

1A Géologie Structurale

CORRIGE de l' EVALUATION Session 1 2019-20

Evaluation UE = Moyenne des trois Afs

Note Moy UE : 11,7

11 F/Fx

Evaluation AF1: cours

Note moyenne examen : 9,85

Note moyenne CC : 16,7

Examen (70%)+CC (30%)= 12

12 F/FX

Barèmes du Module

A : 18-20

B: 16-<18

C : 14-<16

D: 12 - <14

E : 10 (9,5)- <12

FX 7-<9,5

F 0-<7

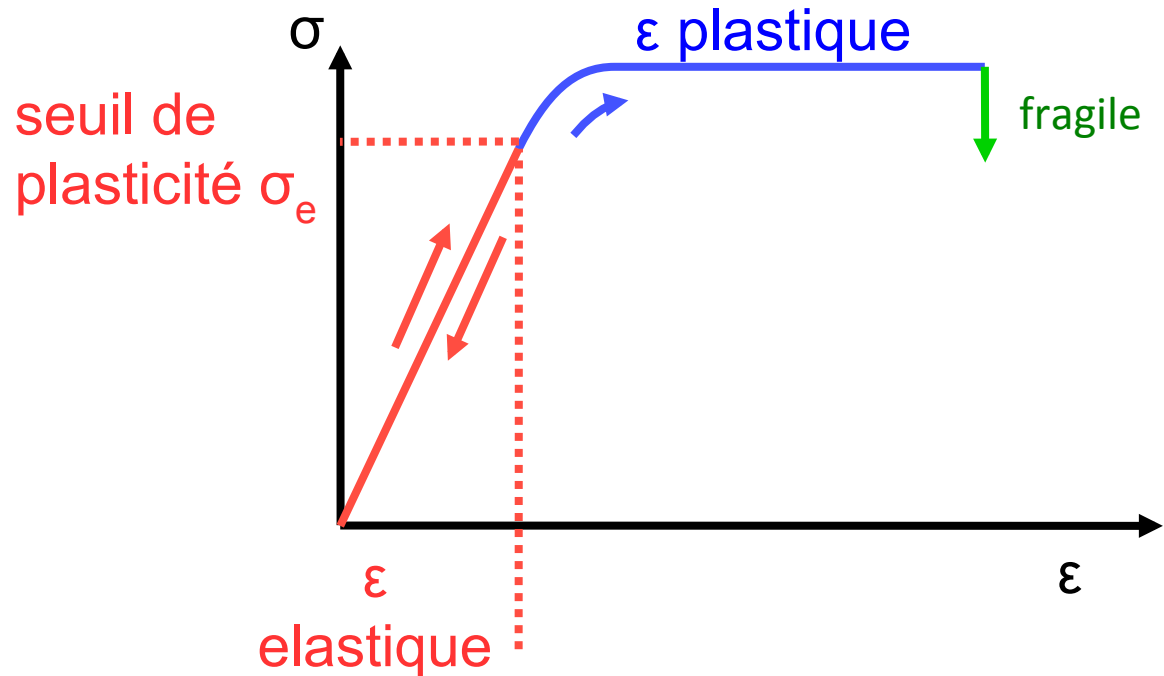
AF1 (Cours). Capacité à décrire et interpréter les structures développées dans les domaines fragiles et ductiles (plis, failles, fractures, foliations, linéations) et à différentes échelles. Interpréter ces structures en termes de contraintes et des conditions PTt.

AF1: Question 1 (cours)

Mécanique et rhéologie (S. BOURLANGE) note moy: 12,08

- 1) Définir les trois modalités principales de déformation des roches (**3/10 points**). Illustrer ces modes de déformation par un graphique en couleur contraintes σ (en ordonnées) déformation ε (en abscisses) typique d'un essai de déformation de roche à l'aide d'une presse triaxiale (**3/10 points**). (NB : vos explications devront s'appuyer sur ce graphique).

- figure attendue :



- Une définition succincte des trois modalités de déformation (élastique, plastique, fragile) permettrait d'obtenir les points.

2) Pour les deux exemples de déformations continues présentés précédemment, donner les expressions mathématiques **simples** permettant de relier contraintes σ et déformations ε en explicitant les paramètres (nom, unité, exemple d'ordre de grandeur) **(4/10 points)**

On attendait la loi de Hooke pour l'élasticité :

$$\sigma = E \varepsilon$$

Les unités de E (en Pa) sont trop rarement précisées, et trop souvent erronées. Les autres formules d'élasticité (pour la contrainte cisailante) permettaient également d'obtenir les points.

On attendait également l'expression reliant contrainte et taux de déformation dans le cas très simple d'une plasticité newtonienne, à savoir :

$$\sigma = \eta \dot{\varepsilon}$$

Cette formule a été très rarement exprimée de façon juste. Le paramètre est rarement nommé viscosité et son unité est très rarement rapportée dans les copies (Pa.s). On peut pourtant facilement la retrouver par une triviale analyse d'homogénéité de la formule. Le fait qu'il s'agit d'un taux de déformation et non d'une déformation a été trop souvent oublié.

Il faut insister sur l'utilité d'avoir toujours au moins une idée des ordres de grandeur utiles en géologie. A savoir, E de l'ordre de 10-100 GPa, viscosité de l'ordre de 10^{18} - 10^{20} Pa.s pour des roches.

AF1: Question 2 (cours)

Déformation fragile (Ford) Note moy: 11

- (a) (4/20) Expliquez la signification des fractures de Mode I, II et III.
- (b) (3/20) Quelle est la différence entre une diaclase et une faille?
- (c) (6/20) Décrivez la démarche à suivre pour analyser un système de fractures ou de diaclases
- (d) (3/20) Expliquez l'origine des stylolites et leurs relations avec le champ de contrainte?
- (e) (4/20) En utilisant des schémas annotés décrivez les relations angulaires possibles entre les joints et les plis

Question 2. Domaine fragile (Ford)

(a) (4 /20) Expliquez la signification des fractures de Mode I, II et III

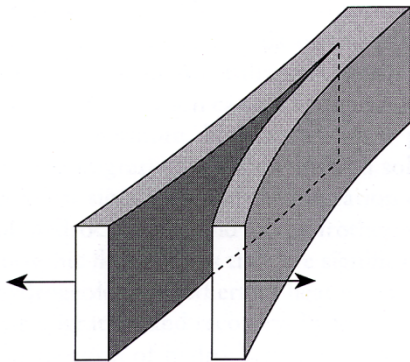
Modes de fracturation distingués par le mouvement relatif entre les deux lèvres

Mode I : fracture distensive. Ouverture orthogonale entre lèvres

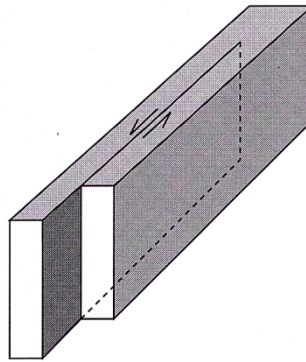
Mode II : fracture cisailante avec glissement parallèle à la fracture et perpendiculaire à sa limite

Mode III : fracture cisailante avec torsion (cisaillement rotationnel)

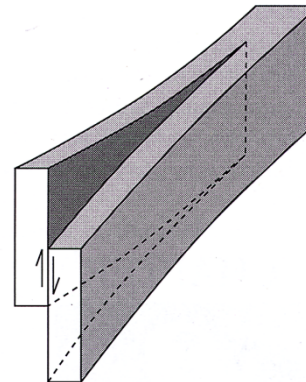
Modes II et III ne sont pas
les fractures cisailantes avec déplacement verticale et horizontal.
Les failles décrochantes et normales/inverses



A. Extension (mode I)



B. Shear (mode II)



C. Shear (mode III)

b) (3/20) Quelle est la différence entre une diaclase et une faille?

Faille – fracture de Mode II ou Mode III avec déplacement $>0,5\text{mm}$

Diaclase – fracture de Mode I ou Mode II avec peu de déplacement ($<0,5\text{mm}$)

La différence entre faille et diaclase n'est pas une question d'échelle

(c) (6/20) Décrivez la démarche à suivre pour analyser un système de fractures ou de diaclases

(1) Analyser les systèmes de fractures

- Identifier les failles et les ensembles de diaclases
- Description– Orientation, distribution, espacement, taille et forme.
- Analyse statistique de l'orientation des ensembles de joints ou failles (stereo, diagramme de rose, histogramme)

(2) Identifier les relations géométriques avec les autres structures (litage, plis, failles...)

(3) Décrire les tectoglyphes sur la surface des fractures.

Stylolites, structures en plume, stries.

(4) Identifier la chronologie relative des différentes familles de fractures

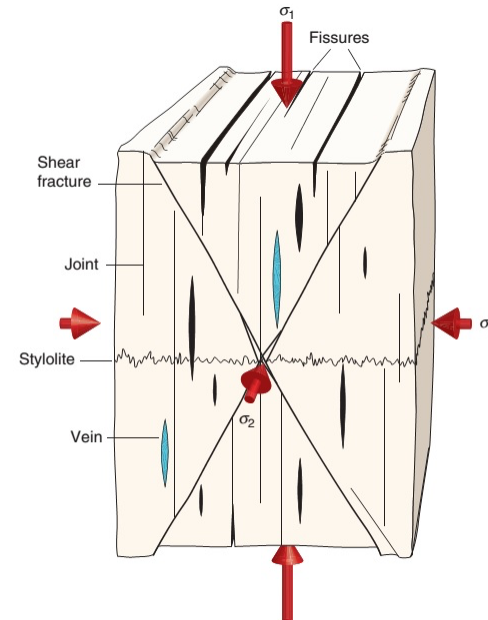
Bcp de réponses avec quelque éléments essentiels. Autres réponses pas sur le sujet par exemple que la définition des trois groupes de failles

(d) (3 point) Expliquez l'origine des stylolites et leurs relations avec le champ de contraintes?

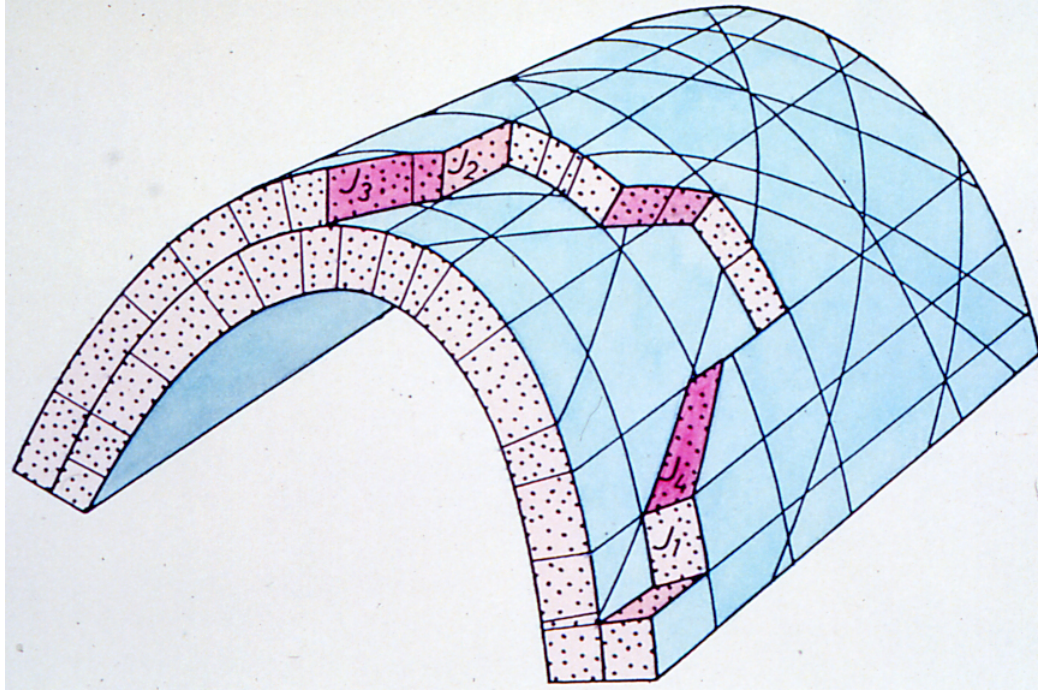
Surfaces irrégulières résultant de la dissolution d'une roche carbonatée due à l'application d'une pression deviatorique ou locale (lithostatique, par exemple). Les pics stylolitiques sont parallèle à l'axe principale de contrainte.

AVEC SCHEMA

Bonnes réponses



(f) (4/20) En utilisant des schémas annotés décrivez les relations angulaires possibles entre les joints et les plis



Les joints ac sont perpendiculaires à l'axe du pli,

Les joints bc sont les joints longitudinaux quand le pendage de l'axe du pli est nul.

Les joints ab sont parallèles au litage (bedding joints)

Les joints obliques ou transversaux apparaissent presque toujours en paires conjuguées, parce que ce sont des fractures de cisaillements. Un système de référence exact pour décrire leur relation avec le pli : quand une fracture ne renferme aucun des axes de référence (a,b,c) on la décrit comme une fracture hkl.

Réponses variables. Une description de joints longitudinaux et transverses était aussi acceptable même si c'est pas assez précise.

AF1 Question 3.

