

Utilisation de Google Earth
(Usage individuel)
La divergence par l'étude des fonds océaniques

1/ Niveau : Première S

2/ programme : thème 1-B La tectonique des plaques : l'histoire d'un modèle.
« Le modèle prévoit que la croûte océanique est d'autant plus vieille qu'on s'éloigne de la dorsale. Les âges des sédiments en contact avec le plancher océanique (programme de forage sous-marins J.O.I.D.E.S.) confirment cette prédiction et les vitesses prévues par le modèle de la tectonique des plaques. »

3/ Durée de la séquence : 1h00

4/ Connaissances construites : L'étude des sédiments océaniques vérifie et quantifie la divergence.

5/ Capacités mises en œuvre

- Pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser).
- Recenser, extraire et organiser des informations.
- Exprimer et exploiter des résultats, à l'écrit, à l'oral, en utilisant les technologies de l'information et de la communication.
- Percevoir le lien entre sciences et techniques.
- Comprendre la nature provisoire, en devenir, du savoir scientifique.

6/ Conditions matérielles

En demi-classe (TP), un binôme par poste informatique avec connexion au réseau et à internet :

- Google Earth + Fiche technique de type ECE
- fichier « LaDivergence.kmz »
- Logiciel Mesurim

7/ Descriptif

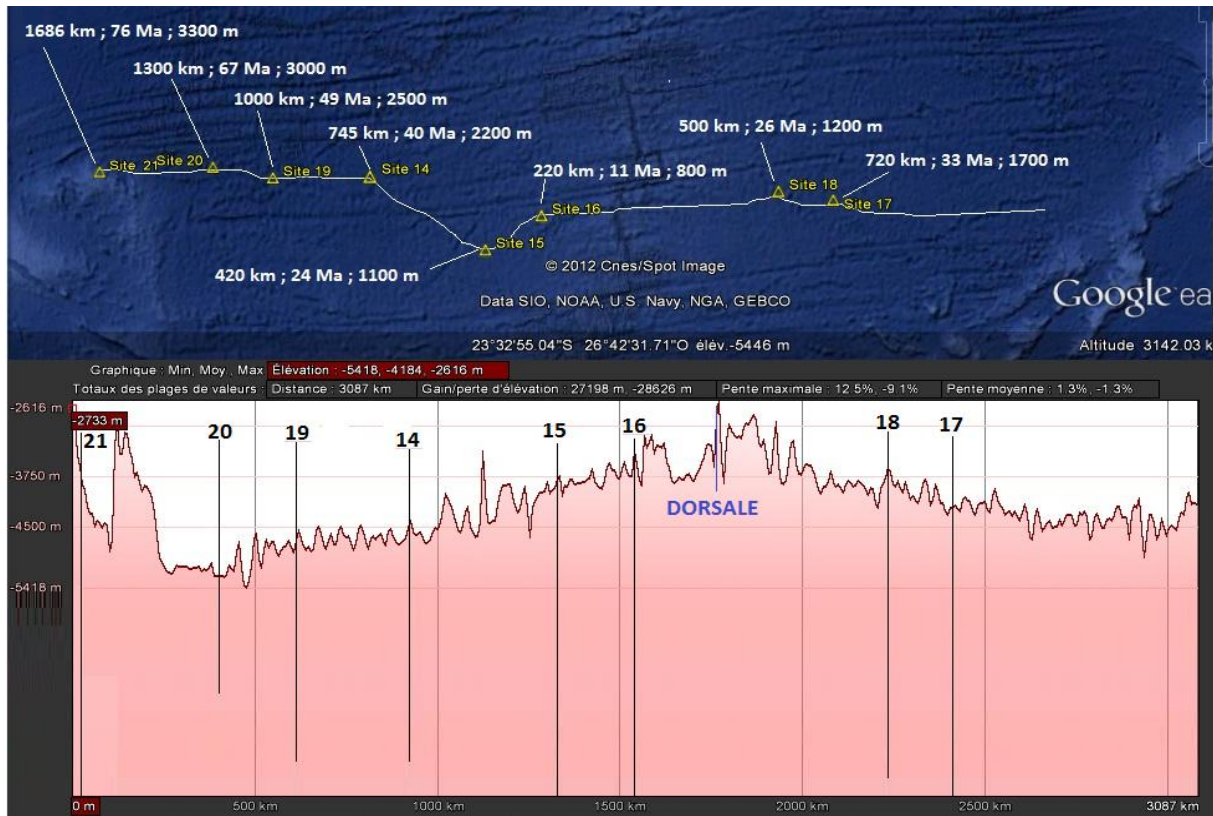
Le travail du professeur

o Avant la séance :

- Vérifier les accès aux réseau et logiciels.
- Préparer les fiches techniques nécessaires (Google Earth, Mesurim...) en version papier ou numérique.
- Télécharger et installer dans le répertoire de la classe le fichier « divergence.kmz » à :

http://acces.ens-lyon.fr/eduterre-usages/ressources_gge/divergence/divergence.kmz

- Préparer un fichier image de la coupe du fond océanique passant par les sites de forages, modifiée pour pouvoir y tracer les épaisseurs de sédiments en fonction des données ajoutées d'après les fenêtres de Google Earth (Ex. : fichier « Accretion_ForagesGlomar Challenger_V2.jpg »).
- Ajouter ce fichier dans le répertoire de la classe, auquel les élèves accèderont.



Accretion ForagesGlomarChallenger V2A.jpg
(Fichier préparé par l'enseignant)

o Pendant la séance :

- Apporter les aides éventuellement nécessaires ;
- vérifier l'affichage des données utiles et d'elles seules ;
- donner l'accès au fichier « Accretion_ForagesGlomarChallenger _V2.jpg » lorsque la bonne coupe a été effectuée pour la poursuite du travail avec Mesurim.

Le travail de l'élève

o Avant la séance :

- L'élève a étudié lors des chapitres précédents les étapes ayant conduit de la « Dérive des continents » au modèle de la tectonique des plaques.
- Il a déjà pratiqué des coupes de fonds océaniques avec Google Earth mais n'a pas encore utilisé Mesurim.

o Pendant la séance :

Les progrès des techniques de forages dus à l'industrie pétrolière permettent de remonter des carottes des fonds océaniques.

