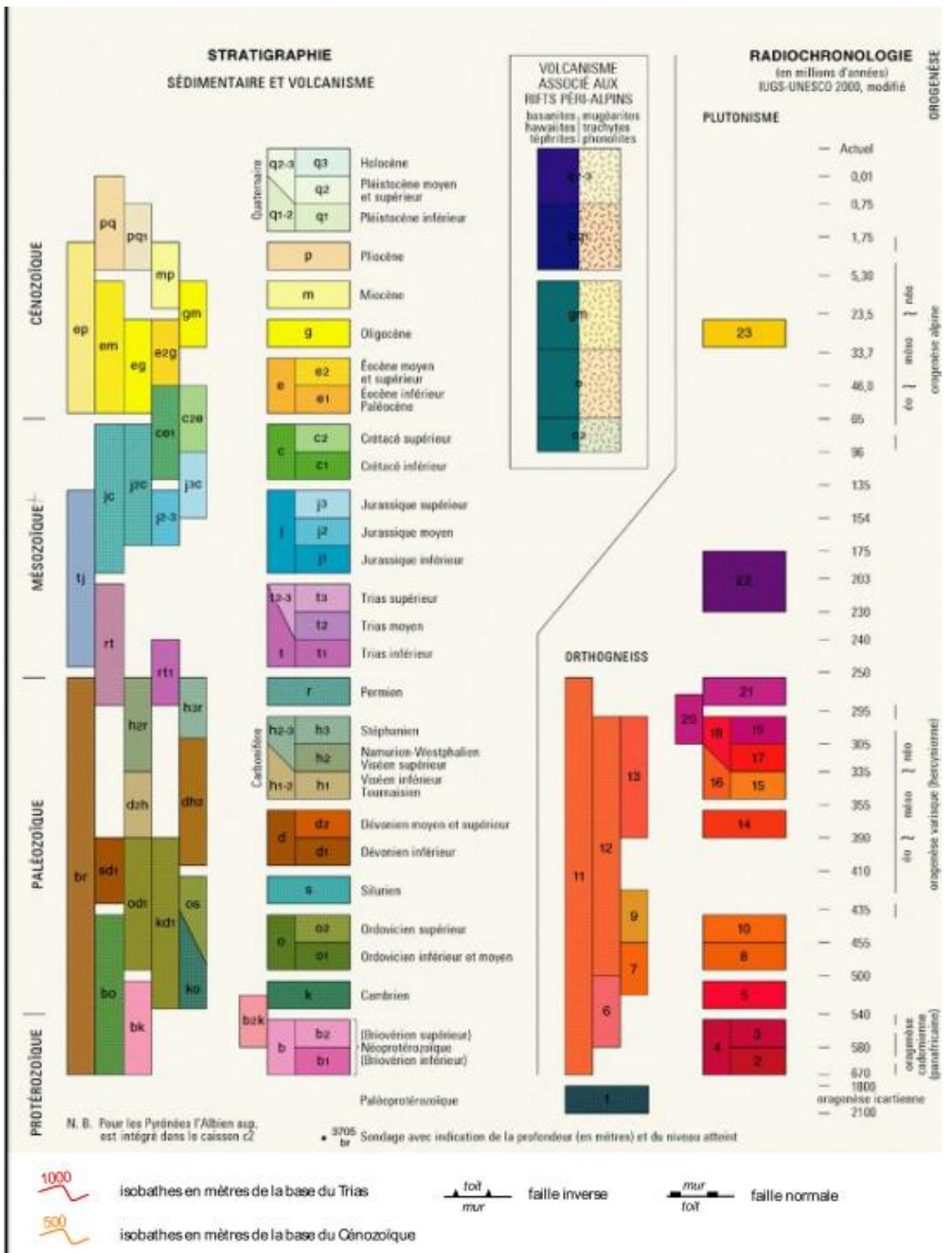


Figure 6 : Légende des cartes géologiques (figures 4, 5). Attention aux isobathes orange, en Alsace, qui correspondent à la base du Cénozoïque. Ceux en rouge correspondent à la base du Trias (source : BRGM).