Domaines fragiles Décrochantes (Ford) **Note Moy 6,7**

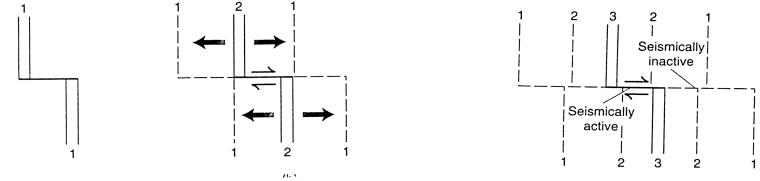
(a) (8 /20) Où se développent préférentiellement les grands systèmes décrochants? Donnez des exemples.

(b) (8 /20) Décrivez l'évolution progressive d'une zone décrochante en utilisant des schémas annotés.

© (4 /20) Expliquez la différence entre transpression et transtension en utilisant des schémas annotés.

(a) (8/20) Où se développent préférentiellement les grands systèmes décrochant? Donnez des exemples.

Vos réponses ont surtout focalisé sur les failles transformantes. Bcp d'explications des failles transformantes étaient erronées. Autres réponses « on trouve les FD dans les zones de rifts, dans les bassins d'arrière arc.... »



Manque de schémas, manque d'exemples

A. Failles transformantes

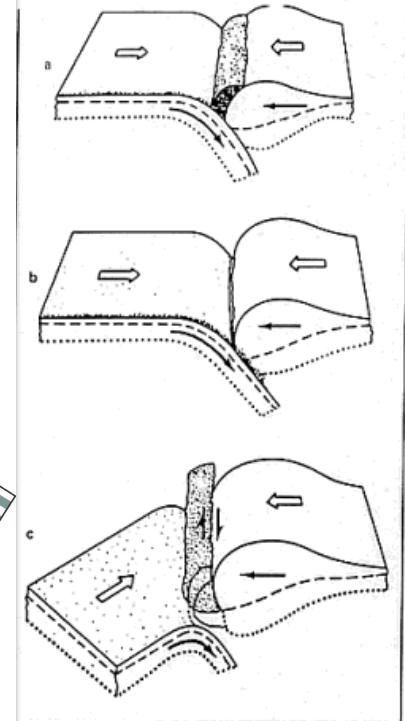
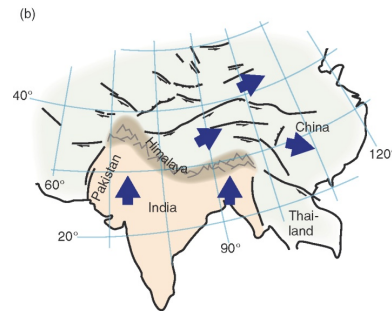
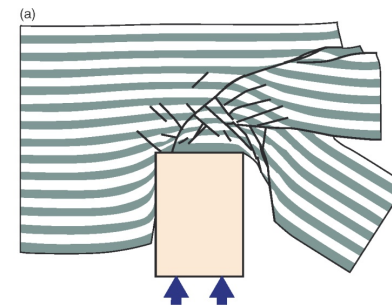
coupant la lithosphère océanique ou la lithosphère continentale. Elles sont les failles lithosphériques c'est à dire les limites de plaques.

Exemples à terre : Faille de San Andreas, F. Nord Anatolienne, F. de la Mer Morte.

B. Subduction oblique/collision oblique. La composante oblique est accommodée sur les failles décrochantes dans la plaque supérieure.

Exemple: subduction oblique de l'Océan indien sous l'Indonésie (Sumatra).

C. Poinçonnement d'une plaque dans une autre plaque plus faible, - échappement latéral des grands blocs crustaux. Exemple : la collision entre l'Inde et la marge sud de l'Eurasie ou le bloc d'Anatolie (Faille NA).



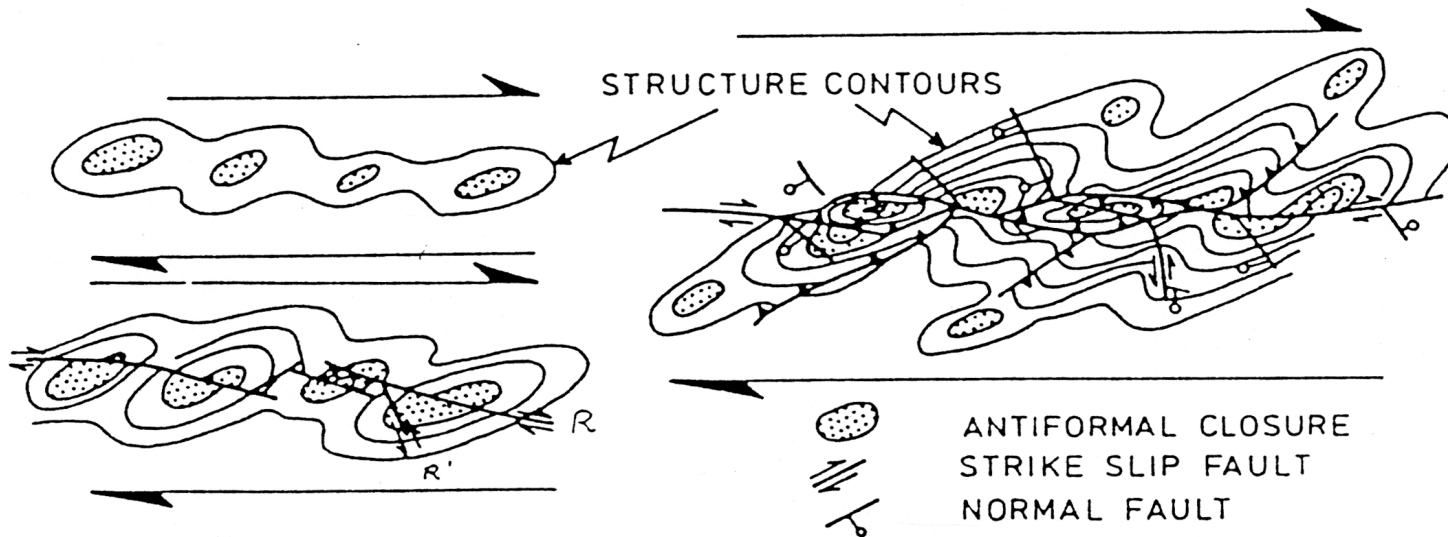
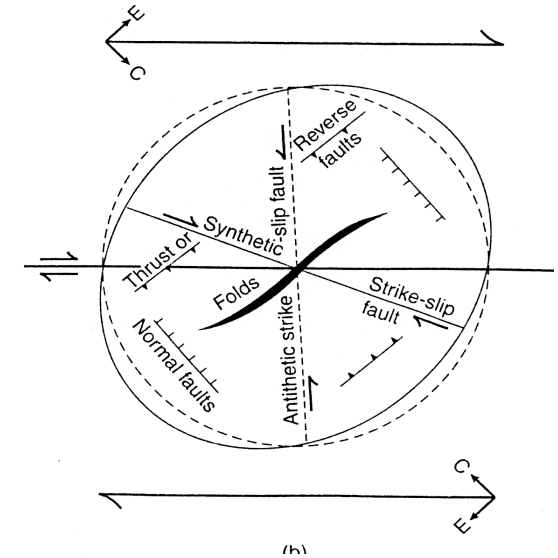
5.9 Abyssal sediments and subduction: (a) Sediments piled off to accumulate against overriding plate rim; (b) sediments subducted along with oceanic plate; (c) Sediments accumulate and are displaced by strike-slip faulting caused by oblique convergence

(b) Décrivez l'évolution progressive d'une zone décrochante en utilisant des schémas annotés.

1. Dessiner l'ellipse de déformation en cisaillement simple et décrivez l'orientation des différentes structures.....

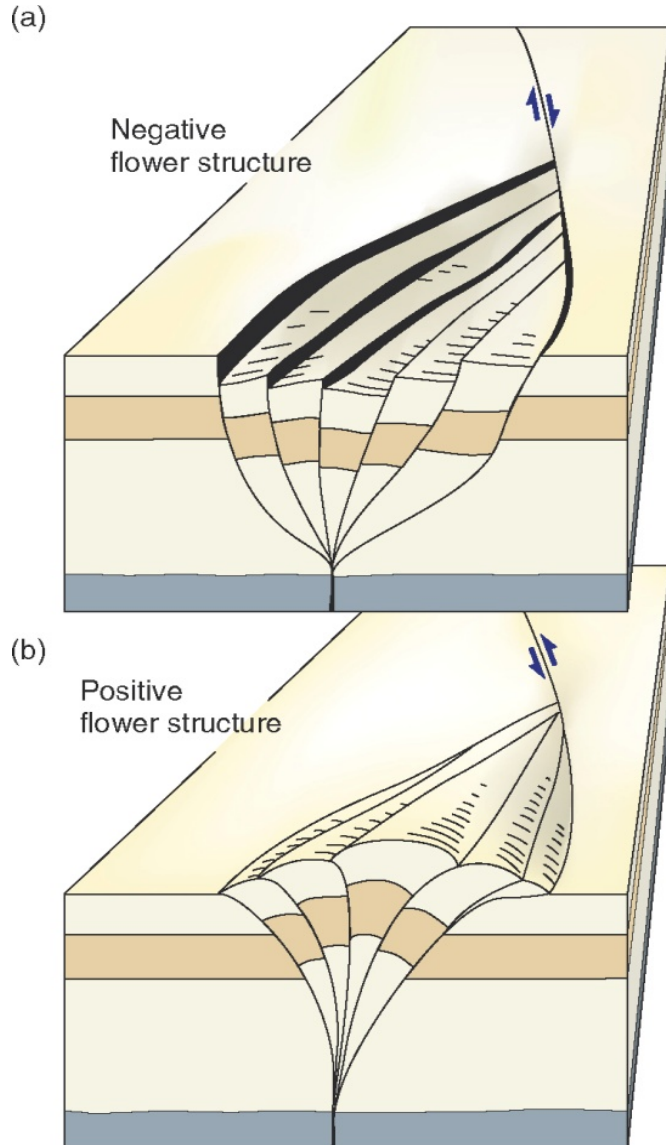
2. EVOLUTION progressive :

- Couloir de plis en echelon
- Developpement des Riedel shears
- Faille principale décrochante coupe le centre de la zone. La zone s'elargie.



Que 5-10 bonnes réponses. Bcp de gens on essayé d'expliquer l'évolution des failles transformantes Ride-Ride – mais presque toujours raté

(c) Expliquez la différence entre transpression et transtension en utilisant des schémas annotés



La transtension combine la déformation distensive et la déformation décrochante. Peut être dextre ou senestre.

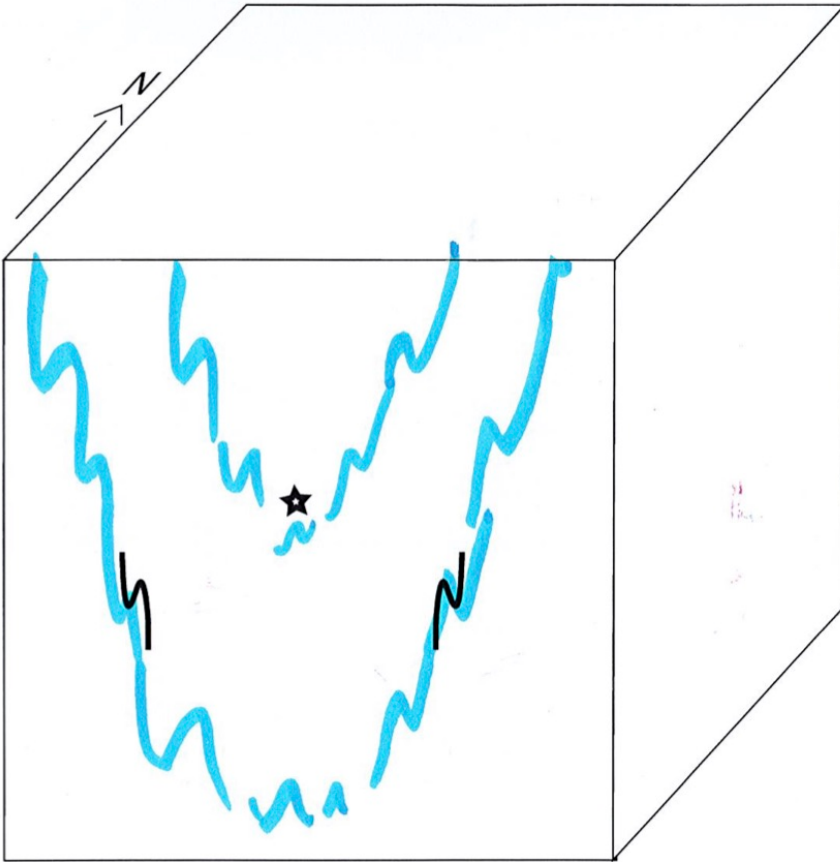
Typiquement, la transpression génère les structures en fleur négatives

La transpression combine la déformation compressive et la déformation décrochante. Peut être dextre ou senestre. Typiquement, la transpression génère les structures en fleur positives

Les bonnes réponses en générale

AF1: Question 4 (cours)