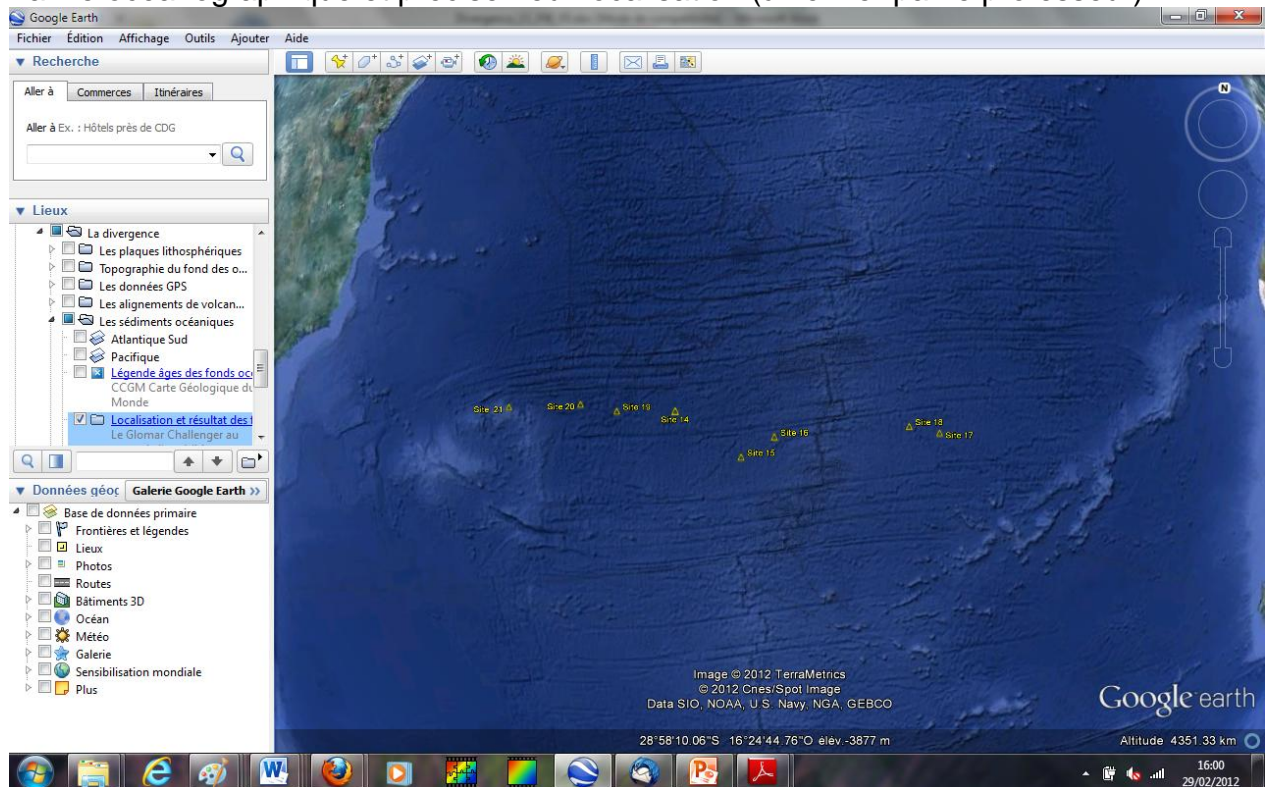
Quelles informations en tirer dans le cadre d'une validation du modèle de la tectonique des plaques ?

Il s'agit alors d'exploiter des données de natures différentes afin de vérifier, étayer et quantifier le mécanisme de divergence, le tout dans une synthèse cohérente.

Les tâches consistent à :

- **Ouvrir** avec Google Earth le fichier « [Divergence.kmz](#) ».

- **Afficher** à l'écran les seules données utiles pour repérer les zones de forage du navire océanographique et préciser leur localisation (à vérifier par le professeur) :