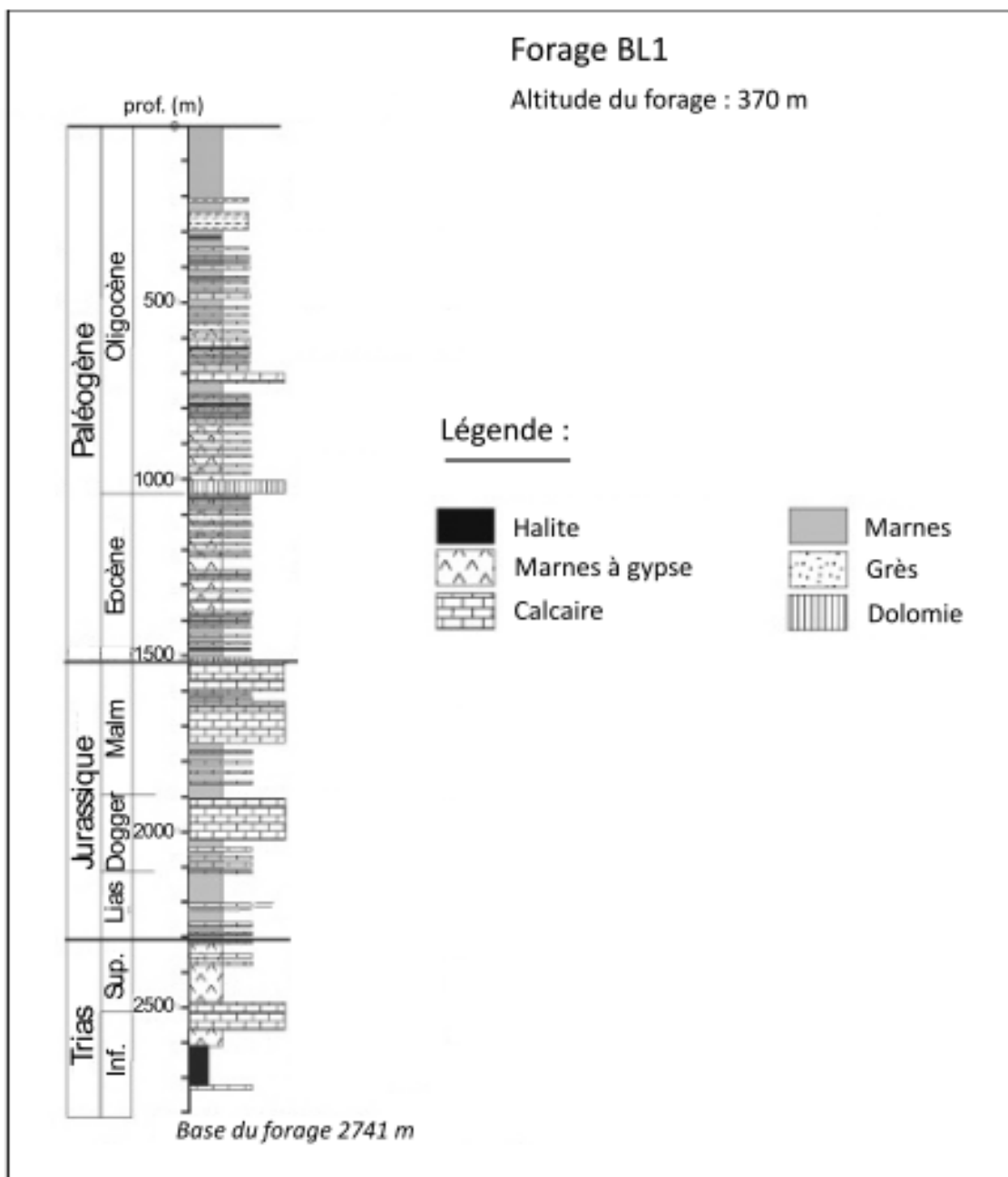


Figure 7: Coupe stratigraphique dans le Fossé rhénan. L'emplacement du forage BL1 est donné figure 4 (d'après Ford *et al.*, 2007).