Plis et foliations (Jousselin) note moy: 9,7



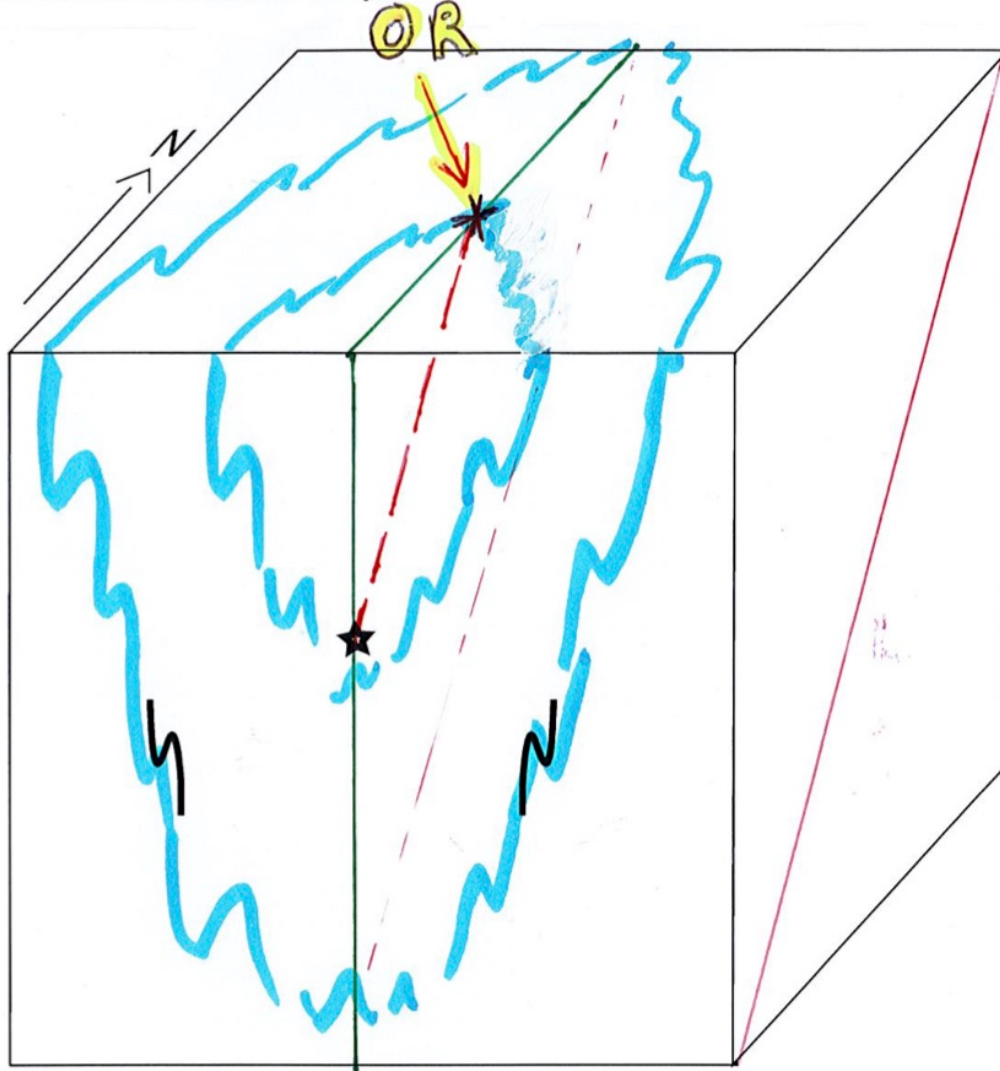
Questions 1 et 2:
Appliquez critères de polarité (il fallait faire un petit schéma)=>
Charnière synclinale; le veine dans un niveau plus jeune.

Exercice I. Dans une région plissée où les roches sont très altérées, on observe sur un front de taille deux petits plis (probablement d'un même niveau), et une veine de quartz aurifère qui correspond probablement à la charnière d'un pli.

I.1) La veine de quartz correspond elle à une charnière synclinale ou anticlinale? (réponse à justifier; sinon la réponse peut ne pas être validée)

I.2) La veine de quartz est elle dans un niveau plus jeune ou plus ancien que les niveaux plissotés?

2 pts faciles



Plan souvent fait (2pts) mais pourquoi dessiner « en l'air » et pas seulement intersection avec cube?...

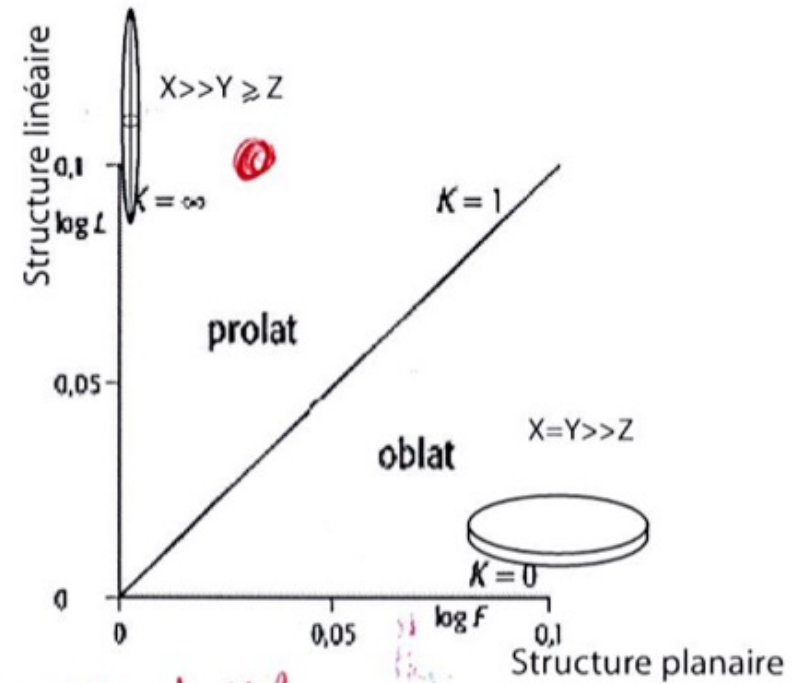
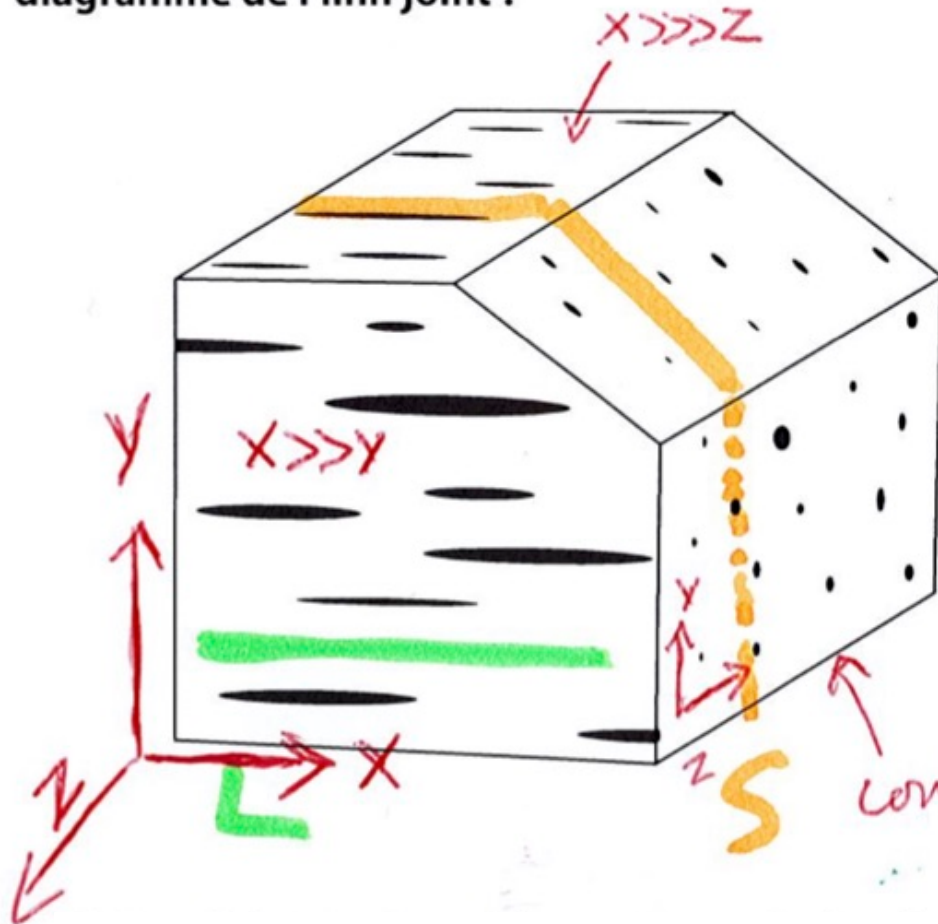
Axe: approximatif, souvent absent

Dessin strate+ veine en surface... très approximatif

Il n'est pas normal que tout le monde n'ait pas 5 ou 6/6 sur cet exo détaillé en cours

I.3) On suppose que -comme dans une région proche- les axes de pli sont orientés N180-45 et les plans axiaux des plis sont verticaux. Complétez le dessin avec le plan axial (en vert), l'axe du pli (en rouge) au niveau de la charnière, et l'allure que peuvent avoir le niveau plissé et le niveau qui contient la veine. (la face verticale N-S du cube est carrée donc ses diagonales sont à 45° de l'horizontale).
Cela devrait permettre de trouver sur la surface horizontale du cube, où affleurent les niveaux plissés et la veine de quartz.

III. Le dessin représente un échantillon de conglomérat déformé plastiquement. Les ellipses noires sont des galets déformés. **Indiquez sur l'échantillon les axes X, Y, Z.** Où se trouve l'échantillon sur le diagramme de Flinn joint ?



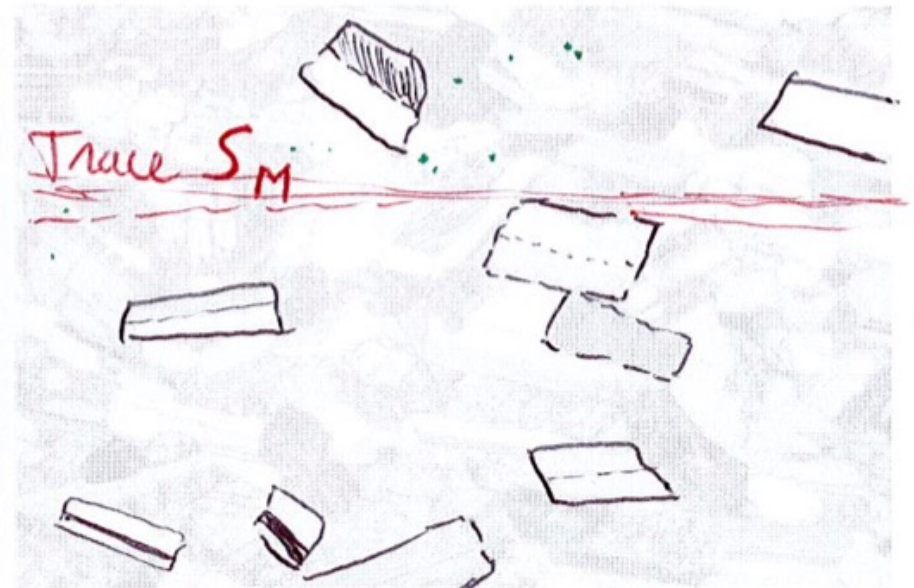
4/4 une grande majorité. Certains ont mis Z à la place de Y (erreur évitable si on montre le plan S et qu'on détaille les contrastes $X \gg Y > Z$ pour justifier place dans diagramme de Flinn)

✓ IV. Dans la lame mince ci dessous, coupée dans le plan XZ, donnez la trace du plan de foliation.
Quel mécanisme a généré la structure?

