

## Devoir surveillé n°7

Samedi 2 juin 2025

### Épreuve d'analyse de documents de géologie

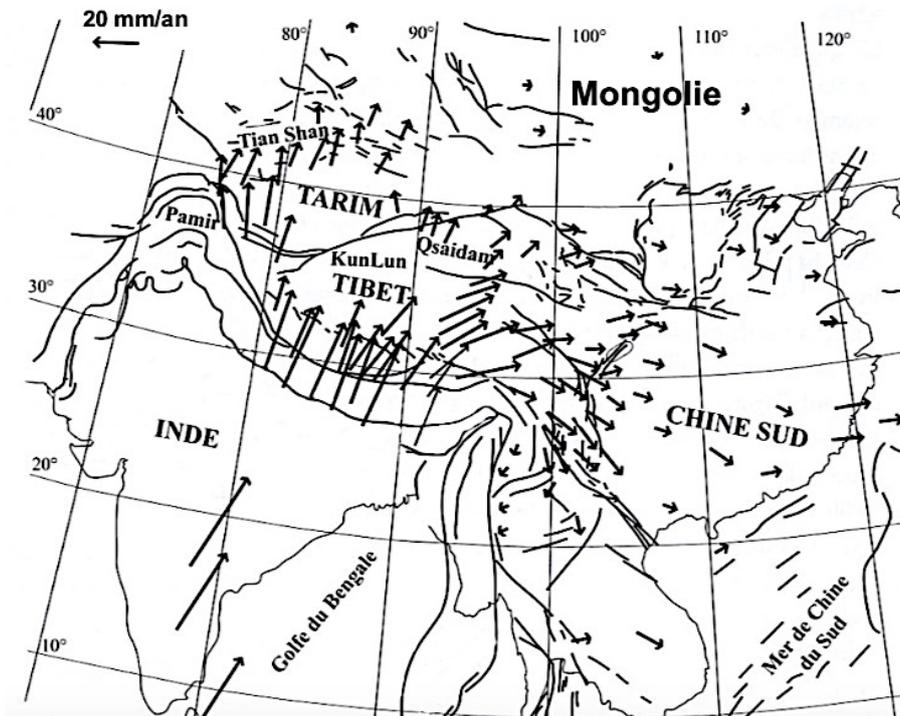
durée : 1h45

#### Exercice 1 – L'Himalaya – Tibet, une zone de déformations

(Inspiré du sujet G2E 2025)

durée conseillée : 1 heure

L'Himalaya – Tibet constitue la chaîne montagneuse la plus imposante observable à la surface du globe, avec une altitude moyenne de 4 200 m. Elle résulte de la collision entre deux plaques lithosphériques : les plaques indienne et eurasiatique. Cette collision initiée à la fin du Crétacé résulte de la dérive progressive vers le nord de la plaque indienne depuis la dislocation de la Pangée au Jurassique.



Document 1 - Déplacement mesuré par GPS, à Eurasie fixe. La longueur des flèches indique la quantité de déplacement horizontal (échelle sur la figure en haut à gauche).

Question 1 – Quel est le mouvement relatif de la plaque Inde par rapport à la plaque Eurasie dans cette région ? Donnez les caractéristiques (direction et norme) de ce mouvement relatif.

La figure 2 en annexe montre des mécanismes au foyer dans la chaîne himalayenne.

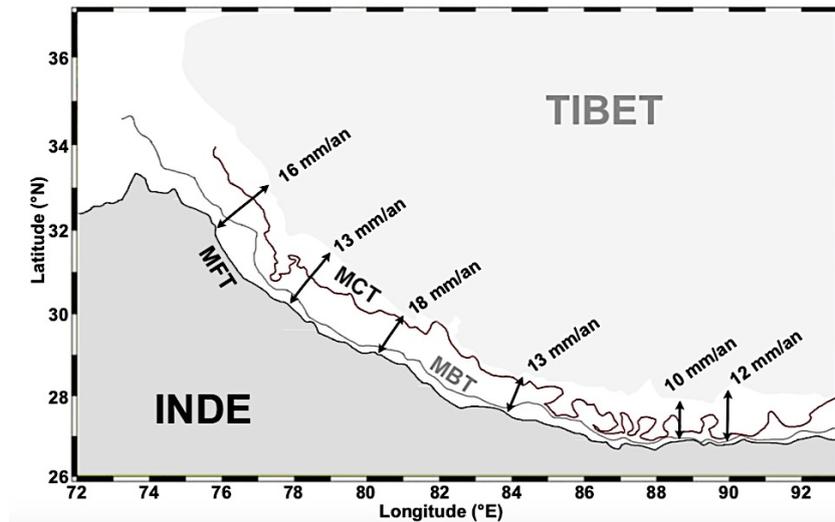
Question 2 – Qu'est-ce qu'un mécanisme au foyer, et comment est-il construit (aidez-vous d'un dessin pour étayer votre explication) ? Comment en déduit-on le mouvement ayant eu lieu sur la faille lors du séisme ?