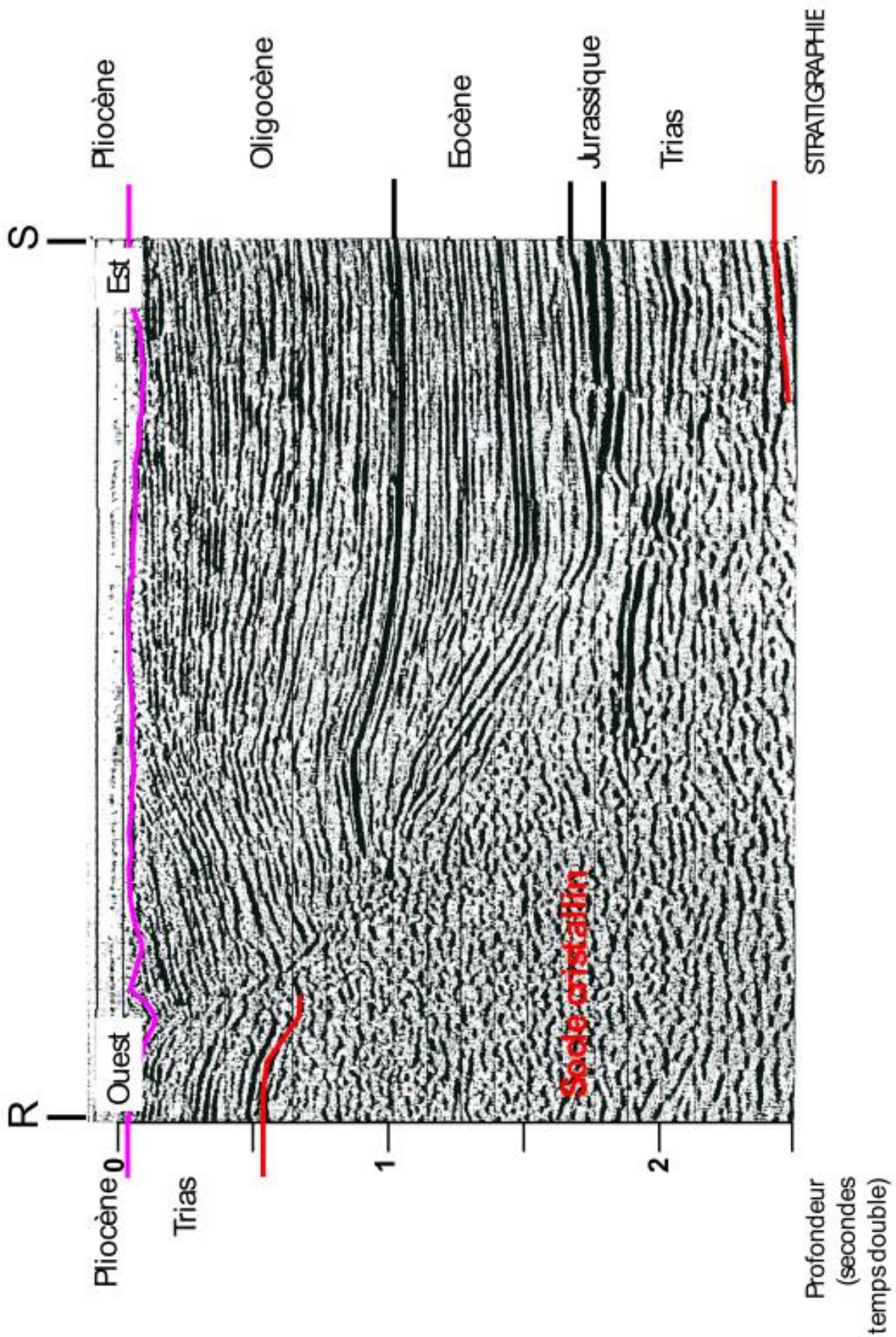


Figure 8 : Profil sismique réflexion réalisé en Alsace. Le profil R-S est tracé figure 4(d'après Nivière, 1998).

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

*A l'aide de vos connaissances et des documents proposés, formulez une hypothèse permettant de rendre compte de la formation de chacun de ces gisements dans le cadre de l'évolution géologique de cette région.*

*s seules données des figures 2, 3, 4, 6, 7 et 8, caractérisez au mieux la structure de ce fossé, et proposez un scénario expliquant les caractéristiques de son remplissage sédimentaire. (30mn)*

*Aide à résolution*

*Les traits de couleur figurés sur le profil sismique de la figure 8 indiquent des niveaux stratigraphiques isochrones.*

*A partir de la série stratigraphique de la figure 7, interprétez le profil sismique réflexion (figure 8) en surlignant le (ou les) accident(s) tectonique(s) et les réflecteurs délimitant les horizons stratigraphiques repérés sur les bordures droite et gauche du profil.*

*Précisez les caractéristiques de (ou des) accident (s) tectonique (s) identifié(s).*

*Comparez les colonnes stratigraphiques des figures 3 et 7 ; cela doit vous permettre de mettre en évidence quelques particularités du remplissage sédimentaire du fossé par rapport au comblement du Bassin parisien alors que ces deux secteurs sont géographiquement voisins.*