Expliquez vos critères d'identification, vous pouvez le faire en redessinant et pointant certains aspects sur la photo dupliquée dans un ton clair



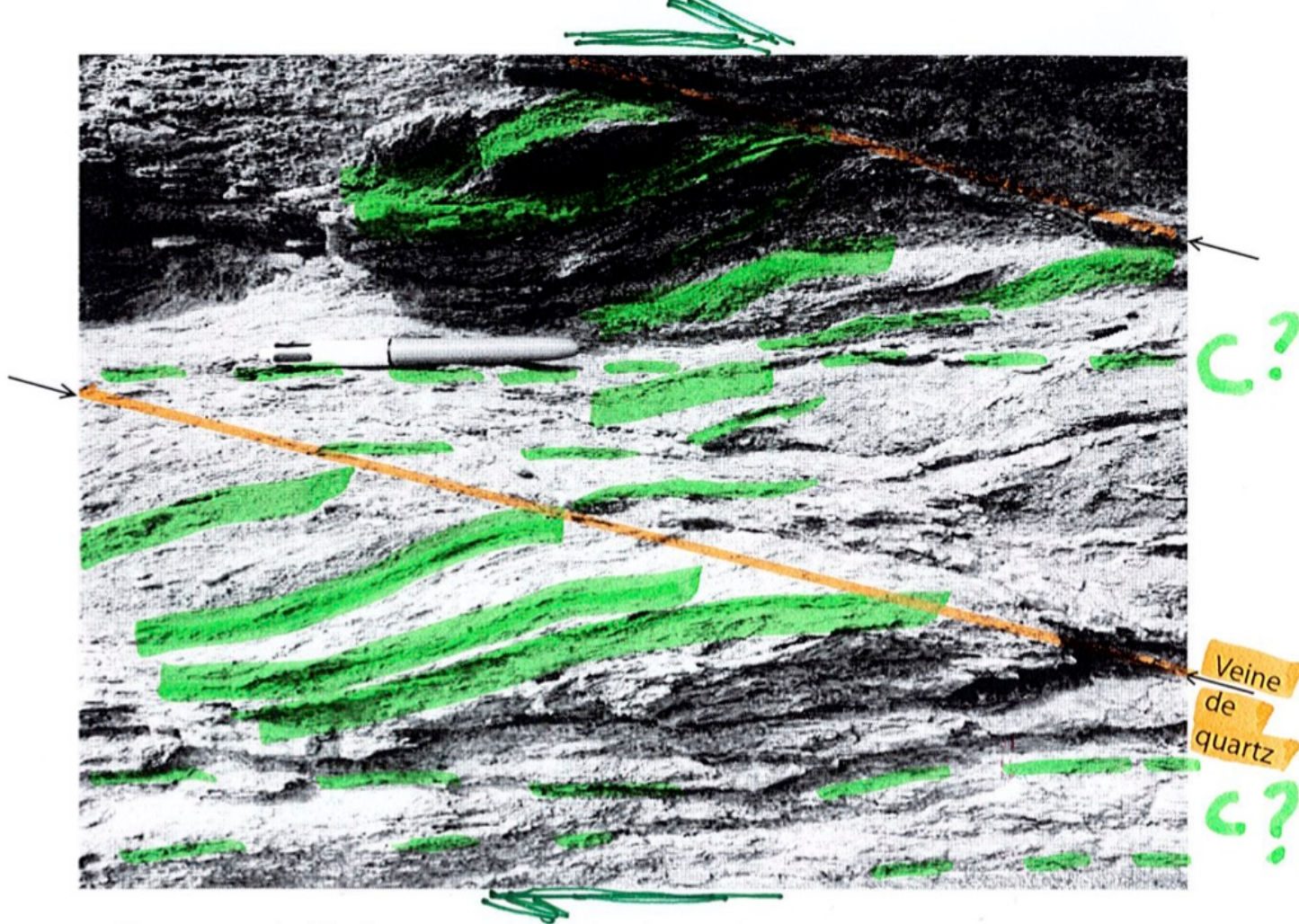
1 cm



Minéraux subautomorphes ; macles continues et espacées $\Rightarrow$ ϵ magmatique

Trace S: OK (1 pt), peu ont vu les mx automorphes, l'orientation préférentielle « en zone », et reconnu macles magmatiques.

Certains notent présence macles tectoniques; OK, présentes (pts si bien montrées), mais pas de néoblastes, pas de recristallisation dynamique, et forme angulaire des cristaux aurait du mieux aiguiller.



II- Sur cet affleurement de l'île de Groix, surlignez la schistosité, et portez par deux demi-flèches le sens de cisaillement entre le haut et le bas de la photo.

Sens: question réussie

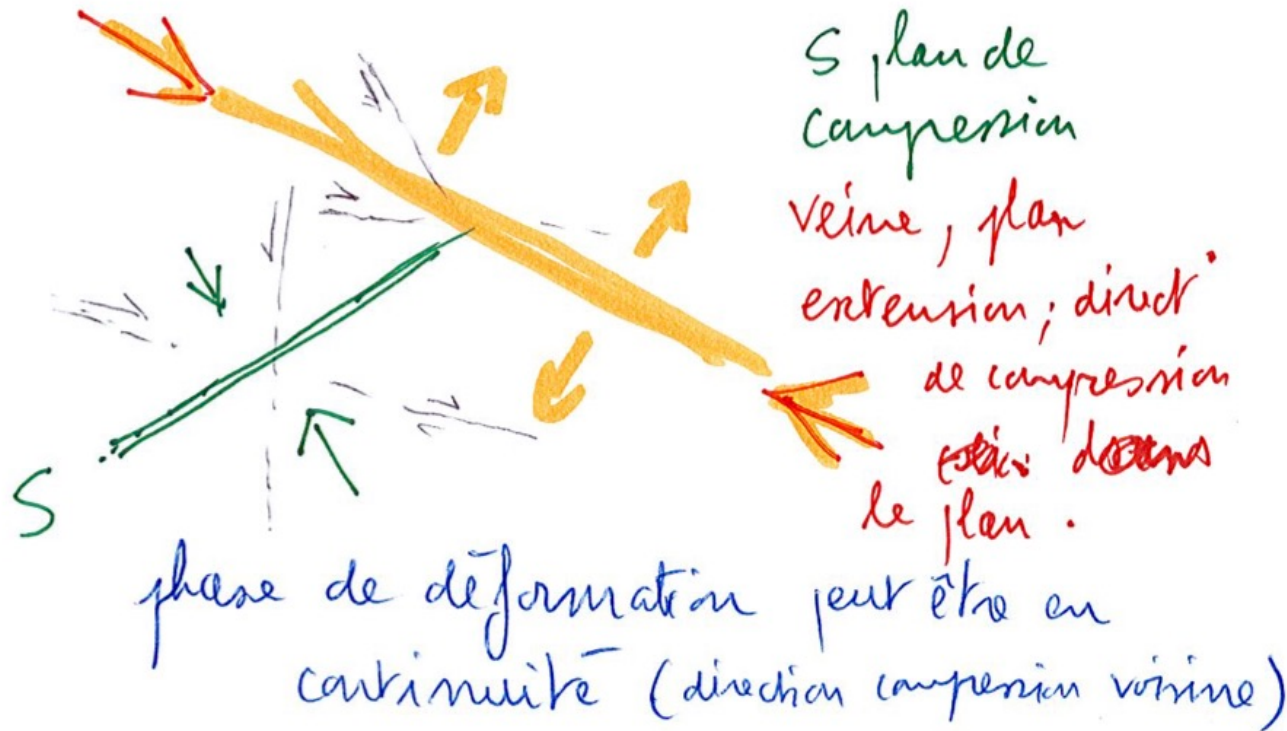
Associé à ces structures de cisaillement, on trouve deux petites veines de quartz (pointées par des flèches). Ces veines peuvent-elles se former dans le même régime de contrainte que le cisaillement, ou bien s'agit-il forcément d'une phase de déformation très différente? Justifiez de préférence par un petit schéma qui indiquerait à quel(s) plan(s) de cisaillement peu(ven)t être associée(s) ces veines.

S/C ou rigmoïde



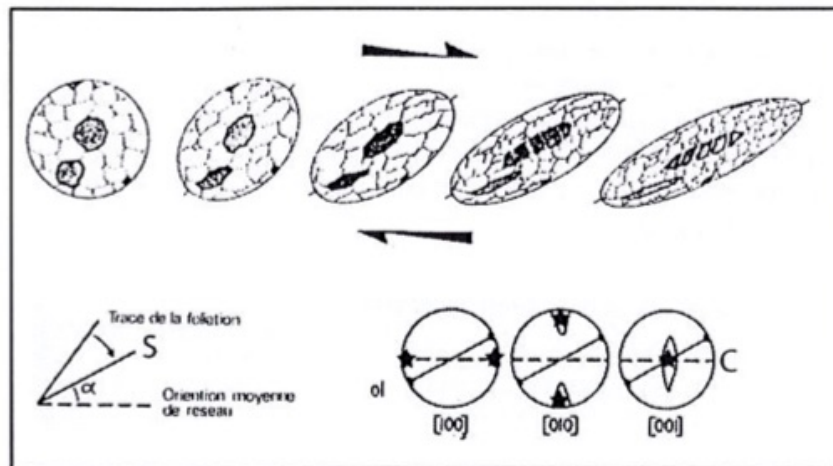
Associé à ces structures de cisaillement, on trouve deux petites veines de quartz (pointées par des flèches). Ces veines peuvent-elles se former dans le même régime de contrainte que le cisaillement, ou bien s'agit-il forcément d'une phase de déformation très différente? Justifiez de préférence par un petit schéma qui indiquerait à quel(s) plan(s) de cisaillement peu(ven)t être associée(s) ces veines.

S/c ou riguroide

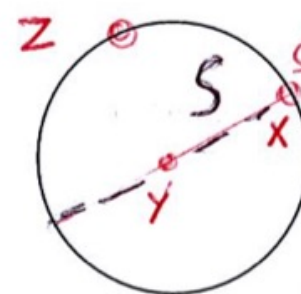


Question difficile. Toute justification avec un dièdre montrant plan en compression (S), plan en dilatation (la veine) et les plans de cisaillement était acceptée. (reçu une seule remarque intéressante sur le fait que la veine était sécante, donc bien postérieure

Exercice V.



La figure ci-contre montre l'évolution de la fabrique de forme dans une péridotite (la roche du manteau) quand le cisaillement augmente, et l'orientation moyenne des axes cristallographiques $[100]$, $[010]$, et $[001]$ causée par ce cisaillement. ($\star$ = axe; pointillé = C; trait plein = plan S).



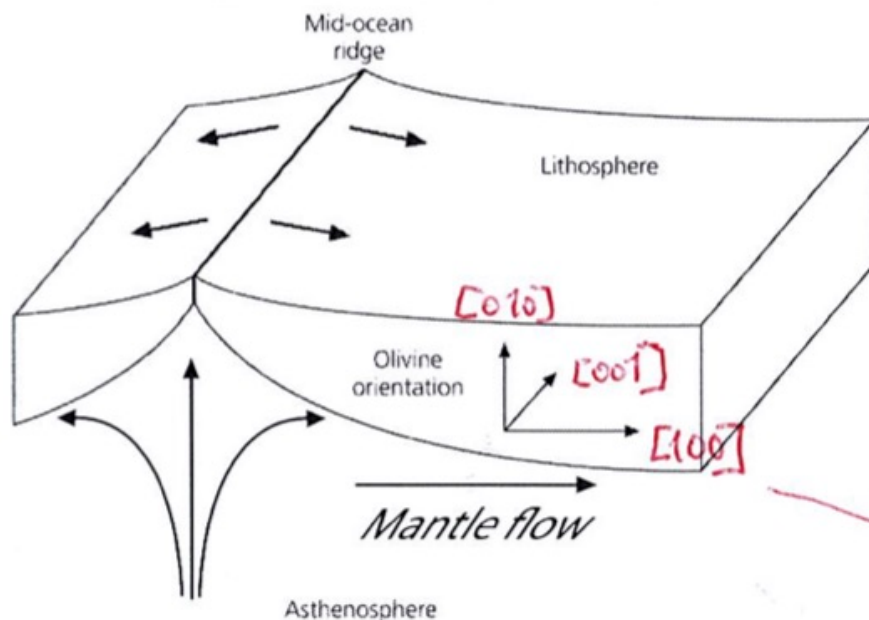
Sur le stéréo ci-contre, reportez S, et X,Y,Z (les axes structuraux)

Axe = ligne = point en stéréo

De quel axe cristallographique X est il le plus proche?

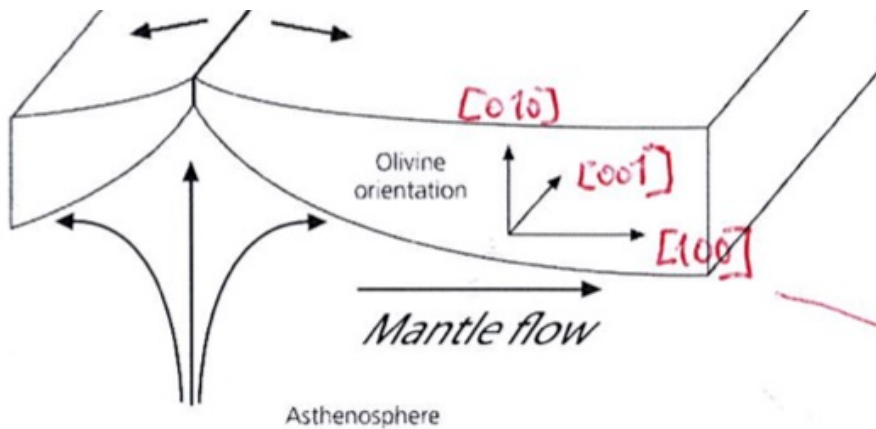
_____ $[100]$

Example of anisotropy in the oceanic lithosphere.