Forages du Glomar Challenger (1968-1975)
Google Earth

- **Ordonner et exploiter** les données de distances à la dorsale, âges et épaisseurs des sédiments, fournies par l'ouverture des fenêtres liées à chaque forage (évolution de l'âge, de l'épaisseur des sédiments par rapport à l'axe de la dorsale).



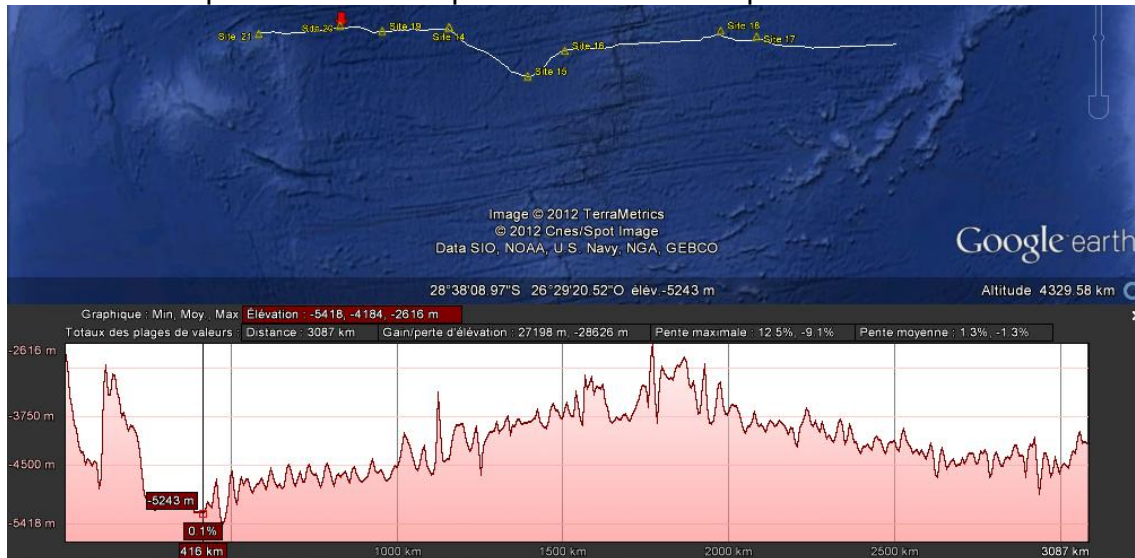
Affichage des informations tirées des forages du Glomar Challenger (1968-1975)
Google Earth