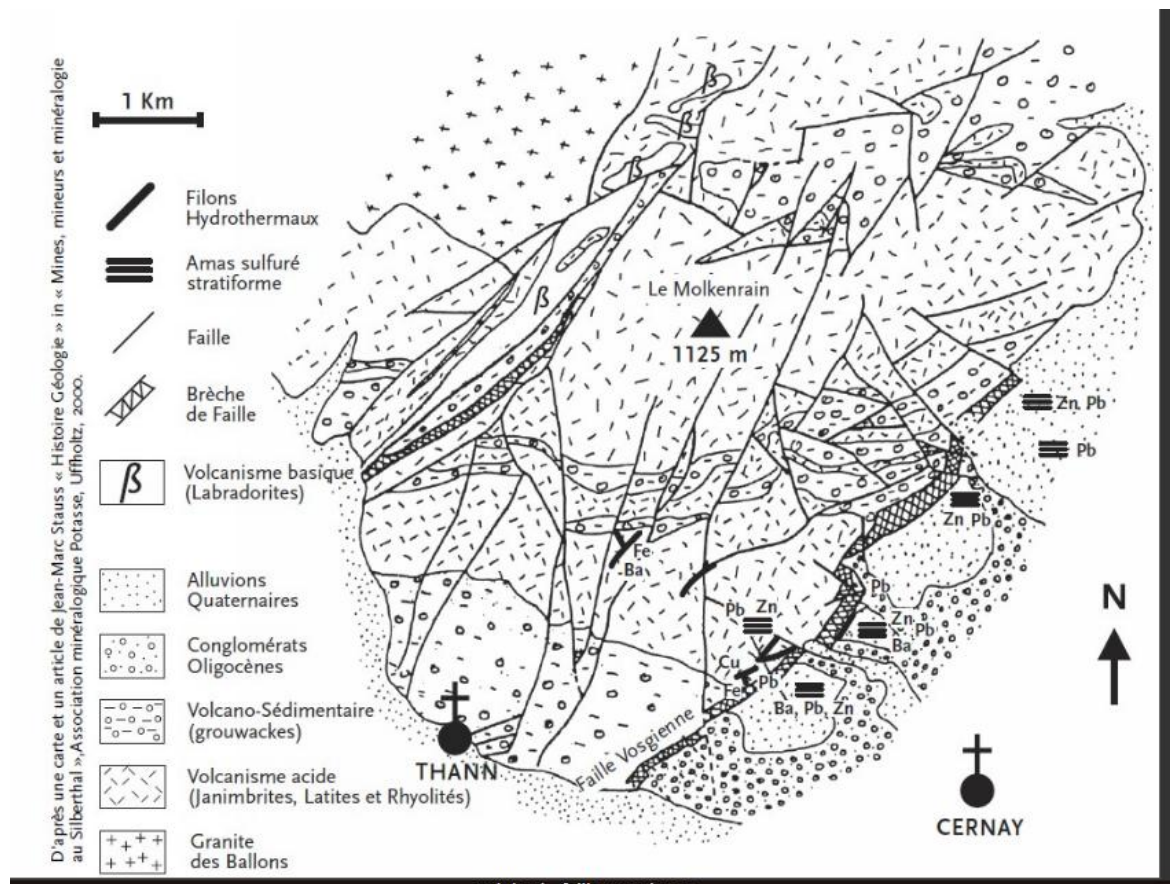
## B. Etude des gisements

Dans la région de Mulhouse, deux types de ressources naturelles ont été exploitées : de la potasse et des gisements filoniens de Pb, Zn, Ag.

Les gisements métallifères :

Ils sont de type filonien et l'organisation des cristaux fait penser à la précipitation de fluides hydrothermaux. L'âge de leur formation semble être voisine de 30 Ma.

On note cependant que le socle varisque de ce secteur présente bien souvent des teneurs en ces métaux déjà largement supérieures à leur claque crustal notamment le long d'accidents faillés orientés NE-SO qui datent de l'orogénèse varisque.



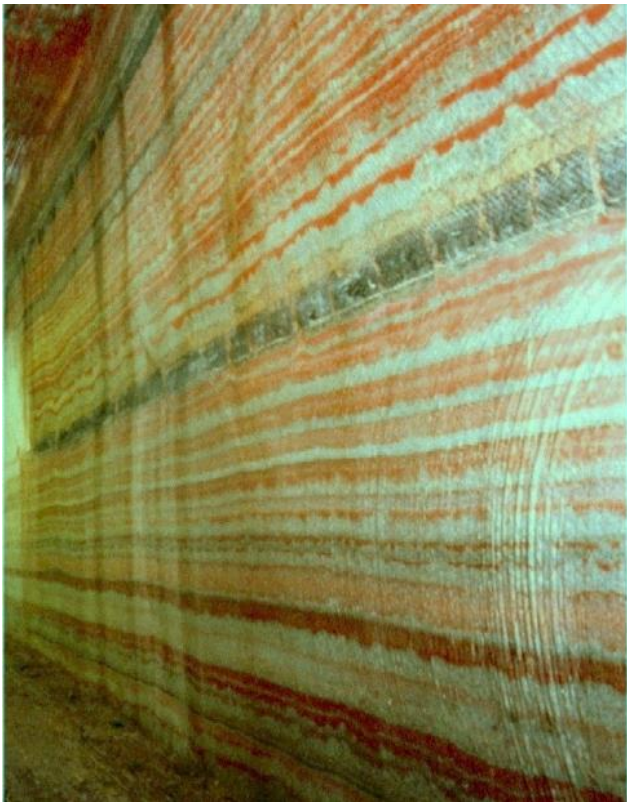
Carte géologique simplifiée de la zone du Molkenrain : les roches volcaniques répertoriées ont été datées de l'ère paléozoïque.



Les gisements de potasse :

Mot d'origine néerlandaise (potasch) qui signifie « cendre du pot » et désigne le carbonate de potassium que l'on obtenait à partir des cendres de bois : on faisait lentement couler de l'eau sur des cendres de bois brûlé puis la solution obtenue était mise à bouillir dans des grands pots jusqu'au dépôt d'un solide blanc que l'on utilisait comme engrais. Par un glissement de sens, on appelle « potasse » la potasse caustique (KOH) puis les sels de potassium des engrais (essentiellement le chlorure de potassium KCl) et enfin les minerais qui contiennent des sels de potassium.

Couvrant une superficie de 203 km<sup>2</sup>, à des profondeurs allant de 450m à 1150m, il est constitué de deux couches distantes d'environ 20m, d'un minerai de sylvinite (sylvine KCl + halite NaCl) contenant 25% de chlorure de potassium KCl, 60% de chlorure de sodium NaCl et 15% d'insolubles (marnes et anhydrite). Ces deux couches d'épaisseur comprise entre 1 et 5m (photo 2) font partie d'un dépôt salifère de plus de 1500m d'épaisseur comprenant des alternances de bancs de sel gemme, de marnes et d'anhydrite. Les couches de potasse sont situées à 30m de la base de la zone salifère supérieure (Rupélien – Oligocène inférieur).