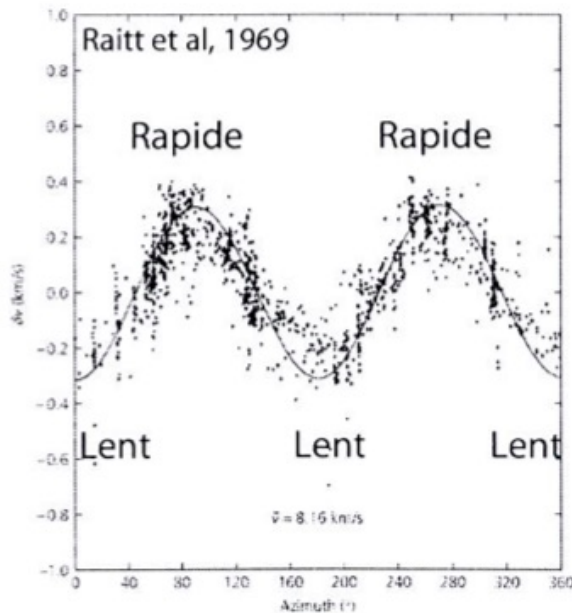
En considérant que l'écoulement mantellique est proche du plan C, reportez sur le dièdre du schéma d'une dorsale océanique l'orientation des axes cristallographiques $[100]$, $[010]$, $[001]$.

axe rapide



est proche du plan C, reportez sur le dièdre du schéma d'une dorsale océanique l'orientation des axes cristallographiques $[100]$, $[010]$, $[001]$.

axe rapide



L'olivine est un minéral anisotrope. Les ondes sismiques P se propagent plus rapidement le long de l'axe $[100]$ que le long des autres axes.

Raitt et ses collègues, montrent en 1969 que les ondes sismiques se propagent plus rapidement perpendiculairement aux dorsales (azimut 90° et 270° dans la figure ci-contre) que parallèlement (azimut 0° et 180°). Ce résultat vous paraît-il cohérent avec les orientations que vous venez de donner pour les axes cristallographiques?

oui $[100] \perp$ dorsale si fluage mantellien direction $\perp$ dorsale.
↑
axe rapide

Evaluation AF 2 et 3: TD

AF2 (Q1)

AF2 Note moyenne examen (Q1) : 10,5

AF2 Note moyenne CC : 14,2

AF2 Examen (70%)+CC (30%)= 11,5

18 F/FX

AF3(deux de Q2, 3, 4)

AF3 Note moyenne examen : 9,85

AF3 Note moyenne CC : 16,7

AF3 Examen (70%)+CC (30%)= 12

23 F/FX

Barèmes du Module

A : 18-20

B: 16-<18

C : 14-<16

D: 12 - <14

E : 10 (9,5)- <12

FX 7-<9,5

F 0-<7

AF2 - Lire, décrire, interpréter les cartes géologiques.

Etablir l'histoire géologique d'une région basée sur sa carte

Carte de Saint Gaudens (Figure 1) (30-40 minutes)

1. Sur la carte de Saint Gaudens (Figure 1), étudiez les couches e1 (rouge) au Nord de Laffite-Toupière (souligné d'un trait noir) et justifiez cartographiquement les pendages vers le Nord qui sont indiqués.
2. Estimez l'épaisseur de cette couche e1 (on supposera une topographie plate).
3. Quelles sont les discordances identifiables sur cet extrait de carte ? Justifiez votre réponse (NB : m (jaune) pour Miocène, e (rose, orange, rouge) pour Eocène, c (vert) pour Crétacé).
4. Sur une feuille A4, faites un schéma structural de cet extrait de carte.
5. Faites la coupe AB à main levée. Respectez néanmoins les distances et les proportions. On supposera une topographie relativement plate.
6. Proposez une histoire géologique succincte.

1. Sur la carte de Saint Gaudens (Figure 1), étudiez les couches e1 (rouge) au Nord de Laffite-Toupière (souligné d'un trait noir) et justifiez cartographiquement les pendages vers le Nord qui sont indiqués.

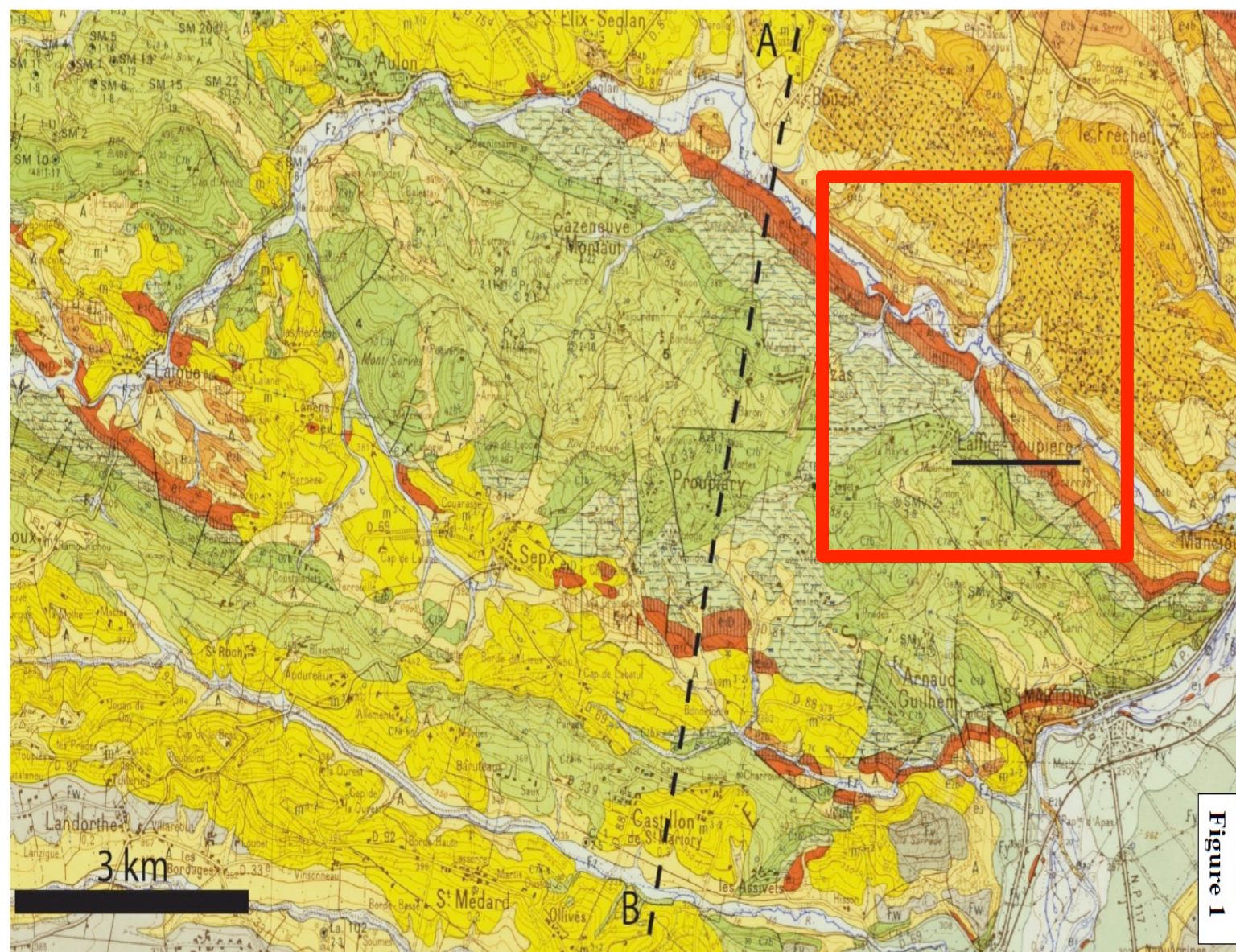
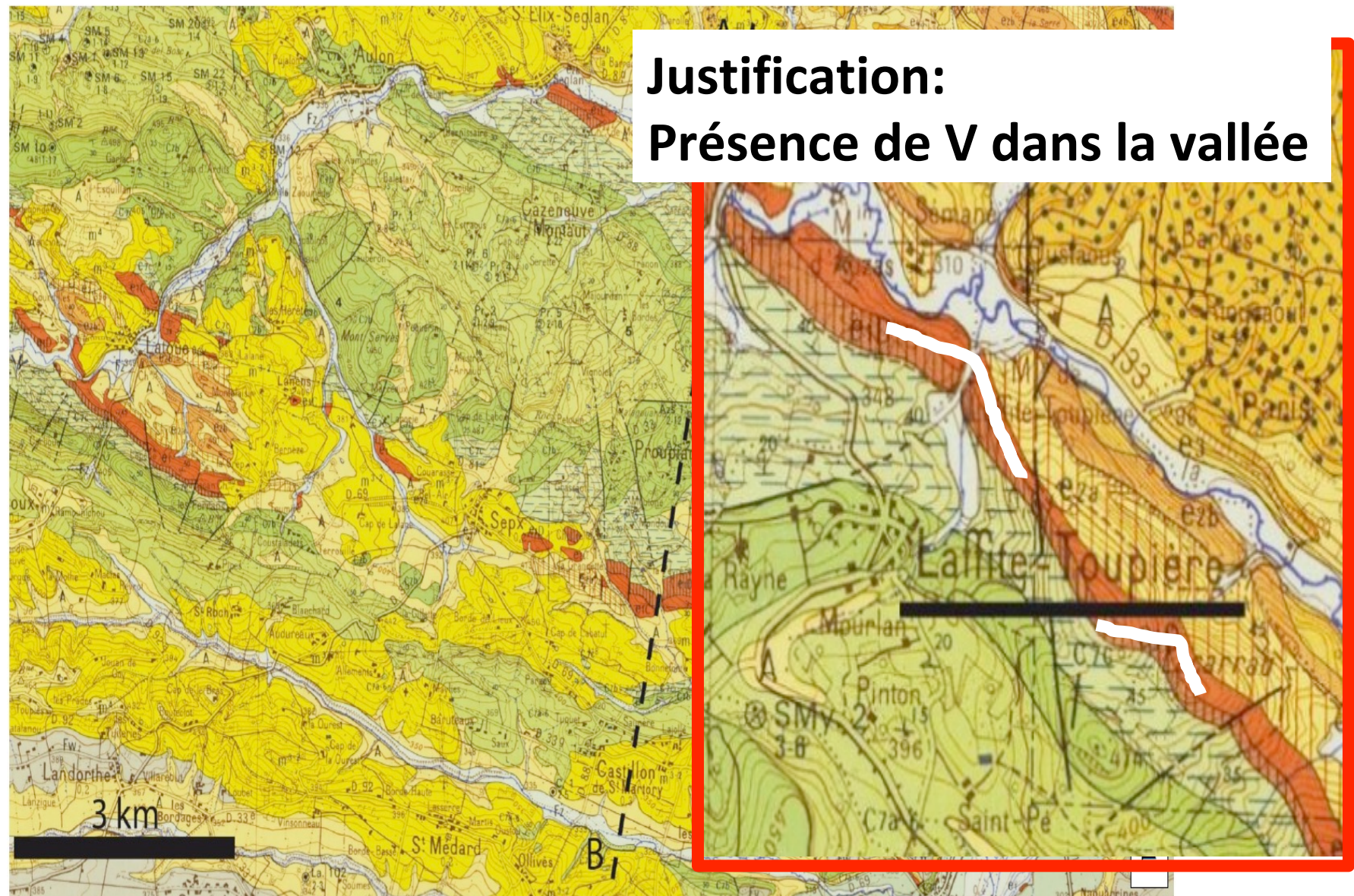


Figure 1

1. Sur la carte de Saint Gaudens (Figure 1), étudiez les couches e1 (rouge) au Nord de Laffite-Toupière (souligné d'un trait noir) et justifiez cartographiquement les pendages vers le Nord qui sont indiqués.

**Justification:
Présence de V dans la vallée**



1. Sur la carte de Saint Gaudens (Figure 1), étudiez les couches e1 (rouge) au Nord de Laffite-Toupière (souligné d'un trait noir) et justifiez cartographiquement les pendages vers le Nord qui sont indiqués.

NB: la présence d'un anticlinal n'est pas suffisante pour justifier les pendages vers le Nord au Nord
si le pli est renversé les pendages seront vers le Sud!