Question 3 – À partir de la figure 2, déterminez les jeux de faille majoritairement observés dans la chaîne himalayenne (zone en gris).

Question 4 – Sur l'annexe, dessinez les directions de raccourcissement et d'allongement en Himalaya déterminées grâce à ces mécanismes au foyer.

Question 5 – La déformation ayant été coaxiale, dessinez la direction des trois contraintes principales. Quel est le régime tectonique prévalant dans la chaîne himalayenne ?

Les principales structures tectoniques en Himalaya sont 3 chevauchements : MCT, MBT et MFT (Figure 3).

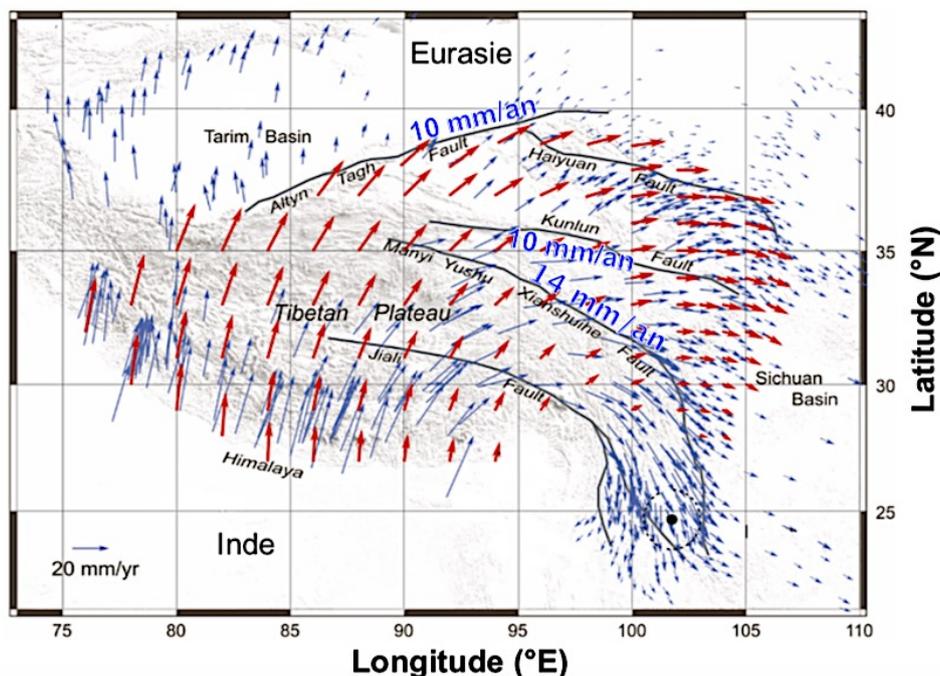


**Figure 3.** Taux de raccourcissement le long de l'arc himalayen, déterminés par GPS. MCT = Main Central Thrust ; MBT = Main Boundary Thrust ; MFT = Main Frontal Thrust.

Question 6 – Quel est le taux de raccourcissement horizontal accommodé par ces trois chevauchements majeurs (Fig. 3) ? Ce taux de raccourcissement peut-il absorber l'ensemble du déplacement relatif entre l'Inde et l'Eurasie déterminé à la question 1 ? Quantifiez votre réponse.

Question 7 – Sur la figure 2 représentant les mécanismes au foyer en Himalaya-Tibet, repérez les deux grands types de mécanismes au foyer majoritaires s'exprimant au sud et au centre du Tibet. Délimitez directement sur la figure 2 (**annexe à rendre**) les deux zones où se produisent chacun de ces types de mécanismes au foyer et identifiez le mouvement associé.

On s'intéresse d'abord à la zone centre du Tibet dont vous avez déterminé le régime tectonique général dans la question précédente. Dans cette zone, trois failles principales seront étudiées : la faille du Kunlun, la faille de l'Altyn Tagh, et la faille de Xian Shui He (Fig. 4).



