

# Devoir surveillé n°7

Mardi 7 avril 2024

## Épreuve d'analyse de documents de géologie

durée : 1h45 heures

### Exercice 1 – Le séisme de Turquie de 2023

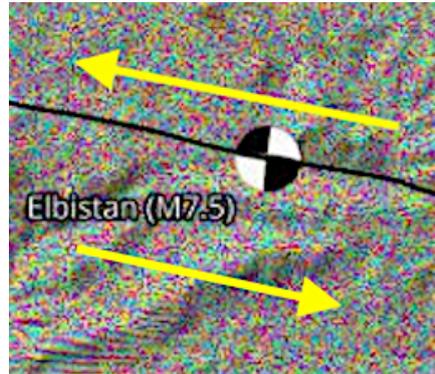
#### 1) Le séisme d'Elbistan

Question 1 – Donner l'amplitude du déplacement cosismique horizontal Est-Ouest.

*Le bloc au Nord se déplace au maximum de 3m vers l'Ouest et le bloc sud se déplace aussi d'environ 3m vers l'Est : l'amplitude maximale est donc de 6 m.*

Question 2 – Reproduire schématiquement la faille et dessiner la sphère nodale (ou stéréogramme) correspondant au séisme d'Elbistan. Identifier précisément le type de faille.

*Il s'agit d'une faille décrochante dextre + schéma avec faille et bon coloriage.*



#### 2) Le séisme de Gaziantep

Question 3 – Expliquer en quelques lignes la signification des 25 franges de couleur qui se répètent.

*L'onde envoyée par le satellite est réfléchi au niveau du sol et revient au satellite. Si le point de réflexion a bougé à la suite du séisme, l'onde retour revient avec une période un peu décalée par rapport à la référence d'avant le séisme : c'est le déphasage. L'onde étant sinusoïdale, la phase varie entre 0 et  $2\pi$  : sa valeur est représentée avec un dégradé de couleurs.*

*Les franges de couleur représentent le décalage de phase de l'onde entre avant et après le séisme : tout déplacement de grande ampleur va donc générer des déphasages successifs donc des franges qui se répètent.*

Question 4 – Analyser le bloc Sud-Est afin de déterminer le mouvement du décrochement lors du séisme de Gaziantep (14 franges de couleur sont comptabilisées sur ce bloc).

*Les franges de couleurs sont ordonnées dans le sens d'une diminution de la phase ( $2\pi \rightarrow 0$ ), donc d'un rapprochement. Le bloc Sud-Est a donc bougé vers le Sud-Ouest. En admettant que le bloc Nord a bougé vers le Nord-Est, le mouvement est un **décrochement dextre**.*

*On peut aussi imaginer un soulèvement vertical du bloc Sud-Est mais la faille est indiquée comme décrochante dans le texte.*

*Ici, il y a 14 franges or la longueur d'onde vaut 5 cm donc le déplacement du bloc donc le déplacement vaut  $14 \times 5 \times 0,5 = 35$  cm.*

### Exercice 2 – Analyse de paysage et contexte géologique

Question 1 – Décrire le paysage du document 1 en utilisant le vocabulaire adapté.

*L'image est une photographie d'un paysage chilien présentant un relief positif avec un affleurement vertical de type falaise dont la hauteur représente une cinquantaine de mètres de haut. La largeur du cliché fait une centaine de mètres de large.*

La partie basse du paysage, déboisée, est en pente douce, ce qui témoigne d'une roche tendre, peu résistante à l'érosion, et ayant permis le développement d'un sol. La partie haute est couverte d'une forêt de résineux