- **Réaliser** une coupe du fond océanique passant par ces points de forage (fonction « Trajet de Google Earth ») ; aide technique :

Utilisation de Google Earth pour créer un profil topo-bathymétrique directement :

- créer un trajet dans la région souhaitée (Ajouter / Trajet) de l'Ouest (gauche) vers l'Est (droite : sens conventionnel des coupes) ;
- l'enregistrer ;
- « propriétés du trajet » (clic droit / Propriétés)
- « Altitudes » \ « Par rapport au fond marin »
- « Mesures » : unité « kilomètres » \ « OK ».
- clic droit sur le trajet, puis choisir « Afficher le profil d'élévation ». Ce dernier apparaît en bas de l'écran.

- **Montrer** à son professeur la coupe affichée à l'écran pour vérification :



Coupe bathymétrique passant par les sites de forages du Glomar Challenger (1968-1975), Google Earth

A cette étape il n'est pas possible de positionner directement sur cette coupe les sites de forages et l'épaisseur des sédiments.

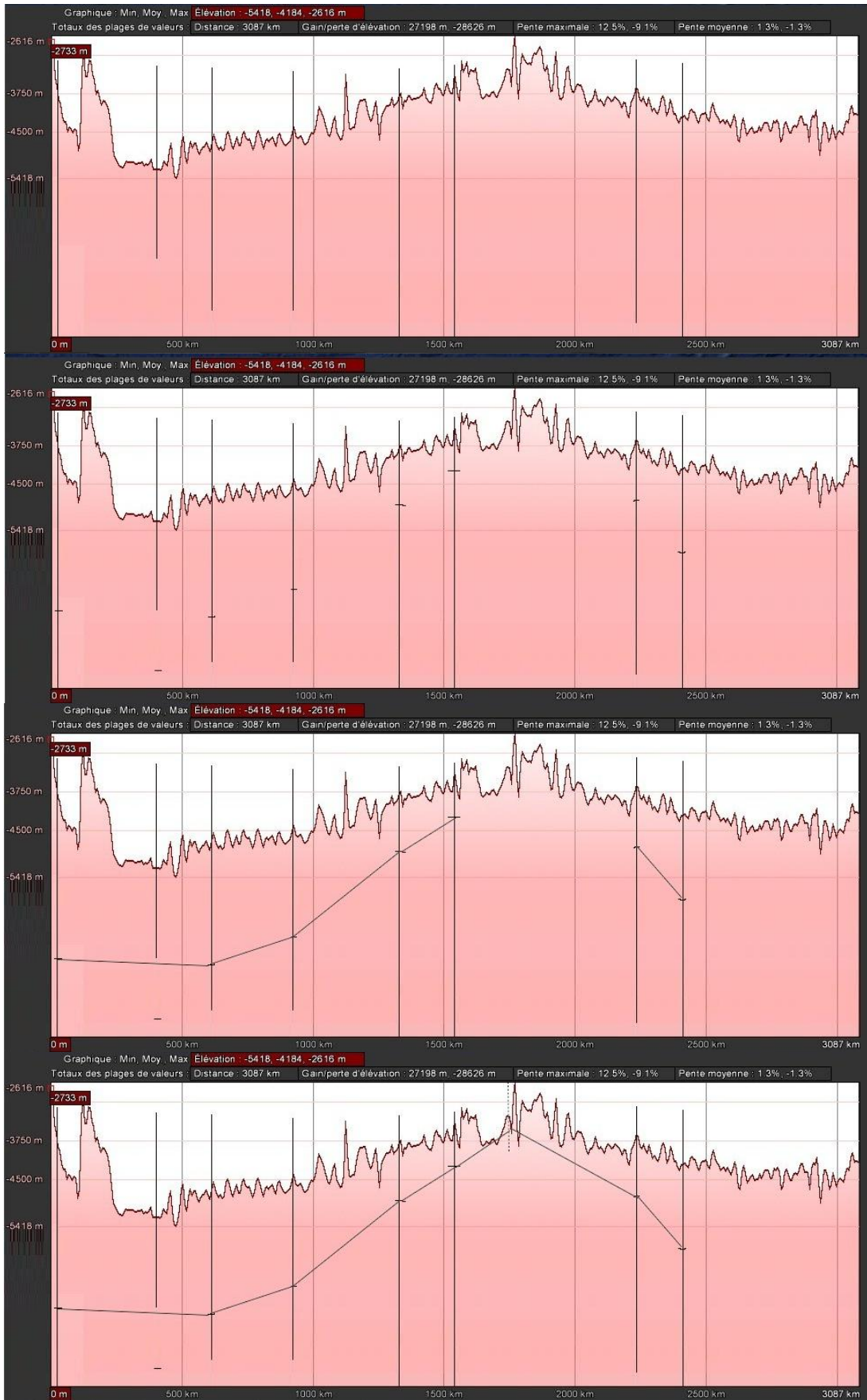
Se pose alors la question de « Comment faire ? ».