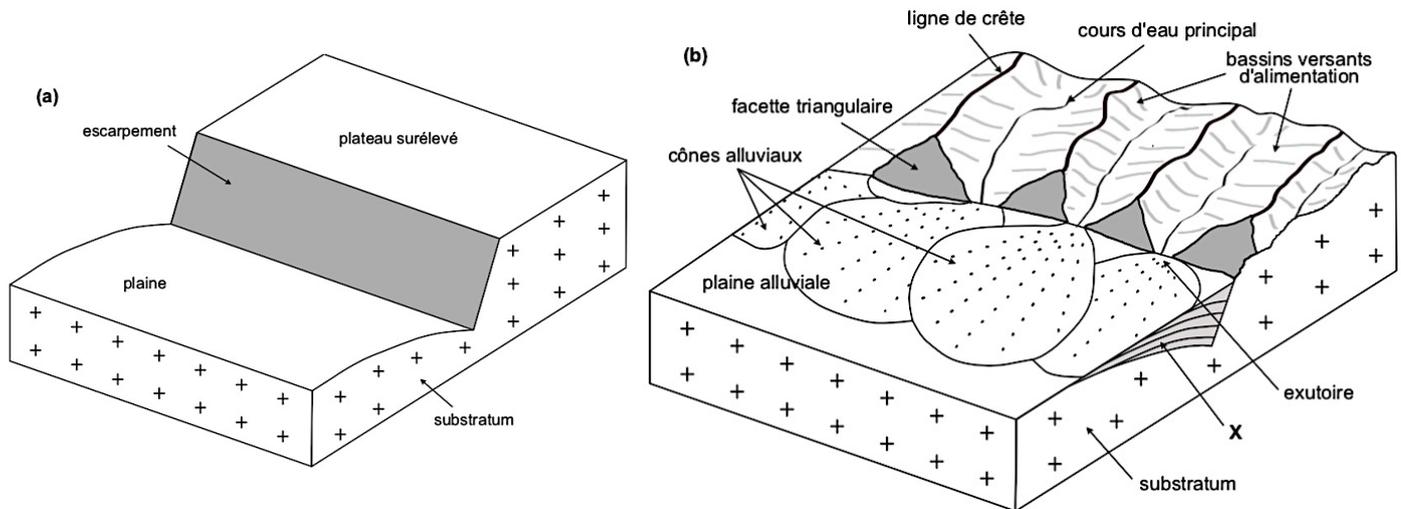
**Figure 4.** Carte montrant le champ de vitesses déterminé par GPS (flèches bleues) dans et autour du plateau tibétain. Les flèches rouges représentent la rotation globale du plateau. Les traits noirs pleins représentent les principales failles actives du plateau. Les valeurs en bleu indiquent la vitesse de déplacement horizontal estimée sur chacune des trois failles considérées.

Question 7 – Identifiez les jeux de ces trois failles à partir des figures 2 et 4.

Question 8 – Interprétez ces déplacements horizontaux enregistrés au centre du Tibet (Fig. 4) en vous appuyant sur votre réponse à la question 6. On n'omettra pas d'utiliser les valeurs quantifiées du déplacement.

On s'intéresse maintenant à la région sud du Tibet dont vous avez déterminé le régime tectonique dans la question 7. On rencontre dans cette région des paysages dont la photographie de la figure 5 est un exemple.

Question 9 – La figure 6 vous propose un mécanisme de mise en place de ce type de paysage. Décrivez les mécanismes d'évolution du paysage de la figure 6a vers la figure 6b. Légendez les différentes parties du paysage de la photographie de la figure 5 (à rendre).



**Figure 6.** Évolution morphologique. (a) Morphologie initiale d'une région présentant un escarpement abrupt. (b) Morphologie de la même région suite à son érosion.