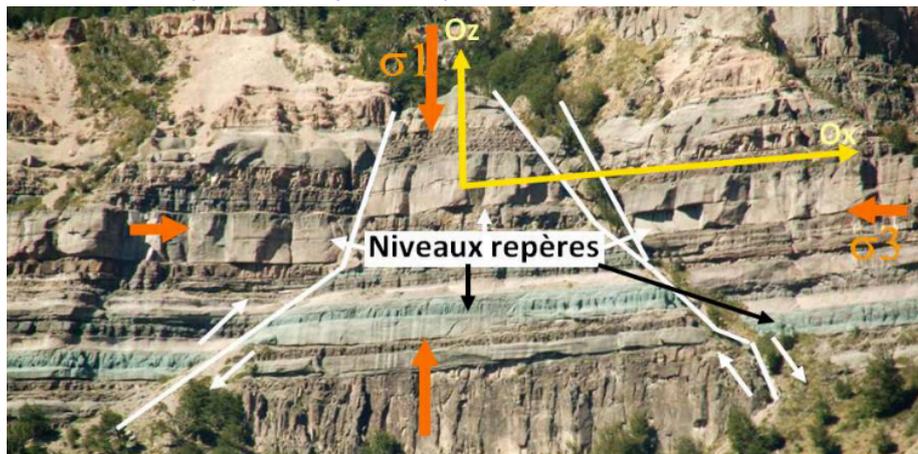
Au-dessus se trouve la falaise abrupte : la roche est probablement plus dure, résistante à l'érosion.

Elle présente des strates horizontales de diverses natures, avec des couleurs et dureté différentes : ce pourrait être une unité sédimentaire avec des roches sédimentaires variées superposées.

Des failles sont visibles et elles affectent les strates sédimentaires : leur inclinaison est importante (angle de 70° environ pour celles de droite) : le toit est descendu par rapport au mur ce qui témoigne d'un système de failles conjuguées normales, témoin d'un contexte en extension. Le rejet semble d'environ 1 mètre.

Le sommet de la falaise est couvert d'une forêt développée sur un plateau (on y voit aussi deux antennes).

Question 2 – Schématiser la photographie du document 2 de façon à placer les ellipsoïdes des déformations et des contraintes (si cela est possible).



Légender : toit, mur, couche sédimentaire, plan de faille

Question 3 – Indiquer si le contexte local (documents 1 et 2) est cohérent avec le contexte global (document 3). Dans la négative, proposer deux hypothèses explicatives.

Les documents 1 et 2 présentent un contexte local en extension.

Le contexte global du document 3 est un contexte de subduction donc de **convergence** : il y a donc opposition.

Sur la zone étudiée, on observe une figure d'extension au niveau de l'arrière de la plaque chevauchante. Cela peut-être dû à un contexte d'extension de type bassin d'arrière-arc ou altiplano (ici cordillère car la plaque chevauchante est continentale). On peut aussi voir que la dorsale qui sépare les plaques Nazca et Antarctique disparaît sous la lithosphère chevauchante par subduction. La présence d'une dorsale en profondeur pourrait générer un panache de chaleur à l'origine d'une extension de type rift.

### Exercice 3 – Analyse de déformations

Question – Réaliser un schéma d'interprétation légendé, identifier précisément le type de déformation et représenter les ellipsoïdes possibles.