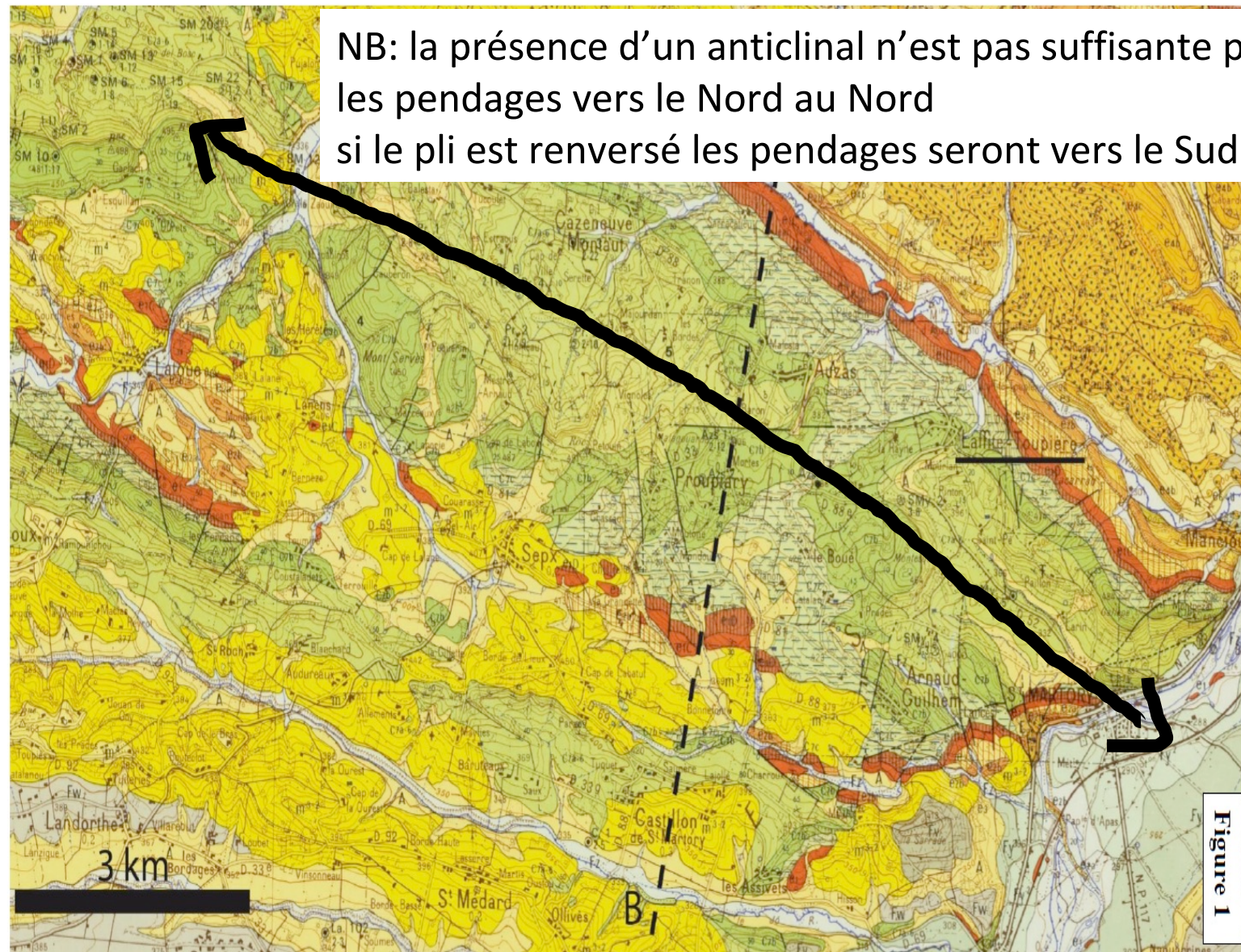
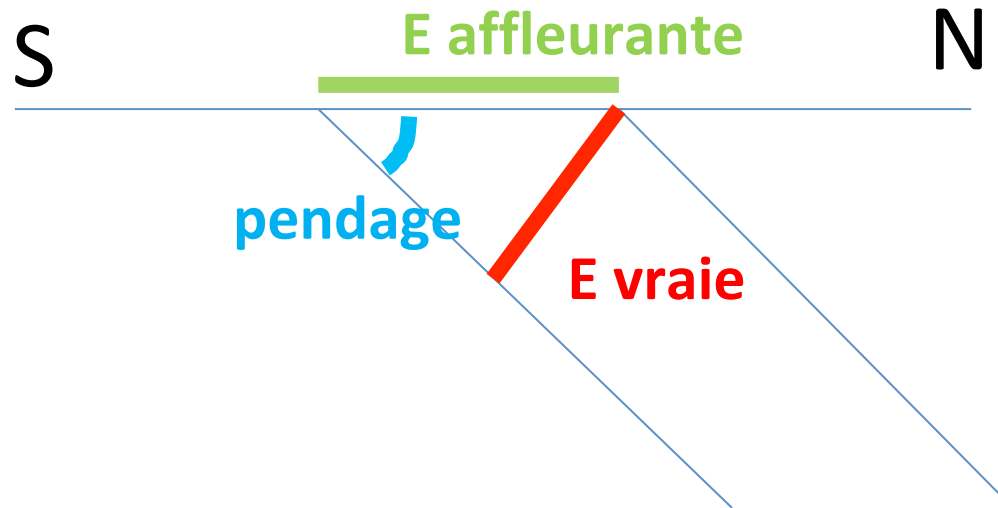


Figure 1

2. Estimez l'épaisseur de cette couche e1 (on supposera une topographie plate).

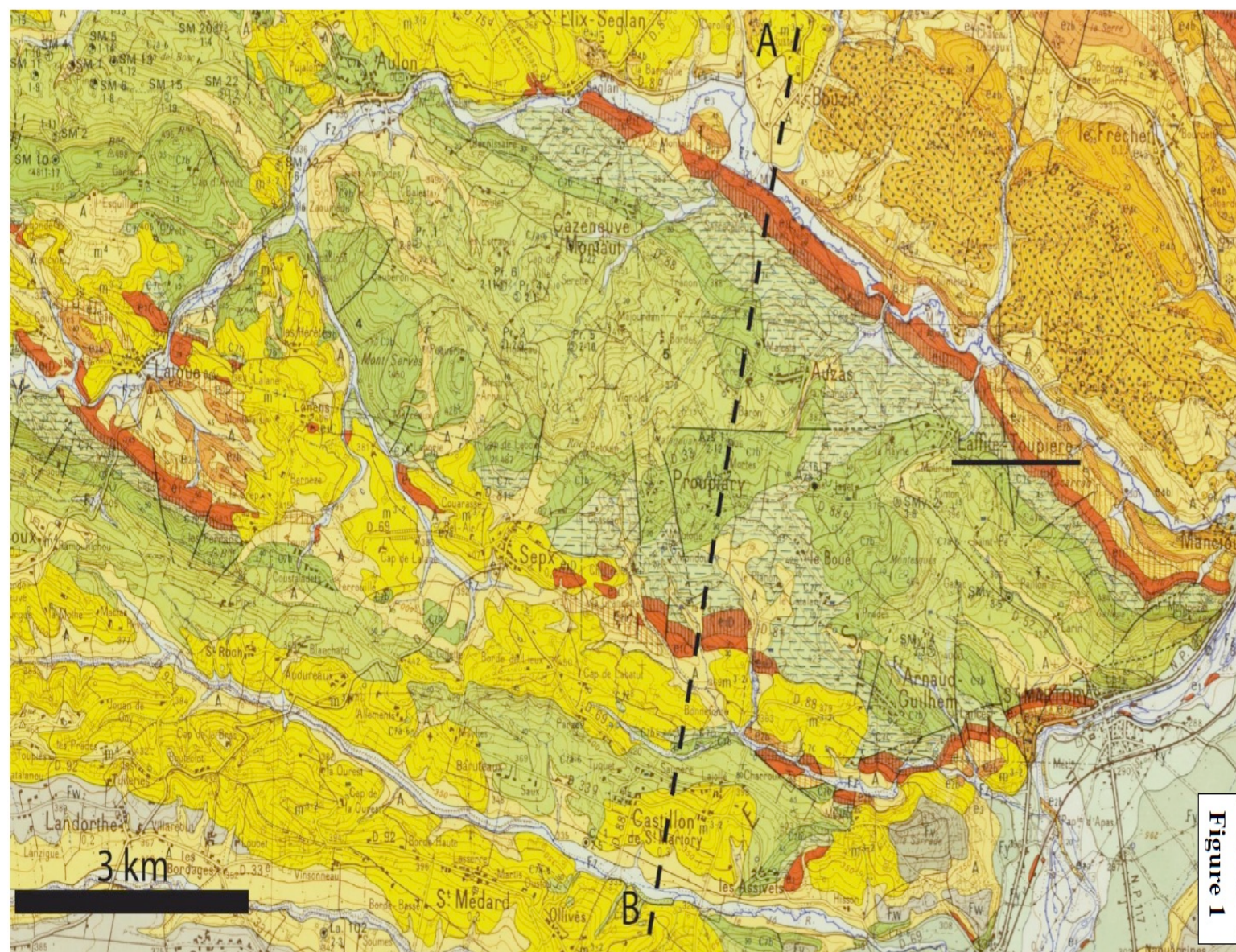


$$\sin(\text{pendage}) = E_{\text{vraie}} / E_{\text{affleurante}}$$

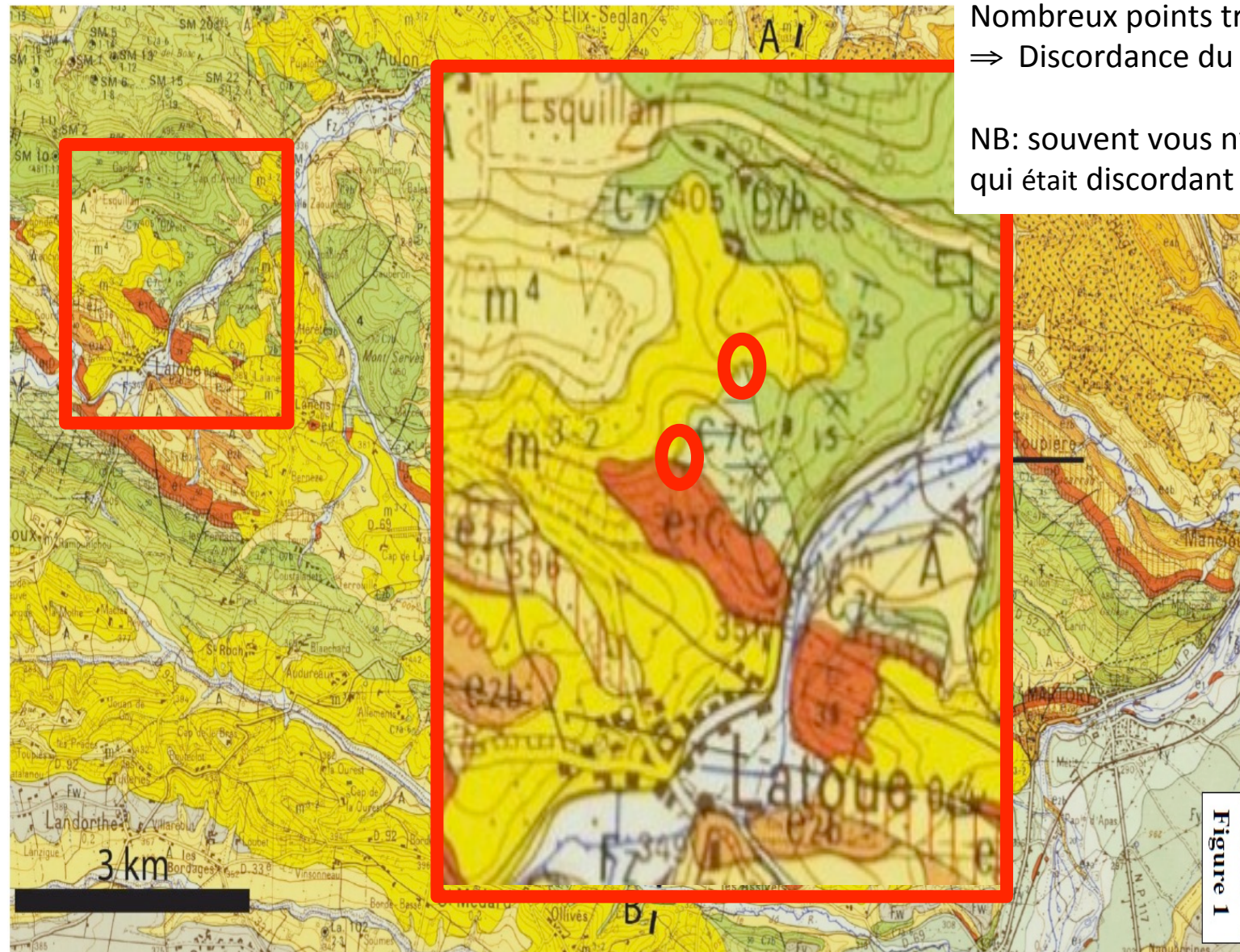
Avec pendage 30-40° lu sur la carte

NB: réponse comptée juste si principe expliqué même sans les
Bons pendages (pas très lisibles)

3. Quelles sont les discordances identifiées sur cet extrait de carte ? Justifiez votre réponse (NB : m (jaune) pour Miocène, e (rose, orange, rouge) pour Eocène, c (vert) pour Crétacé.



3. Quelles sont les discordances identifiées sur cet extrait de carte ? Justifiez votre réponse (NB : m (jaune) pour Miocène, e (rose, orange, rouge) pour Eocène, c (vert) pour Crétacé).



Nombreux points triples
⇒ Discordance du Miocène sur le reste

NB: souvent vous n'avez pas précisé
qui était discordant sur qui...

3. Quelles sont les discordances identifiées sur cet extrait de carte ? Justifiez votre réponse (NB : m (jaune) pour Miocène, e (rose, orange, rouge) pour Eocène, c (vert) pour Crétacé.



NB1: rigoureusement le e1D est aussi discordant sur le crétacé puisqu'il est en contact à la fois avec le C7b et le C7c

NB2: le quaternaire est également discordant

Mais question comptée juste si vous avez répondu seulement le Miocène.