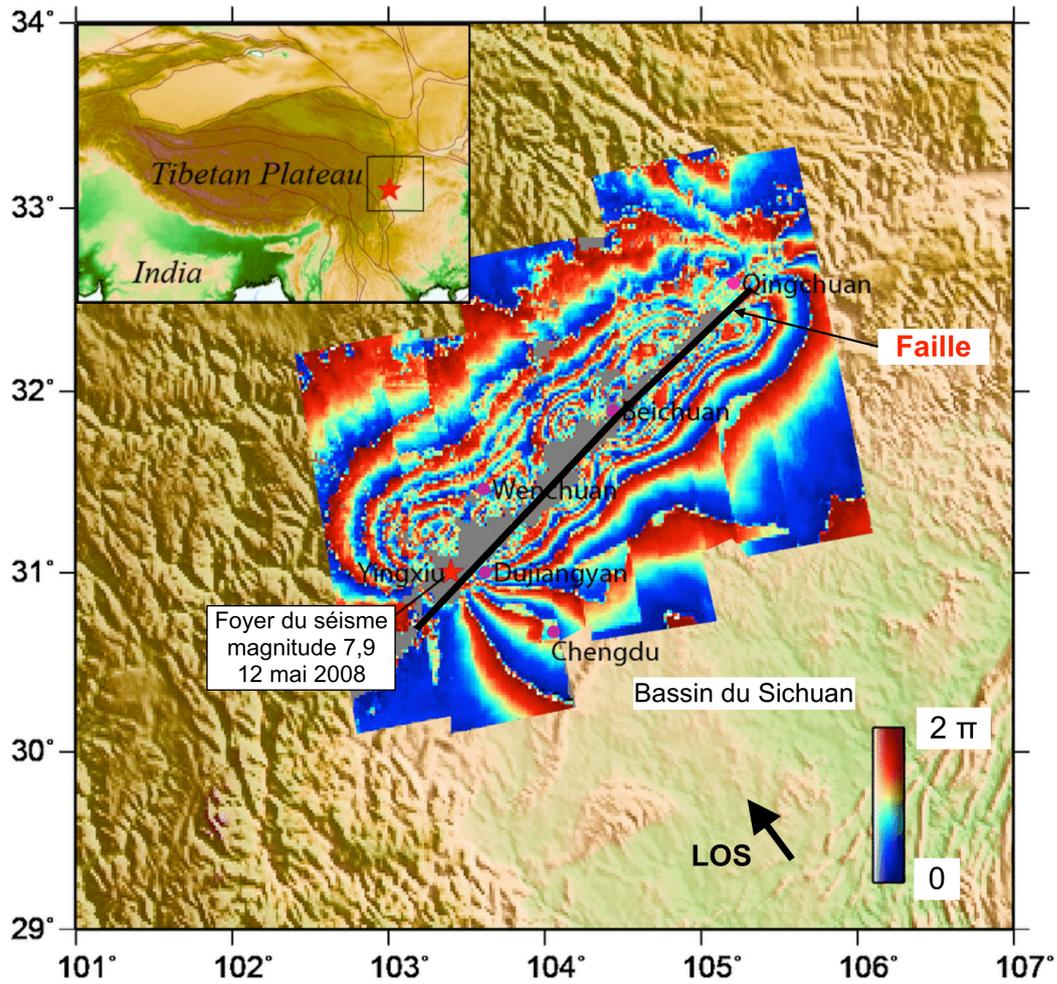
Question 10 – Réalisez un dessin légendé illustrant le mécanisme de formation de l'escarpement initial avant érosion.

Question 11 – Sur la figure 6b, un élément est légendé « X ». Nommez cet élément et détaillez son mécanisme de formation. Vous illustrerez ce mécanisme grâce à trois dessins se succédant dans le temps.

À l'Est du plateau tibétain a eu lieu le séisme de Wenshua en 2008. Il a été suivi par le satellite ALOS – PALSAR qui utilise une longueur d'onde de 23,6 cm.

L'image obtenue est donnée en Figure 7.

Question 12 – Analysez l'interférogramme de la figure 7 de manière à identifier le mouvement relatif des deux blocs. Nommez le type de faille. Quantifiez le déplacement du bloc Nord.



**Figure 7.** Interférogramme du séisme du 12 mai 2008 dans la Province du Sichuan (Chine) en bordure du Tibet. L'image provient du satellite Palsar-Alos dont la longueur d'onde utilisée vaut 23,6 cm.  
(source : K. Xu & J. Wu, GPS Solution, 2022)

## Exercice 2 – Des sables rouges sur l'île de Groix

durée conseillée : 20 minutes

inspiré du sujet Agro-Véto 2025 et du site planet-terre.ens-lyon.fr

Sur l'île de Groix, au Sud de la Bretagne, près du village vacances « Les Grenats », la plage des Sables Rouges se distingue par son sable rouge, riche en grenats (zone entourée en rouge, sur la figure 1). Cette plage est présentée dans la figure 2 ci-dessous.