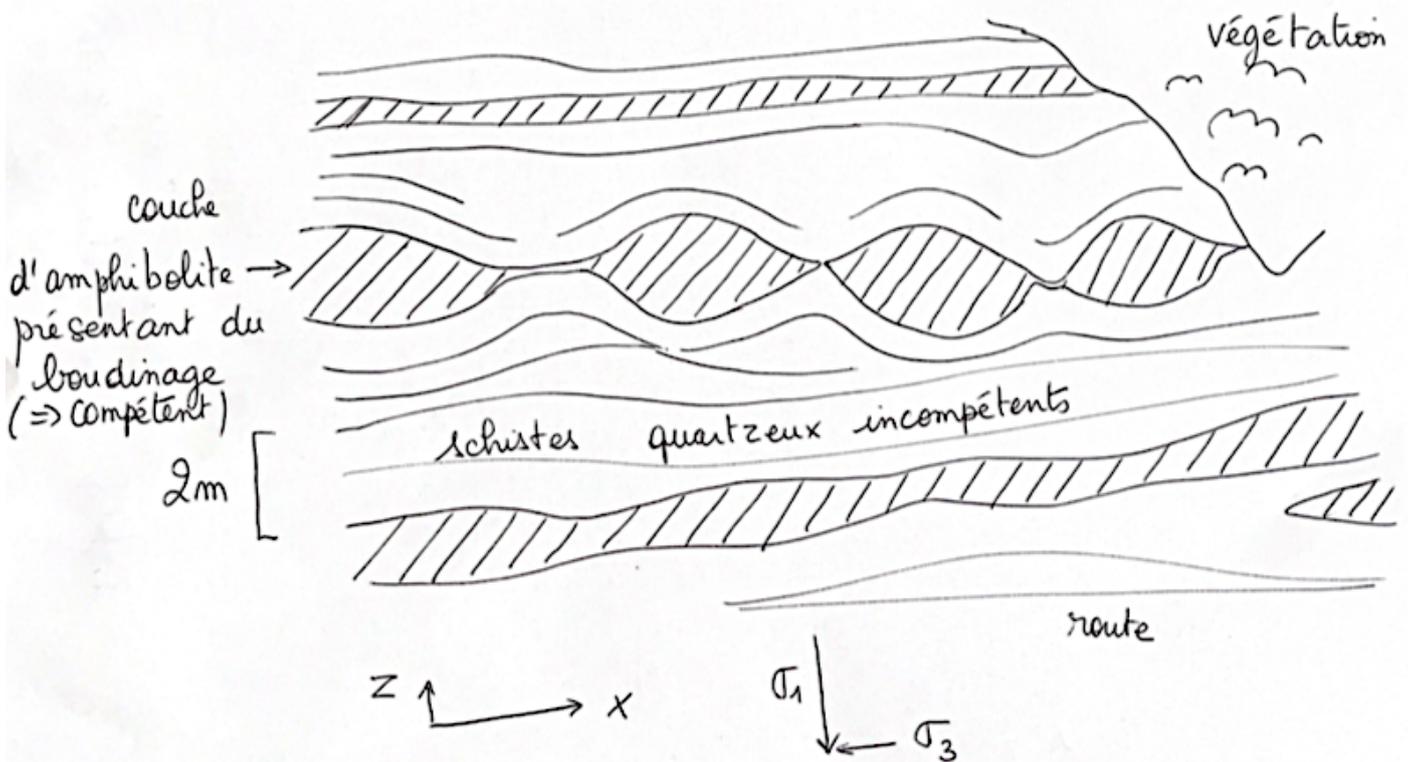


Figure 1 – Photographie d'un affleurement montrant un cisaillement pur avec boudinage dans les couches de roches compétentes (amphibolites) au cœur des couches incompetentes de schistes quartzeux.