Imprimer la coupe et poursuivre au crayon serait possible mais il n'y a pas assez de place sous la surface bathymétrique pour représenter les milliers de mètres de sédiments. C'est pourquoi l'enseignant fournit le fichier image de la coupe préparée à l'avance et adaptée pour que l'élève y reporte l'épaisseur des sédiments grâce à Mesurim et sa fonction « Echelle », mise à profit avec les 8 tracés d'épaisseur à faire.

Créer une échelle
- « Image/Créer/Modifier l'Échelle » et cocher « Échelle à définir »
- Tracer une ligne avec le curseur de la souris sur une partie de l'image de calibrage dont la dimension est connue. Suivant
- Reporter en bas dans les cases correspondantes, son unité et sa valeur.
- « transférer l'échelle » et cocher « Ajout temporaire ». Choisir un Nom pertinent.

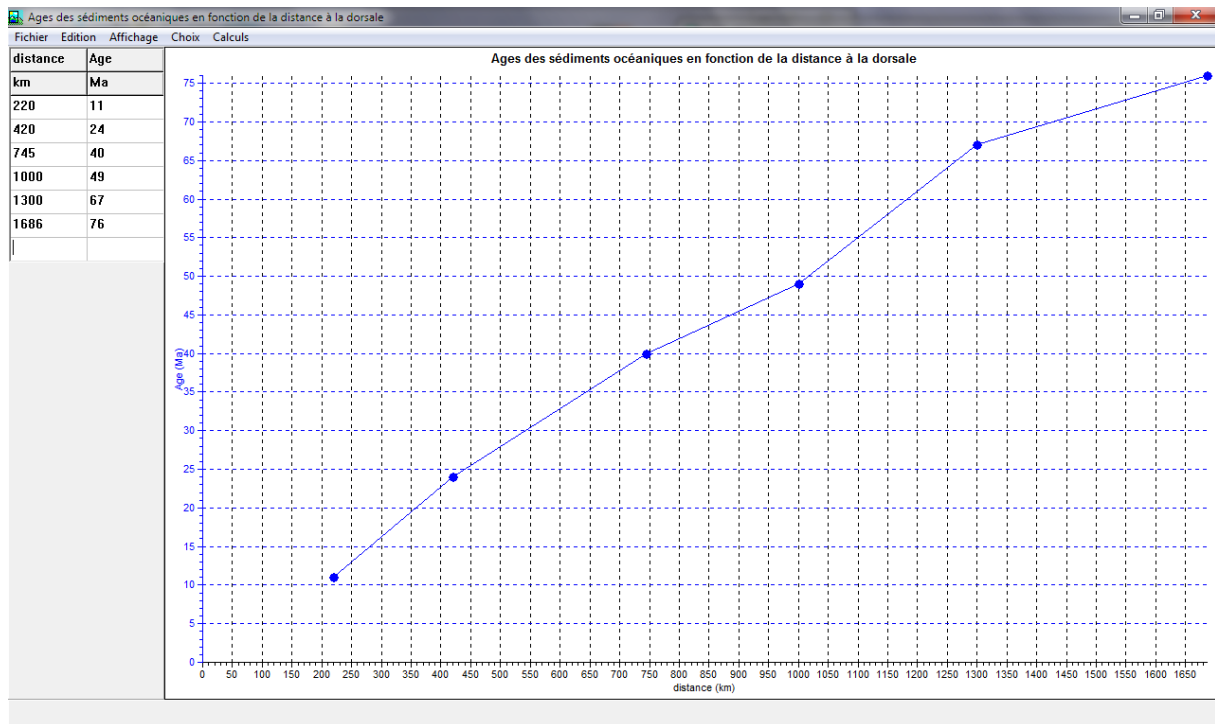
Ce qui conduit l'élève à :