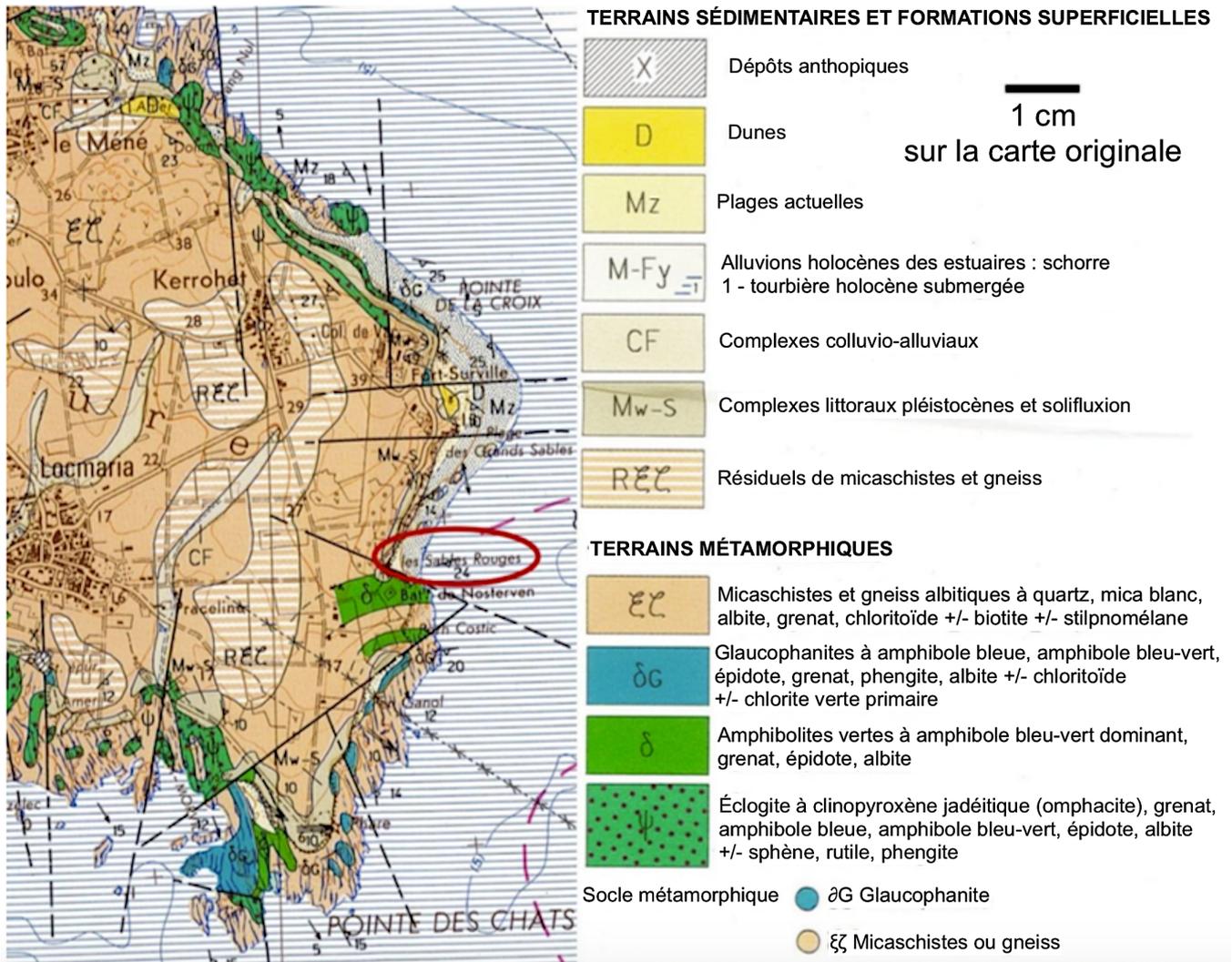


Figure 1. Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de l'île de Groix.



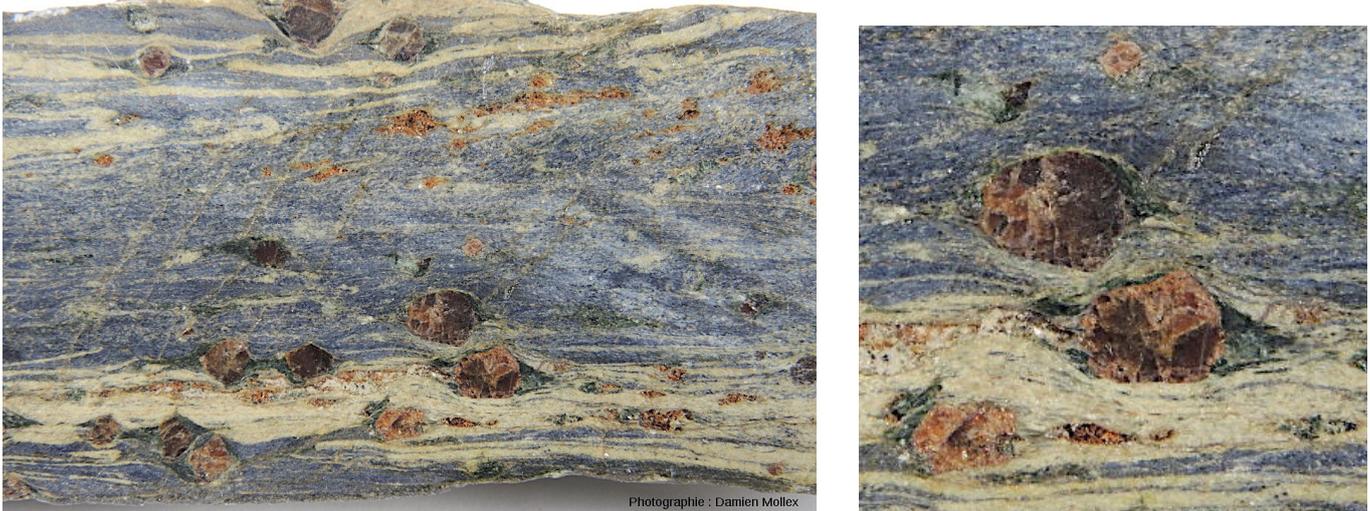
Figure 2. Quelques données sur la plage de sable rouge (photo de droite)

À gauche, observation à la loupe des sables rouges : on y voit une majorité de grenats rouges de densité supérieure à 3. Les sables blancs sont riches en quartz et en calcite, tous deux de densité inférieure à 3.