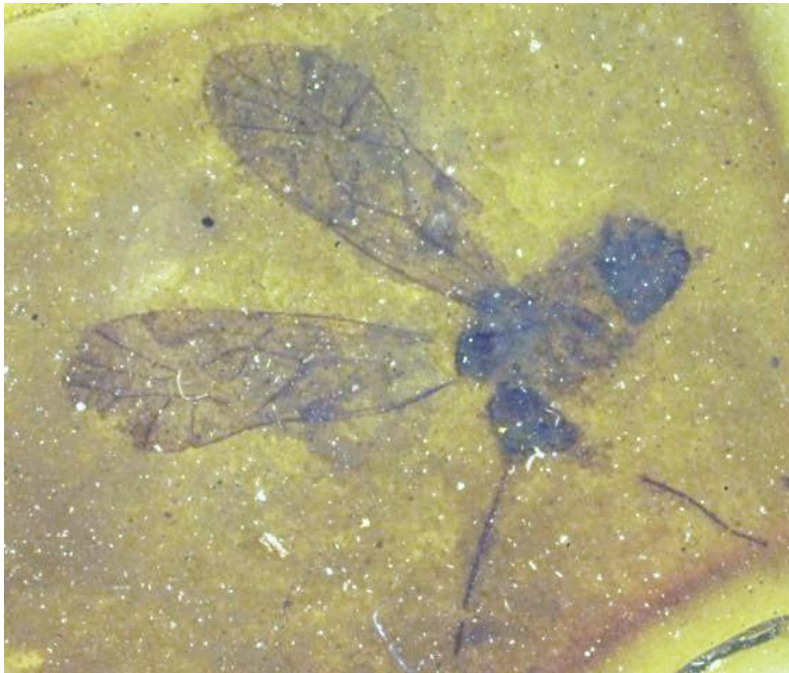
Gisement de potasse : front de taille.

La couche supérieure est formée de gros cristaux de sylvine (KCl), rose pâle assez irréguliers avec des cristaux blancs à gris de halite (NaCl). Sa puissance moyenne est de 1,24m.

La couche inférieure, beaucoup plus épaisse (jusqu'à 5,65m) contient une succession régulière de sillons de quelques centimètres chacun, alternance d'insolubles gris (marnes, dolomie, anhydrite), de halite blanche et de sylvine rose saumon. La couleur rose des cristaux de sylvine est due à une mince pellicule d'oligiste (oxydes de fer) qui se dépose sur les cristaux en formation. Plus les cristaux sont petits, plus la couleur rose est intense, (le KCl pur cristallise en cubes transparents comme le sel NaCl). Le toit de la couche inférieure est formé, par endroits, d'un peu de carnallite (KCl, MgCl<sub>2</sub>, 6H<sub>2</sub>O).

Les fossiles sont exceptionnels dans de tels gisements. Toutefois, une faune particulièrement bien conservée a été découverte dans une couche marneuse d'un des sillons potassiques de la couche

inférieure de potasse (entre les niveaux B2 et C). Elle est principalement représentée par les insectes dont on a retrouvé 737 exemplaires, surtout des hémiptères, des hyménoptères et des diptères.



Fossile de diptère

Dans le gisement de la région de Mulhouse, sur 1500m d'épaisseur, on distingue des alternances de dépôts évaporitiques. Cette importante formation est divisée en 3 zones salifères ( inférieure, moyenne et supérieure). Les deux couches de sylvinite se sont déposées à la base de la zone salifère supérieure, au début du Rupélien, autour de 32 millions d'années. La nature marine ou continentale des saumures à l'origine de ce gisement est très controversée mais aujourd'hui les arguments en faveur d'une formation continentale semblent dominer avec l'idée de paléoenvironnements d'eau douce à saumâtre.

L'évaporation de l'eau de mer entraîne la précipitation d'une séquence spécifique de minéraux évaporites : au fur et à mesure que les sels se concentrent, le calcaire précipite puis à 74% d'évaporation, le gypse  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ensuite, à 91% le sel halite  $\text{NaCl}$  et enfin à 98% on obtient une cristallisation ultime des sels de potassium et magnésium sous forme de carnallite ( $\text{KCl}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). En fonction de la salinité et des variations de température, c'est l'un ou l'autre minéral ( $\text{NaCl}$  ou  $\text{KCl}$ ) de la séquence qui précipite. Les sels de potassium sont les plus rares car leur précipitation demande des conditions extrêmes de concentration de la saumure. A salinité égale, la température semble jouer un rôle dans la précipitation de la potasse car le  $\text{KCl}$  est très soluble à chaud et beaucoup moins à froid.

**Proposez un scénario intégrant la formation de ces gisements durant l'évolution de la région sud vosgienne et rhénane durant le Tertiaire.**

**Citez un endroit qui présente actuellement des caractéristiques similaires à la géodynamique de la région de Mulhouse durant le Paléogène (Eocène + Oligocène) ; justifiez votre réponse.**