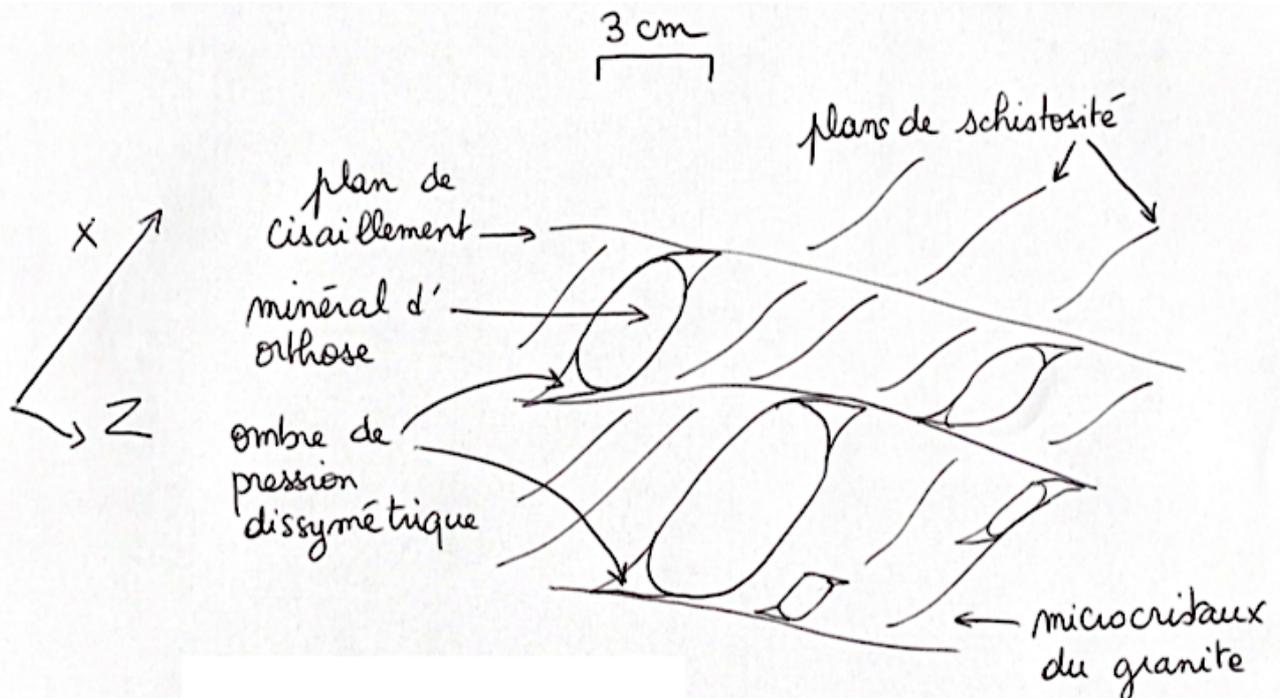
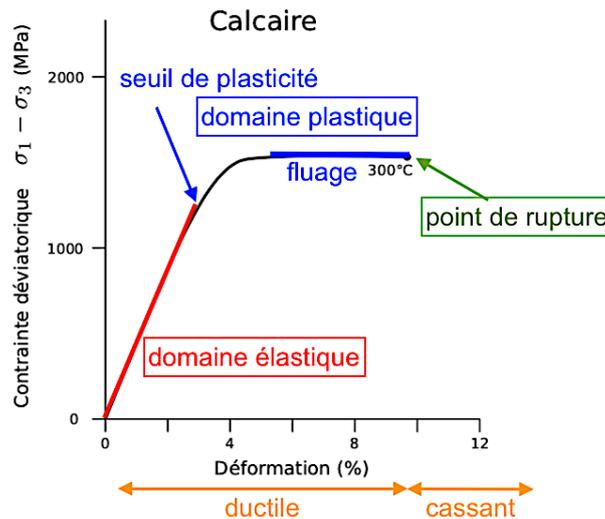


Figure 2 – Photographie d'une lame de roche (granite) déformée par cisaillement simple dextre. Seul l'ellipsoïde des déformations est possible à identifier, avec X suivant le plan S de schistosité.

## Exercice 4 – Étude de la compression dans les Pyrénées

Question 1 - Dans l'annexe, identifiez les différents comportements mécaniques d'un calcaire en annotant la figure.

Il faut : domaine élastique, plastique, fluage, point de rupture avec les seuils.



Question 2 – Identifier la structure visible sur la coupe de la figure 2 en argumentant à partir d'observations **exclusivement** tirées de la carte.

Il s'agit d'un pli anticlinal car sur la partie Est de la carte, on voit des couches disposées de façon symétrique par rapport à un axe Est-Ouest, sans que leurs limites épousent les lignes de niveau. Il s'agit donc d'un pli.

Le cœur du pli est le terrain le plus ancien (Keuper) : il s'agit donc d'un **anticlinal**, d'axe Est-Ouest.