- **Ouvrir** le fichier avec Mesurim.
- **Associer** une échelle grâce aux indications de profondeur apportées par Google Earth (Cf. Fiche technique de l'ECE : FT_comptage_mesure_mesurim_V2008.doc).
- **Reporter** les épaisseurs de sédiments océaniques au niveau de chaque trait vertical correspondant aux forages (outil « crayon » de Mesurim).
- **Interpoler** les points tracés, **observer**, **interpréter** (il peut être utile ici de préciser que l'âge affiché pour chaque forage est celui du plus vieux sédiment traversé, au contact des basaltes océaniques).



Épaisseur des sédiments océaniques de part et d'autre de la dorsale sud-Atlantique
 Glomar Challenger (1968-1975), Google Earth et Mesurim

- **Aller** jusqu'à l'évaluation de la vitesse de divergence.
- **Tracer** la courbe d'évolution de l'âge des sédiments en fonction de la distance à la dorsale (vitesse relativement constante).



Graphique obtenu avec Mesurim

- **Calculer** la vitesse moyenne d'ouverture de l'Océan Atlantique :
 $1686 \text{ km} / 76 \text{ Ma} = 1686 \cdot 10^5 \text{ cm} / 76 \cdot 10^6 \text{ ans} = 168,6 \text{ cm} / 76 \text{ ans} = 2,22 \text{ cm} / \text{an}$ pour la moitié Ouest de l'Océan, donc pour une ouverture supposée symétrique $\sim 4,5 \text{ cm/an}$.
- **Répondre** à la question initiale : montrer en quoi ces informations peuvent être un argument en faveur du modèle de la tectonique des plaques.

Remarques :

Certains élèves pourront discuter de l'affichage exagéré des hauteurs dans la coupe par rapport aux longueurs et des limites de ce type de représentation. Ils pourront aussi soulever le biais induit par le trait de coupe qui n'est pas strictement rectiligne et perpendiculaire à l'axe de la dorsale, à rapprocher de l'allure de la courbe tracée.

Des aides éventuelles peuvent être mises à disposition des élèves en difficulté.

Exemples possibles :

- *Que prévoit la tectonique des plaques au niveau d'une dorsale océanique ?*
- *Quel est l'âge des sédiments au niveau de la dorsale ? Quel est l'âge des sédiments les plus éloignés de la dorsale ? Comment l'expliquer ?*
- *Quelle remarque faire quant à la disposition de ces sédiments selon leurs âges ?*
- *Comment évolue l'épaisseur des sédiments ? En fonction de quel(s) paramètre(s) ? Comment l'expliquer ?...*