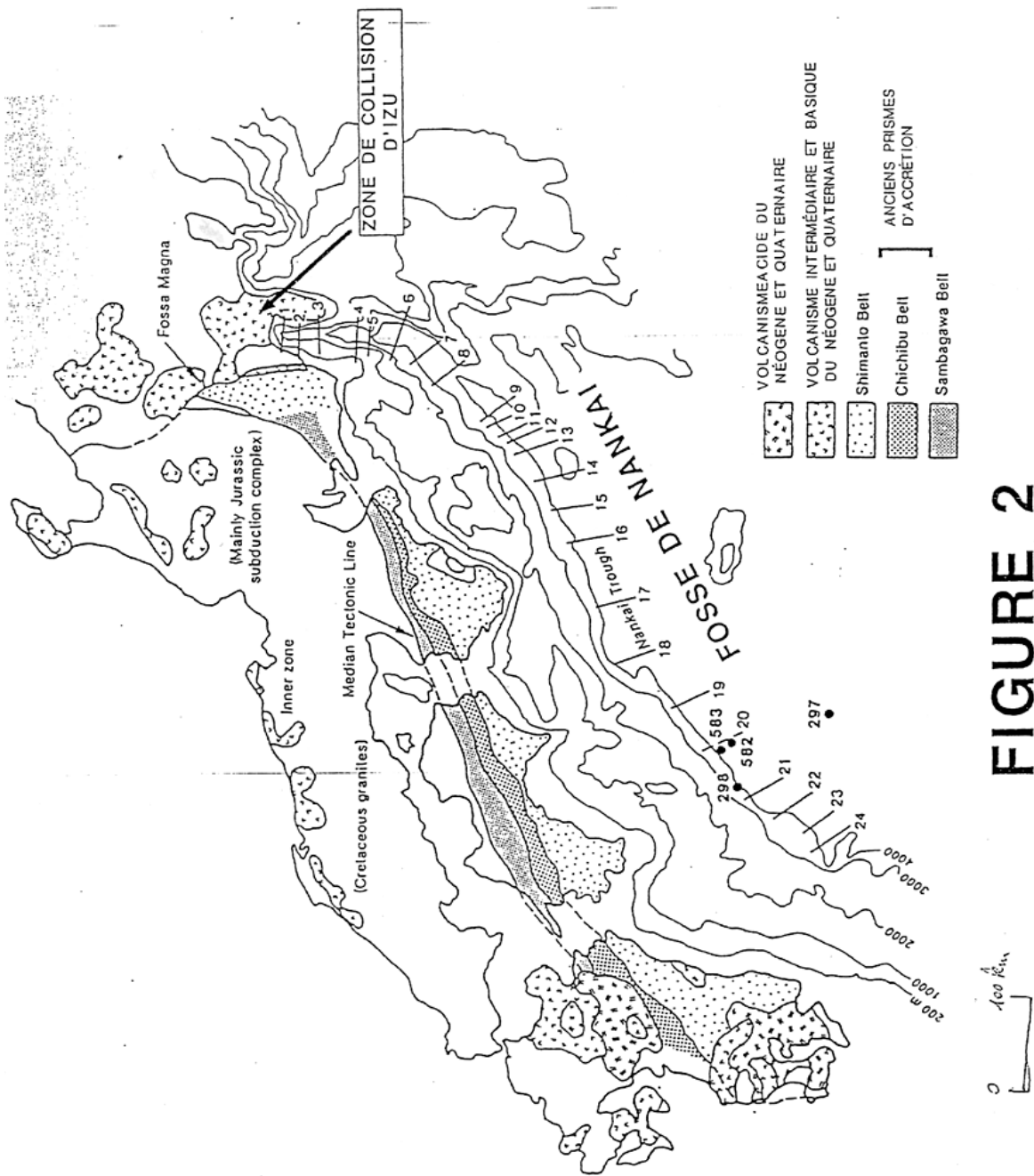
## Exercice n°4 : Le prisme de Nankai

*Durée conseillée : 45 minutes.*

**remarque : dans cet exercice, la numérotation des figures va de 2 à 4bis et comprend une planche 4 indépendante.**

La figure 2 vous présente le fossé de Nankai qui marque la frontière de subduction entre la plaque de la mer des Philippines au sud et le bloc continental des îles japonaises qui la chevauchent au nord.

Nota : les géographes utilisent le terme de fossé à cause de sa modeste profondeur mais il s'agit bien d'une fosse de subduction. La vitesse de convergence des plaques y est estimée de l'ordre de 40 à 50 mm.an<sup>-1</sup>.



**FIGURE 2**

On voit sur le profil sismique de la figure 3B, qu'un corps sédimentaire particulier semble remplir le fossé de Nankai. La figure 3A montre le profil de profondeur du fossé le long de son axe ainsi que des coupes bathymétriques sérieées à travers le fossé.

Chacune des coupes numérotées renvoie à une localisation figurée sur la figure 2 ; l'échelle figurée en bas et à gauche de la série de profils est commune à tous (depth = profondeur).



Le corps sédimentaire évoqué précédemment a été foré (puits de forage 298, 582 et 583 localisés sur la figure 2) et l'on sait qu'il est fait d'un empilement de séquences élémentaires telles que décrite par la figure 3C.

L'orientation des minéraux détritiques (orientation de leur axe d'allongement lorsqu'ils ne sont pas isodiamétriques) dans les couches sédimentaires forées est figurée sur le diagramme en rosette de la figure 3D. Pour chaque orientation, la longueur du rayon figuré sur le diagramme est proportionnel au pourcentage de minéraux orientés suivant cette même direction.

Enfin, dans ces mêmes forages, on a trouvé une nette abondance de minéraux caractéristiques des roches magmatiques intermédiaires et basiques de la zone de collision d'Izu (localisation en figure 2).

**1°) Décrivez et expliquez la sédimentation dans le fossé de Nankai (origine, mode de dépôt et de transport) en utilisant l'ensemble de ces observations.**

La figure 4 est une portion de section sismique à travers le front du prisme d'accrétion de Nankai. Cette coupe, constituée par juxtaposition de petits profils sismiques, est convertie en profondeur sans exagération verticale. La figure 4bis présente la corrélation entre les principaux réflecteurs du profil sismique et les données d'un forage au point 960 (localisé en haut de la figure 4).