Les pendages indiqués sont à la faveur d'un pli très vertical, voire déjeté.

Question 3 – À partir d'arguments tirés des études rhéologiques de la figure 1 et de la carte de la figure 2, donnez les éléments ayant permis à l'auteur de la coupe de la réaliser ainsi. Vous discuterez en particulier la répartition du Keuper, et prendrez aussi en compte les failles proposées dans la partie aujourd'hui érodée.

Les pendages indiqués sont à la faveur d'un pli très vertical, voire déjeté : les couches sont représentées de façon très verticales (confirmé par quelques signes de pendage vertical observés et signalés sur la carte).

La largeur de la couche du Keuper varie entre la partie Est et Ouest du pli : la couche est quasiment invisible à l'Est.

D'après les profils rhéologiques, le gypse a un comportement très différent du calcaire : il présente un fort fluage, pour de faibles contraintes déviatoriques, à 300°C (soit 10 km de profondeur).

La formation du pli a donc affecté différemment les couches de calcaires et le gypse central : celui-ci a flué donc a quitté le cœur du pli sous l'effet des contraintes compressives de l'intrados du pli.

Sur l'extrados, des failles normales ont été dessinées afin d'accommoder la déformation : elles affectent les couches de calcaires, plus compétentes que le gypse, très incompétent.

## Exercice 5 – Paléogéographie dans le Béarn

Question 1 – Sur la carte d'Oloron, les roches du Trias sont signalées comme des évaporites. Rappelez l'environnement de mise en place de ces roches.

Les évaporites se mettent en place dans des contextes de sursaturation d'eaux en sels minéraux (provoquant leur précipitation) : il s'agit le plus souvent de lacs ou lagunes alimentées de façon irrégulière en eaux chargées en ions et subissant des périodes d'évaporation importante. Le climat y est donc **aride**, souvent chaud.

Question 2 – Précisez la profondeur de mise en place de calcaires tels que ceux du Jurassique, du Crétacé inférieur ou de l'Éocène.

*Au Jurassique, le calcaire contient des exogyres, sortes d'huîtres donc animaux d'habitat côtier. Le niveau local devait être modéré, inférieur à 80 m (pour les Huîtres actuelles). Il s'agit donc du plateau continental.*

*Au Crétacé inférieur, le calcaire contient des Rudistes, fossiles d'êtres vivants du récif corallien donc de la plate-forme carbonatée (= plateau continental).*

*À l'Éocène, les alvéolines contenues dans le calcaire sont des êtres vivants d'eau chaude donc au-dessus de la thermocline, soit à une profondeur de moins de 100 m. Les Nummulithes étant benthique, cela témoigne d'un fond inférieur à 100 m soit sur la plate-forme continentale également.*

*Durant ces 3 périodes, la profondeur de mise en place des calcaires est donc faible, sur le plateau continental.*

Question 3 – Précisez les conditions de mise en place des roches du Miocène. On précise que l'on trouve dans ces roches des fossiles de feuilles d'arbre et de racines.

*Au Miocène, la molasse présente des particules détritiques de granulométrie hétérogène, avec des galets allant jusqu'à 5 cm : cette granulométrie est observée sur le littoral. De plus, la molasse contient des restes de feuilles et de racines, ce qui signifie que la roche s'est mise en place dans un domaine de littoral ou de marécages, avec de la végétation aérienne.*

Question 4 – Identifiez les particularités stratigraphiques des roches du Crétacé supérieur permettant d'arriver à cette interprétation des conditions de mise en place.