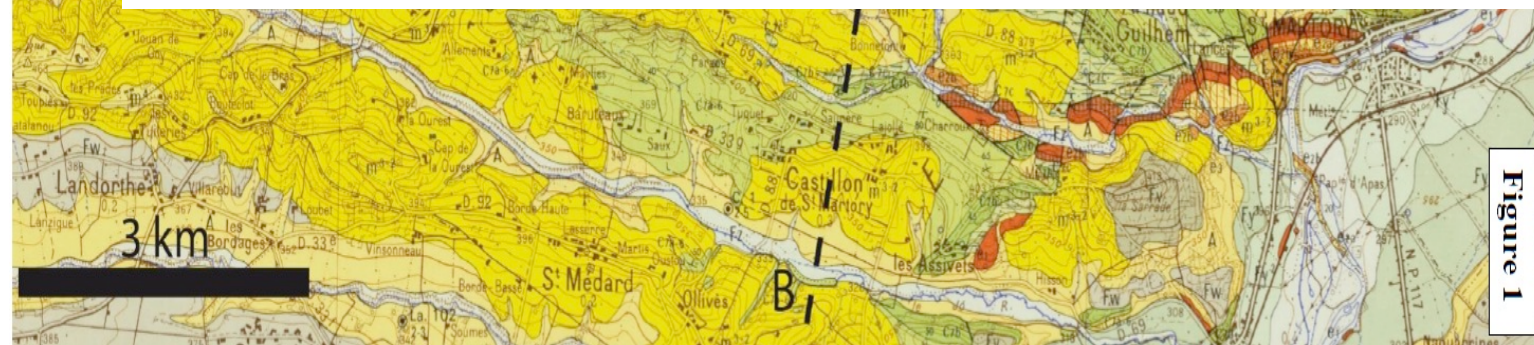
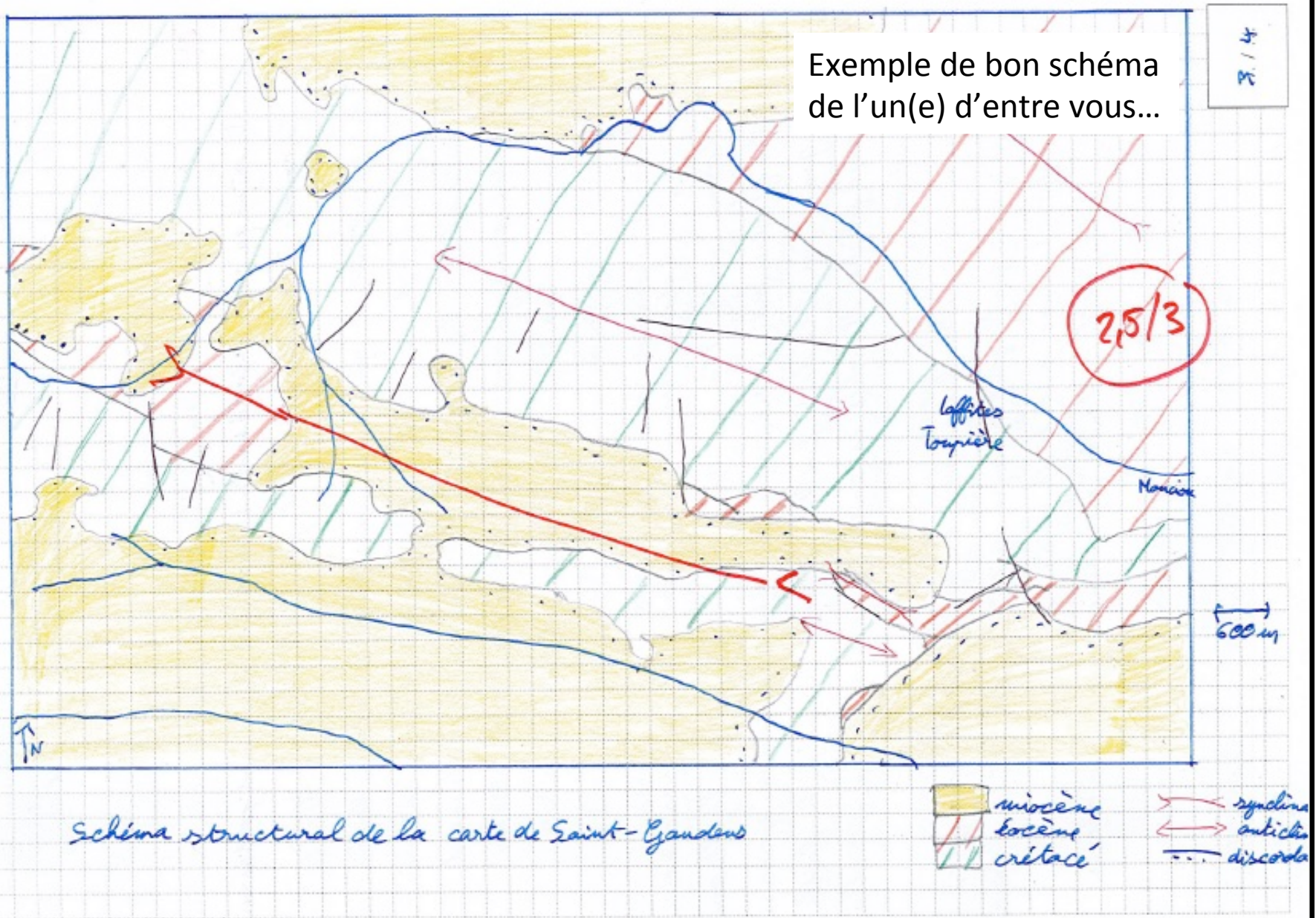
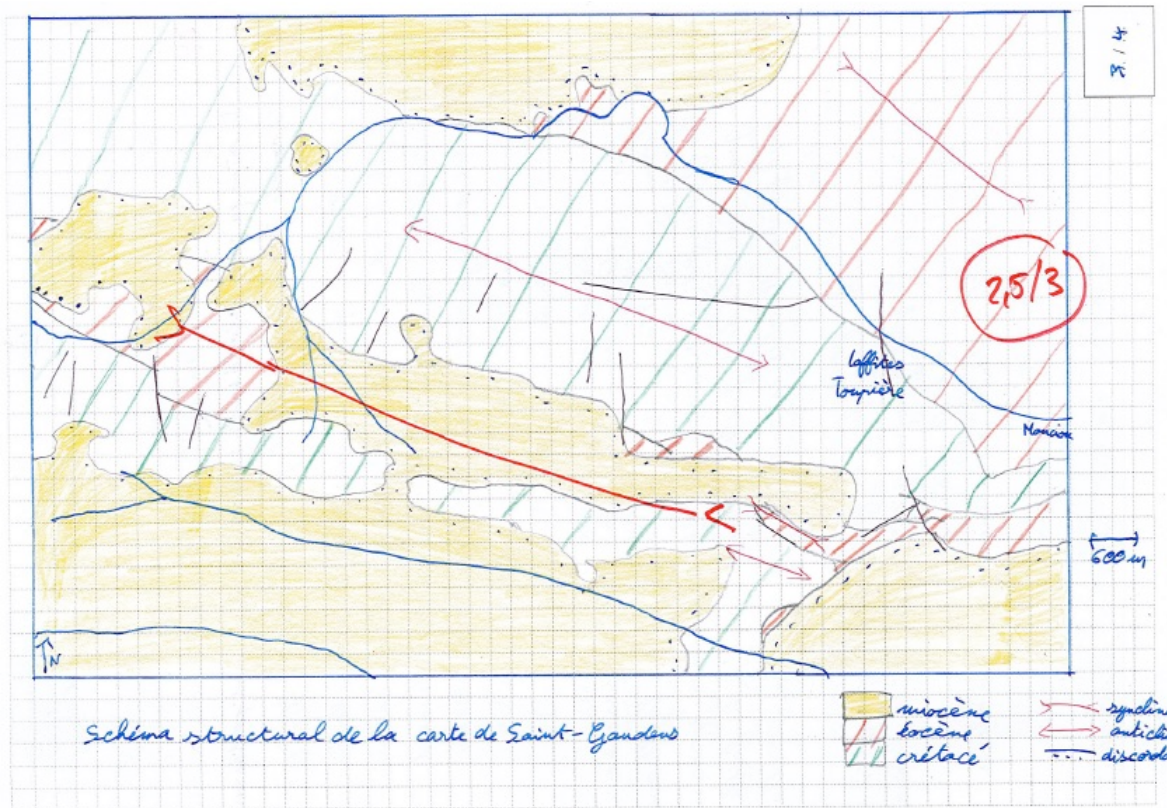


Figure 1

4. Sur une feuille A4, faites un schéma structural de cet extrait de carte.



4. Sur une feuille A4, faites un schéma structural de cet extrait de carte.

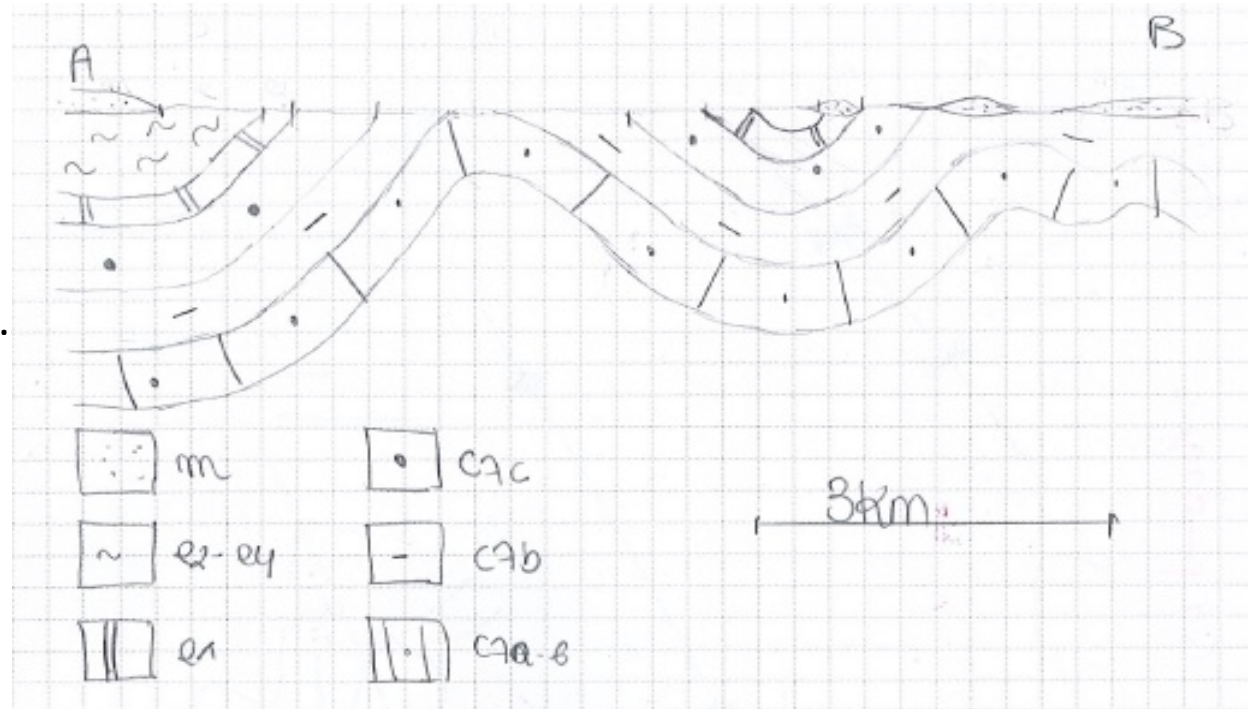


Exemple de bon schéma de l'un(e) d'entre vous...

Les erreurs/manques: tracés peu réalistes/trop simplifiés, traces plan axiaux plis manquantes, pendages pas indiqués, discordance pas symbolisée...

5. Faites la coupe AB à main levée. Respectez néanmoins les distances et les proportions. On supposera une topographie relativement plate.

Exemple de bonne coupe de l'un(e) d'entre vous.



Les erreurs/manques: Miocène pas discordant, plis manquants au Nord et au sud, Miocène plissé et/ou intercalé entre Crétacé et Eocène...

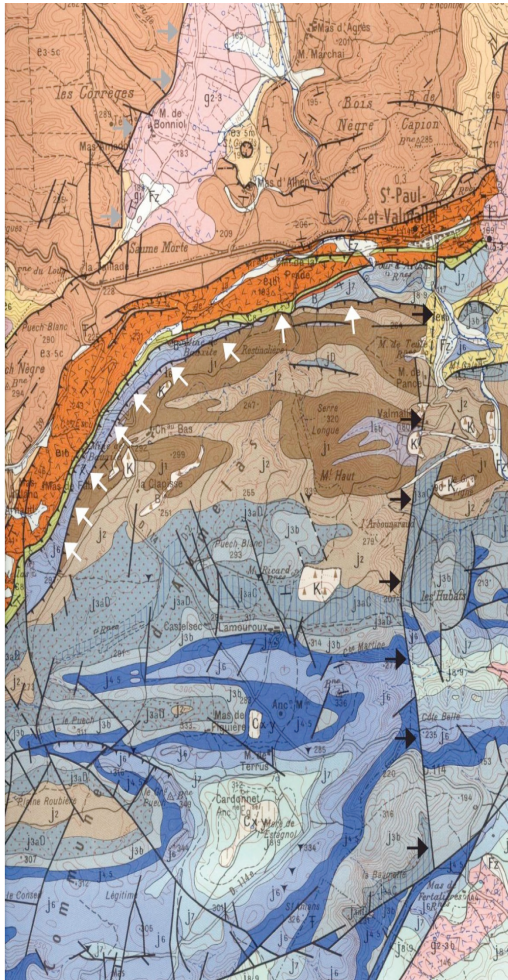
6. Proposez une histoire géologique succincte.