Question 1 – À l'aide des données extraites des figures 1 et 2 ainsi que des connaissances utiles, expliciter les étapes et mécanismes à l'origine de la formation des sables rouges de cette plage. Répondre en 8 lignes maximum et sans schéma.

Question 2 – À l'aide des documents et de vos connaissances, et en exploitant de manière quantitative la figure 3 dans l'annexe, expliquer les mécanismes à l'origine de l'accumulation des sables rouges en une zone marquée, entre les galets centimétriques et les sables blancs.

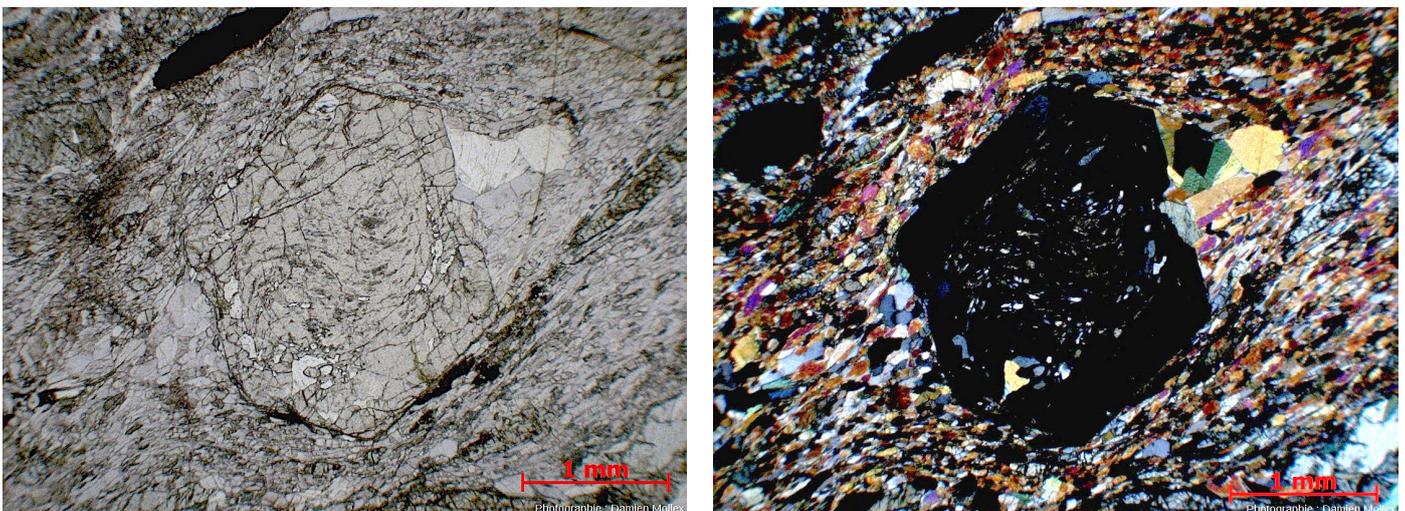
Le Sud de l'île de Groix abrite une roche  $\delta G$  de nature glaucophanite et de faciès écoligite.



**Figure 4.** Photographie de glaucophanite à faciès écoligite. À gauche, vue d'ensemble de l'échantillon et à droite, détail de grenats.

Question 3 – D'après la figure 4, précisez si l'échantillon a subi une déformation continue ou discontinue. Nommez le type de plan visible sur la roche et indiquez ce qu'il représente en terme de déformation.

De façon à mieux caractériser le type de déformation, peu visible sur cette face, une coupe a été réalisée puis observée au microscope à lumière polarisée, analysée ou non. La figure 5 présente un grenat en particulier.