Les légendes des unités lithologiques définies sur ce forage sont les suivantes :

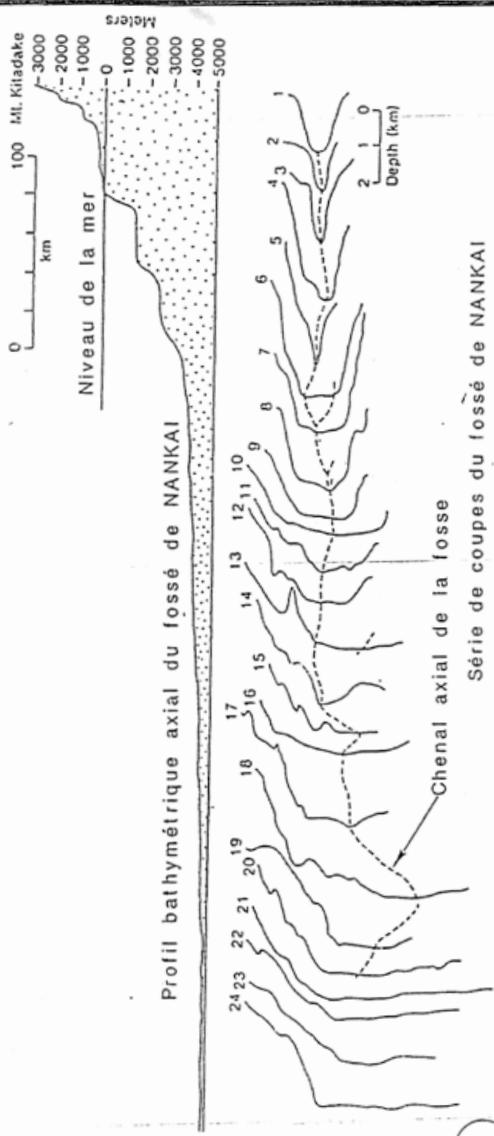
I : dépôts de pente ;  
II : séries de turbidites ; IIA : turbidites grossières à bancs de sables métriques, IIB : turbidites intermédiaires, IIC : turbidites fines à silts (silt = fraction détritique de granulométrie comprise entre 2 et 62,5µm de diamètre).  
III : série de transition entre II et IV ;  
IV : dépôts fins : argilites ou hémipélagites (argilites mêlées de boues biogènes pélagiques) ;  
IVA : hémipélagites avec nombreux niveaux de cendres volcaniques, IVB : hémipélagites homogènes sans litage apparent).  
V : épais niveaux de cendres volcaniques acides ;  
VI : basaltes en coussins (pillow) de la croûte océanique de la plaque Philippine.

**2°) Proposez une explication à la différence du nombre de réflecteurs constituant les unités II et IVB**

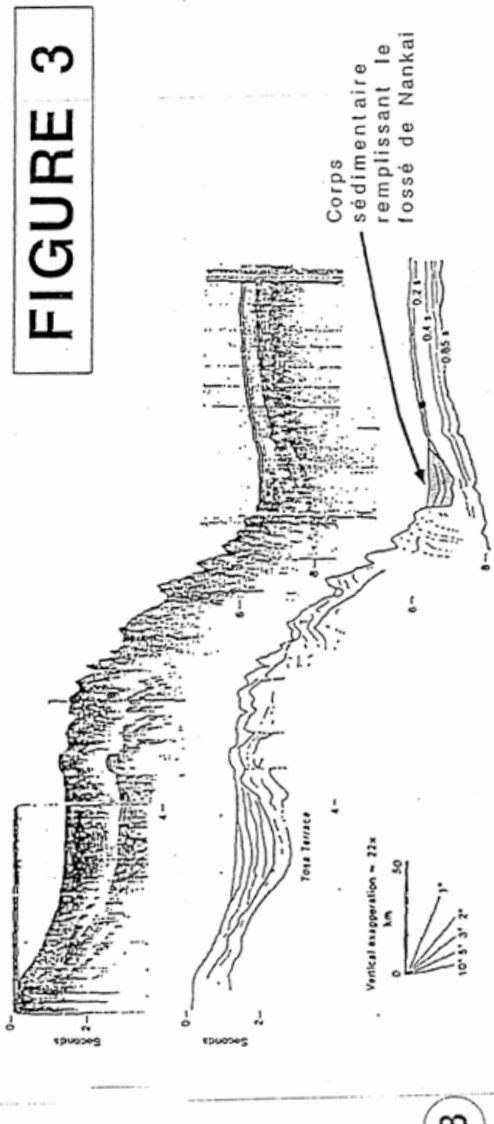
**3°) Proposez une explication rendant compte des variations de granulométrie au sein de l'unité II ?**

**4°) Tracez un schéma interprétatif du profil sismique de la figure 4 sur papier calque en respectant l'échelle du document initial.**

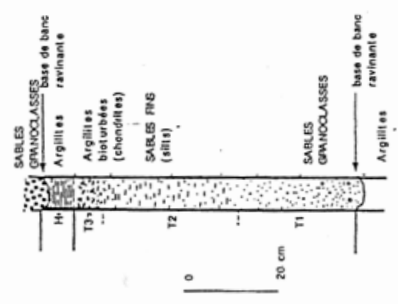
- Individualisez sous une même couleur ou un même figuré chacune des 5 grandes unités suivantes (IIA et IIB), IIC, (III et IVA) et enfin (V et VI). L'unité I sera négligée compte-tenu de sa trop faible épaisseur.
- Indiquez toutes les observations géologiques (tectoniques ou sédimentaires) qui vous paraîtront intéressantes dans la caractérisation géodynamique de ce secteur.
- Proposez une signification à la surface notée « D ».