*L'alternance de dépôts argileux et de grès issus d'avalanches sous-marines témoigne d'une zone instable. Les couches marneuses sont typiques d'un dépôt profond de particules argileuses et calcaires. La présence d'argile indique un milieu calme car les argiles ne se déposent qu'en cas de vitesse nulle du courant (d'après le diagramme de Hjulström).*

*Elles sont intercalées avec des dépôts de sables donnant naissance aux grès : ces sables sont issus du plateau continental et sont arrivées en profondeur à la faveur d'une avalanche sous-marine*

*L'interprétation d'avalanche sous-marine est confortée par le tri granulométrique observé dans la couche de grès : les particules les plus grosses sont à la base de la couche de grès, avec une granulométrie qui décroît vers le sommet. Les particules détritiques grossières semblent de plus avoir une forme assez anguleuse, donnant l'idée d'un transport faible et peu d'abrasion.*

*Il s'agit donc probablement d'une zone de **glacis**, c'est-à-dire le bas du talus continental.*

Question 5 – Rappelez à quoi correspond la profondeur de compensation des carbonates et déduisez en une gamme de profondeurs pour le dépôt des flyschs du Crétacé.

*La profondeur de compensation des carbonates, ou NCC ou encore CCD en anglais, est la profondeur pour laquelle tout apport de carbonates venant de la surface, qui tombe vers le fond, est dissous en raison de la réaction de dissolution du  $\text{CaCO}_3$ . Il n'y a alors aucune accumulation de carbonate dans le sédiment.*

*Les flyschs contenant des marnes, c'est-à-dire des calcaires argileux, indique que la profondeur océanique était au-dessus du NCC.*

Question 6 – Remplacez dans l'encart prévu à cet effet sur l'annexe, la profondeur de mise en place des différentes roches sédimentaires en fonction du temps.

*Trais = littoral à émergé (lagunes donnant naissance aux évaporites)*

*Jurassique et Crétacé inférieur = plateau continental (< 100 à 200 m)*

*Crétacé sup = plus profond : base du talus continental mais au-dessus du NCC*

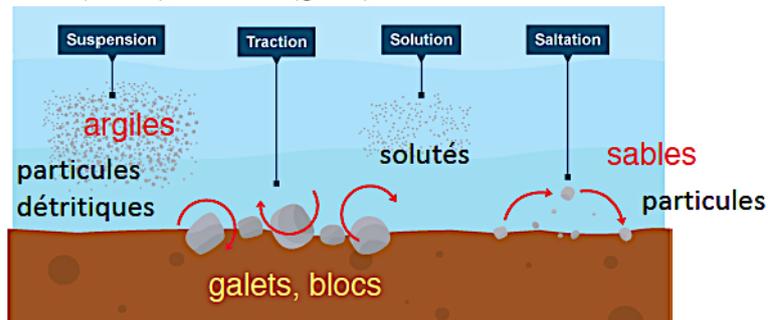
*Éocène = plateau continental*

*Miocène = Littoral, proche du niveau de la mer (donc remontée) voire zone émergée.*

## Exercice 6 – Étude d'un barrage sur le fleuve Yangtzé en Chine

Question 1 – Schématiser les 3 modes de transport des produits de l'érosion et donner un exemple de matière concernée.

*Suspension (argiles), saltation (sable), traction (galet)*



Question 2 – En utilisant le diagramme de Hjulström de la figure 2, proposer une explication à l'évolution des proportions observée de l'amont vers l'embouchure à Shanghai.

*La vitesse du courant diminue entre l'amont et l'aval car la pente diminue. Les plus grosses particules sont alors restées en amont et seules les petites sont entraînées dans les zones aval à faible vitesse de courant.*

*Autre explication : diminution de la taille des particules par le phénomène d'abrasion et de dissolution.*

Question 3 – Décrire l'effet de la mise en eau du barrage sur la charge sédimentaire du fleuve Yangtzé. Proposer une explication.

*On observe une diminution par 2 de la masse de sédiments car la chute de vitesse en amont du barrage, au niveau du lac de retenue, arrête toute grosse particule.*

*L'effet bien visible depuis 2003, date de la mise en eau du barrage.*

*Non demandé : les irrégularités des masses peuvent provenir des travaux de construction du barrage, des variations climatiques...*