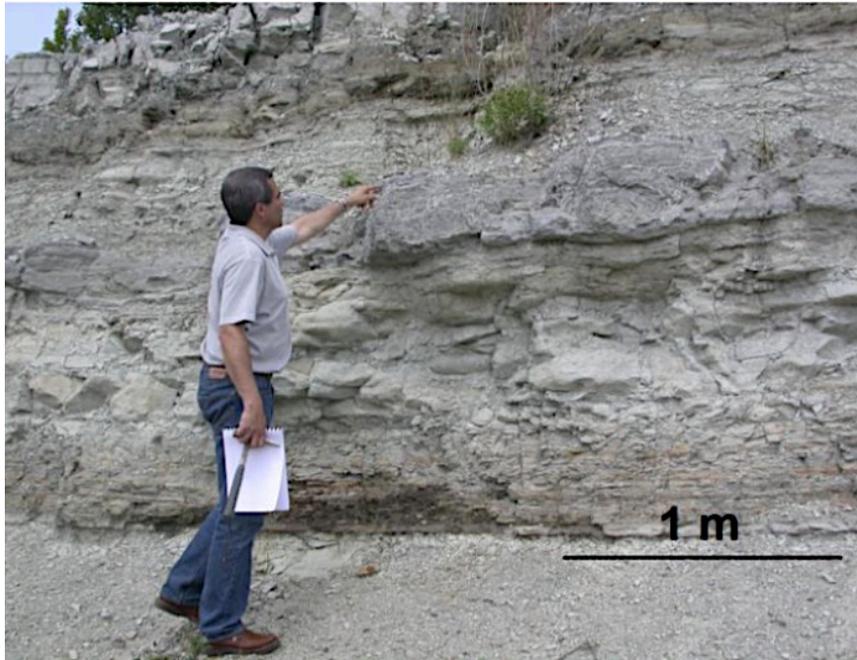
**Figure 5.** Détail d'un grenat observé en lumière polarisée non analysée (LPNA) à gauche et en lumière polarisée et analysée (LPA) à droite. La barre d'échelle mesure 1 mm.

Question 4 – Réalisez un schéma légendé du grenat de la figure 5 et identifiez avec précision le mode de déformation.

## Exercice 3 – La carrière de Gandaillat

durée conseillée : 20 minutes

La carrière de Gandaillat, située en Auvergne, est une ancienne carrière qui a été exploitée pour fournir des granulats routiers au moment de la construction de l'autoroute tracée à proximité de Clermont-Ferrand, dans les années 1980-1990. Elle a ensuite été laissée à l'abandon et a progressivement été repeuplée par différentes espèces de végétaux et d'animaux. Le site est riche pour les géologues.



**Figure 1.** Affleurement rocheux observé dans la carrière de Gandaillat, daté de l'Oligocène

Question 1 – Décrire la photographie de la Figure 1 avec un vocabulaire approprié.



**Figure 2.** Affleurement rocheux montrant une strate de calcaire gris incluant des structures calcaires en boules (étoile rouge). Détail sur la photo à droite, dont la règle mesure 20 cm (source : Museum Henri Lecoq)

Question 2 – Écrire la réaction de l'équilibre entre précipitation et dissolution des carbonates de calcium.

Question 3 – Décrire et interpréter la structure en boule incluse dans la strate grise. Comment se forment de telles structures et quelles informations leur présence nous donne-t-elle ?

Un peu plus loin dans la carrière se trouve un autre affleurement (photographie de la figure 3.)



*Figure 3. Un autre affleurement rocheux de la carrière de Gandaillat, en regardant vers le Sud.*

Question 4 – Dessiner et légènder l'affleurement de manière à montrer les structures tectoniques observées. Identifier et quantifier la déformation. Dessiner l'ellipsoïde de déformation. Si c'est possible, dessiner l'ellipsoïde des contraintes. Identifier le régime tectonique ayant conduit à cette déformation.