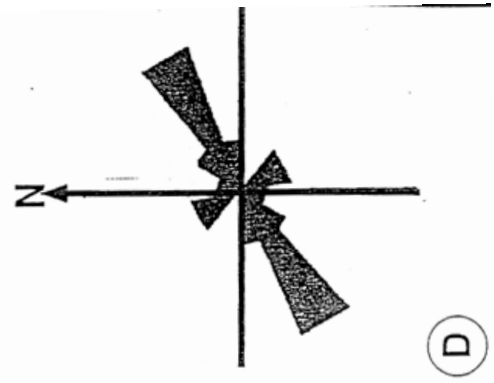
A



B

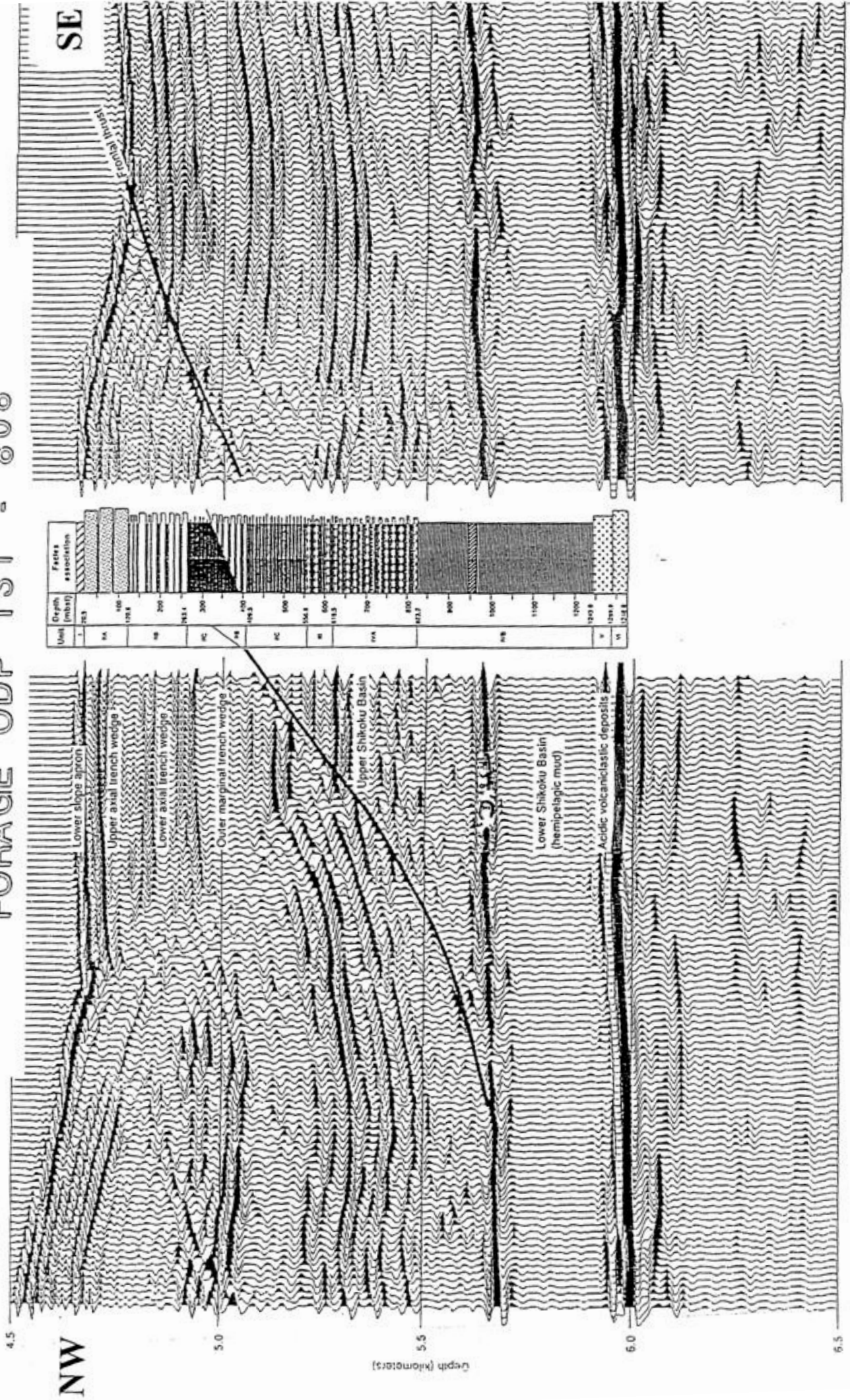


C



D

FIGURE 3



**FIGURE 4bis** STRATIGRAPHIE SISMIQUE