ANNEXE

NOM, prénom

**Exercice 2 – Des sables rouges à l'île de Groix**

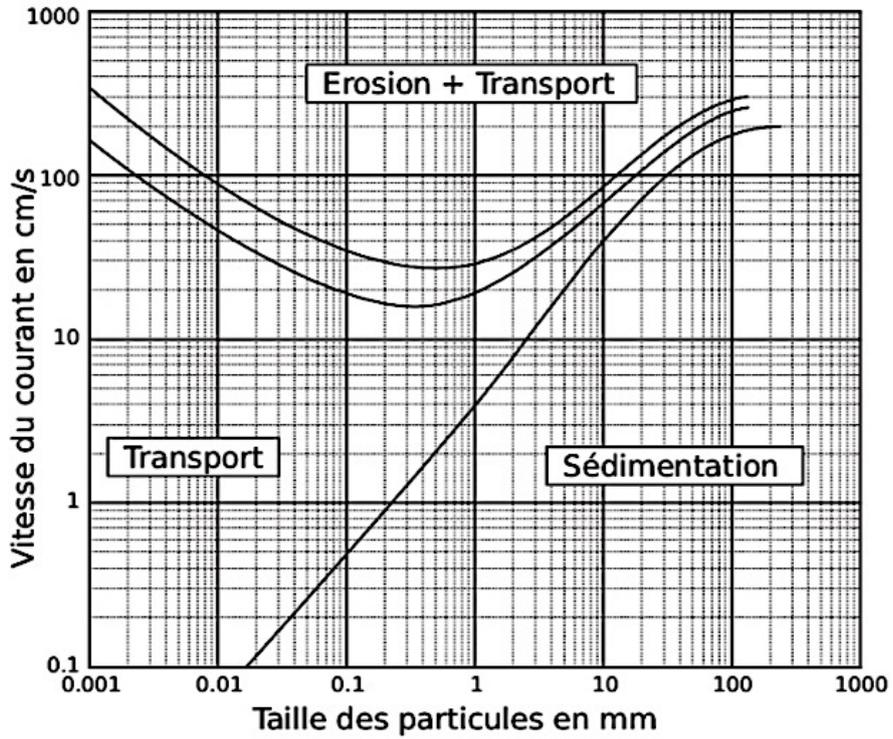


Figure 3 - Diagramme de Hjulström

**Exercice 1 – L'Himalaya – Tibet, une zone de déformations**

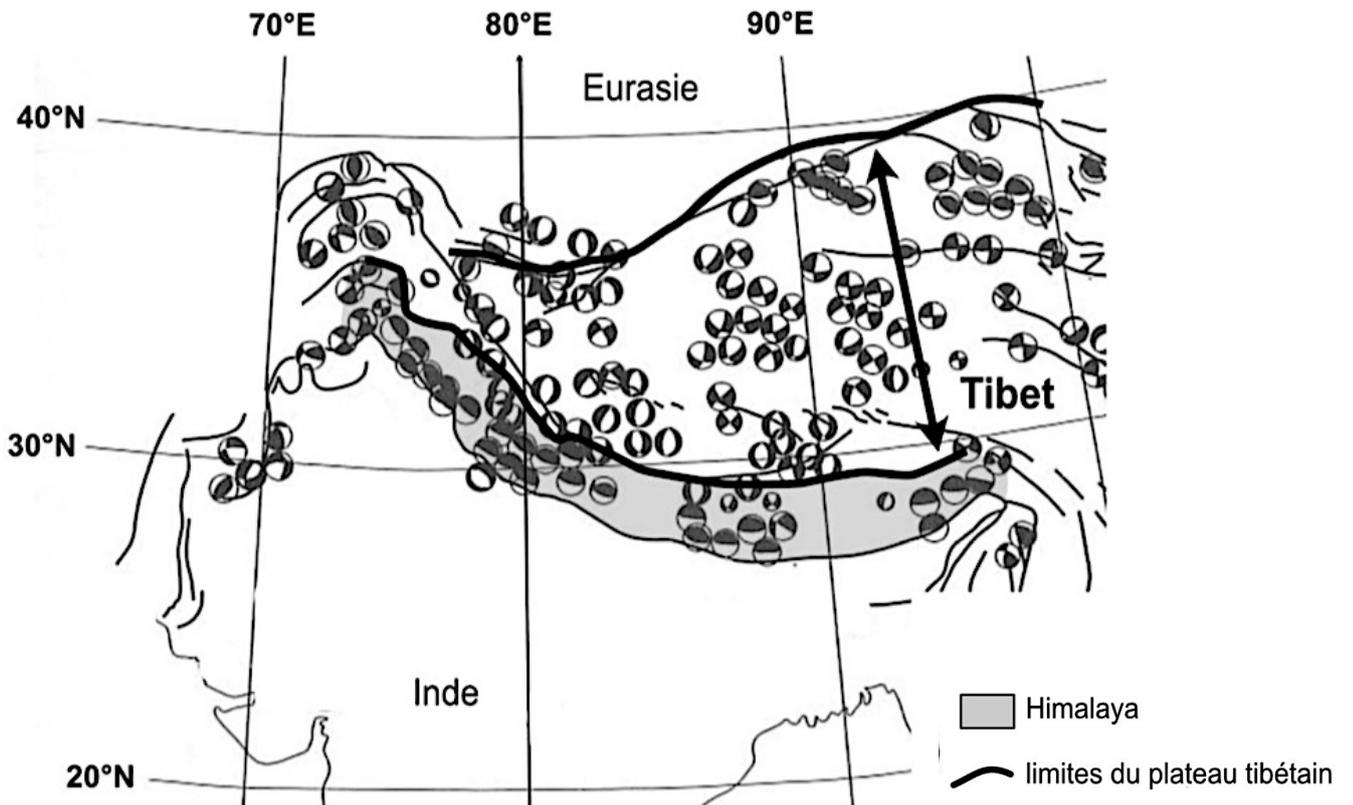


Figure 2 – Mécanismes au foyer au Nord de l'Inde, en Himalaya et au Tibet

**Exercice 1 – L'Himalaya – Tibet, une zone de déformations**

Figure 5 – Plaine du Kung-Co et ses sommets avoisinants