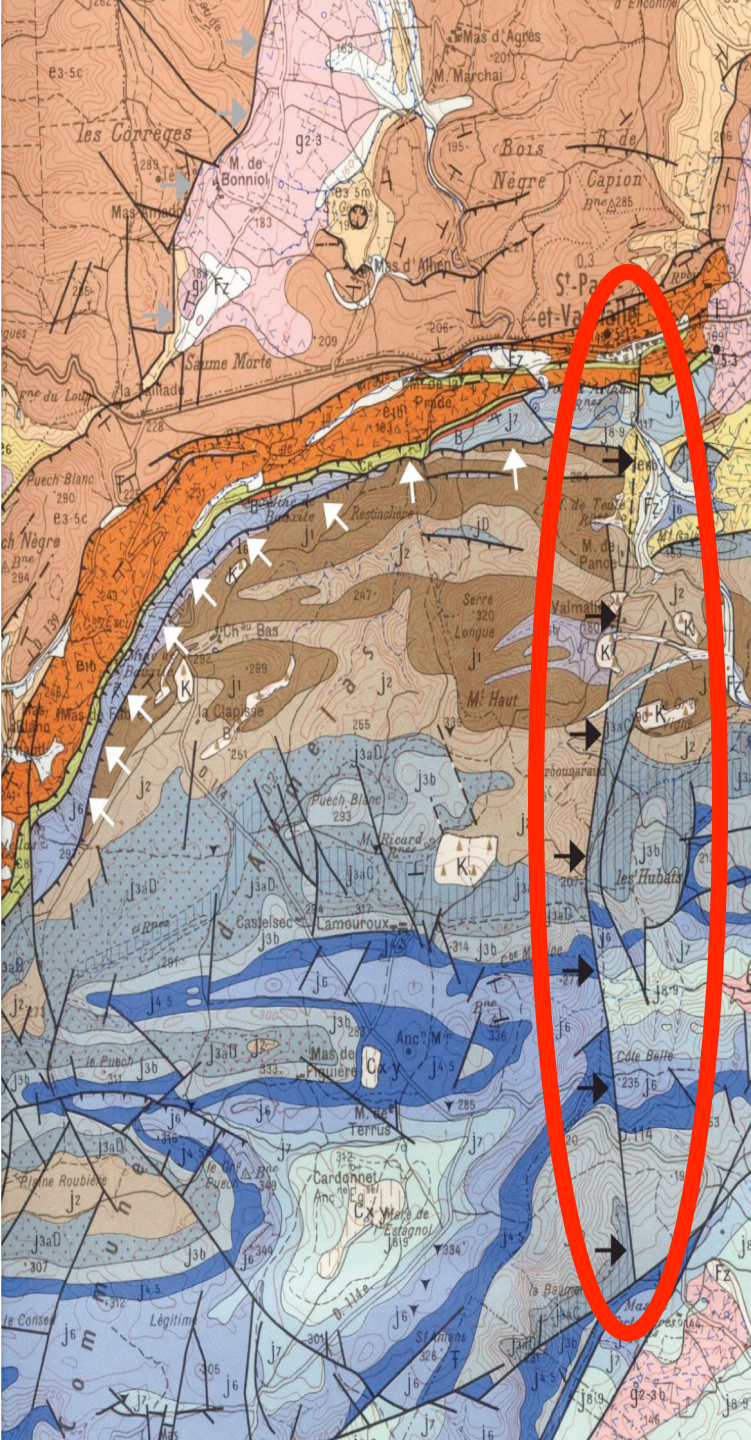
1. Sédimentation Crétacé
2. Début plissement/sédimentation Eocène
3. Plissements, failles
4. Erosion
5. Sédimentation Miocène en discordance
6. Erosion/déposition Quaternaire

Carte de Montpellier (Figure 2) (20-30 minutes)

7. Sur l'extrait de la carte de Montpellier (Figure 2) déterminer la nature de la faille pointée par des flèches noires. Orientation, direction de pendage, pendage approximatif estimé, jeu ? Justifiez succinctement votre réponse (NB : j pour Jurassique, numéro croissant vers le plus jeune, J1 plus vieux que J2, plus vieux que J3 etc...). Quelles structures importantes sont recoupées par cette faille ?
8. Existe-t-il des discordances et si oui précisez à la base de quelle couche ?
9. De manière analogue, quelle est la nature de la faille pointée par des flèches grises. Quand a-t-elle fonctionné ?
10. Justifié cartographiquement les figurés chevauchant de la série de failles pointées par des flèches blanches.
11. Cette faille (flèches blanches) est-elle postérieure ou antérieure aux deux autres failles étudiées ? (Justifiez cartographiquement)

7. Sur l'extrait de la carte de Montpellier (Figure 2) déterminer la nature de la faille pointée par des flèches noires. Orientation, direction de pendage, pendage approximatif estimé, jeu ? Justifiez succinctement votre réponse (NB : j pour Jurassique, numéro croissant vers le plus jeune, J1 plus vieux que J2, plus vieux que J3 etc...). Quelles structures importantes sont recoupées par cette faille ?





Faille N/S

Subverticale car elle recoupe
Les vallée et la topographie



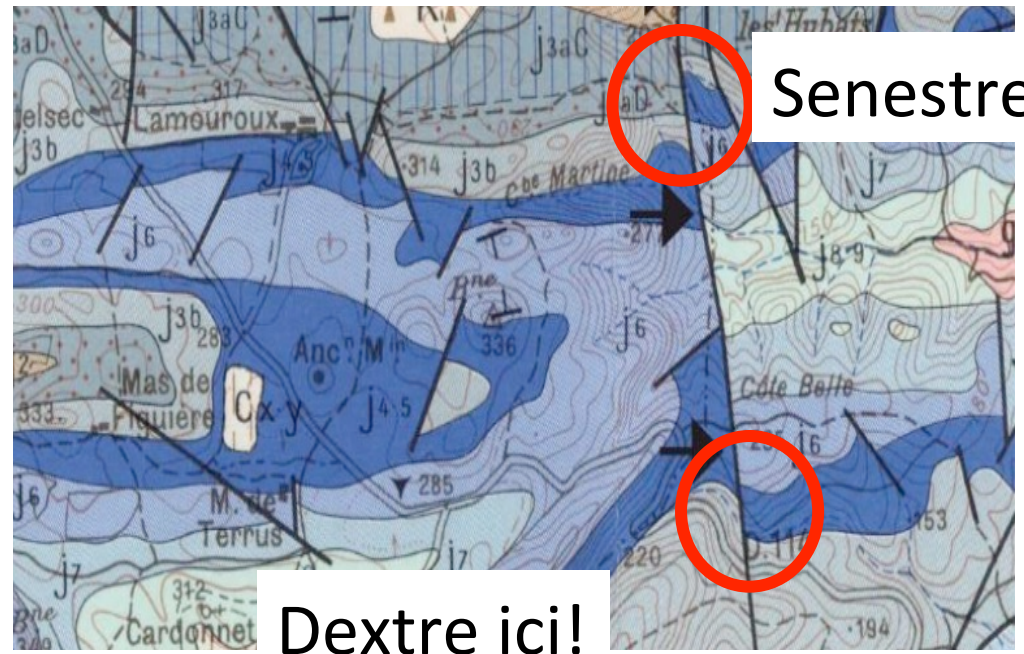
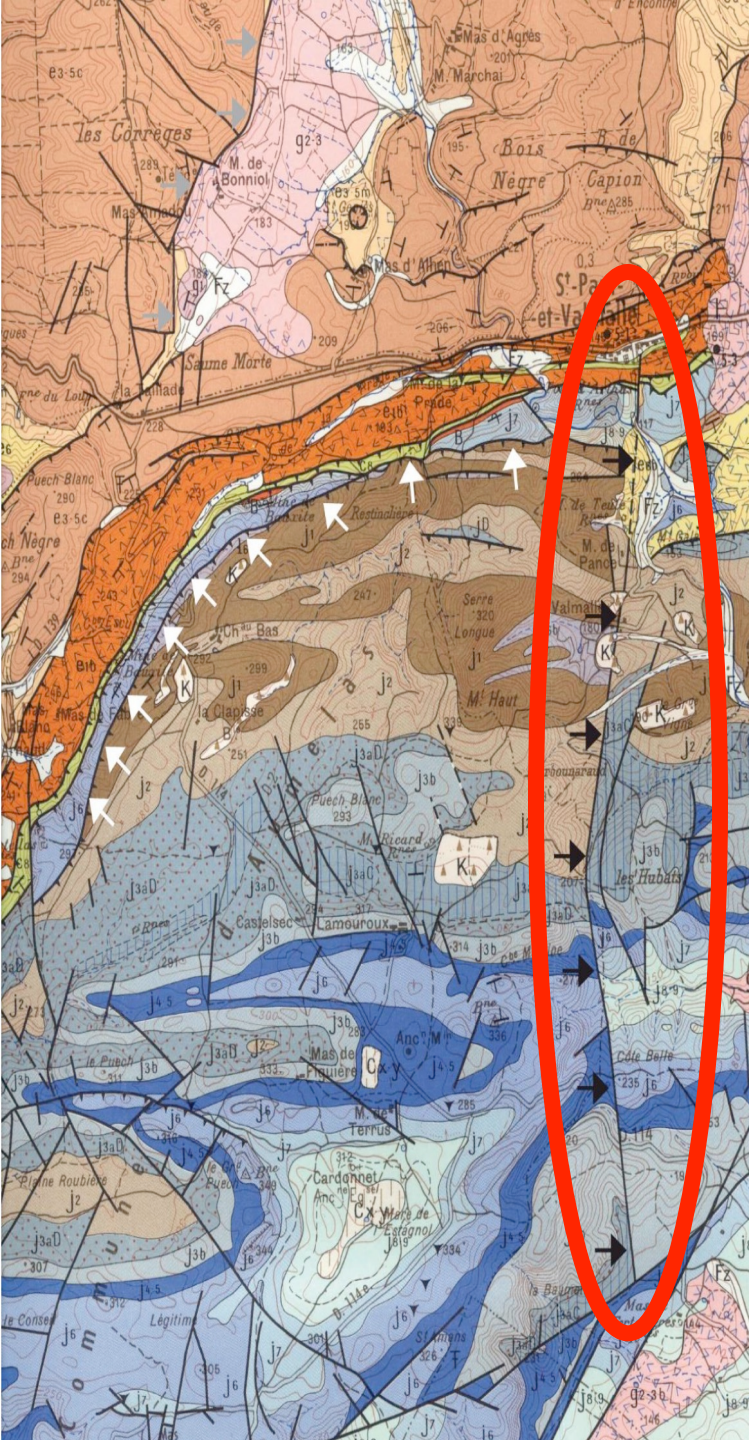
Subverticale car elle recoupe les vallées et la topographie



Un V dans la vallée.

Il s'agit d'un changement de direction
De la faille qui reste verticale.

Mouvement apparent de la faille ?

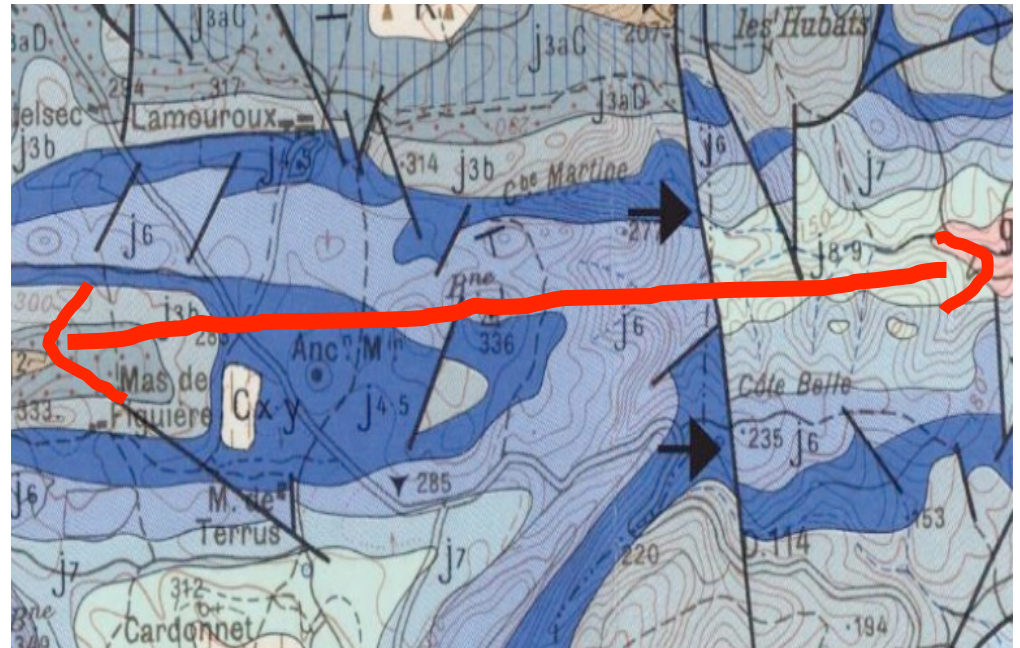
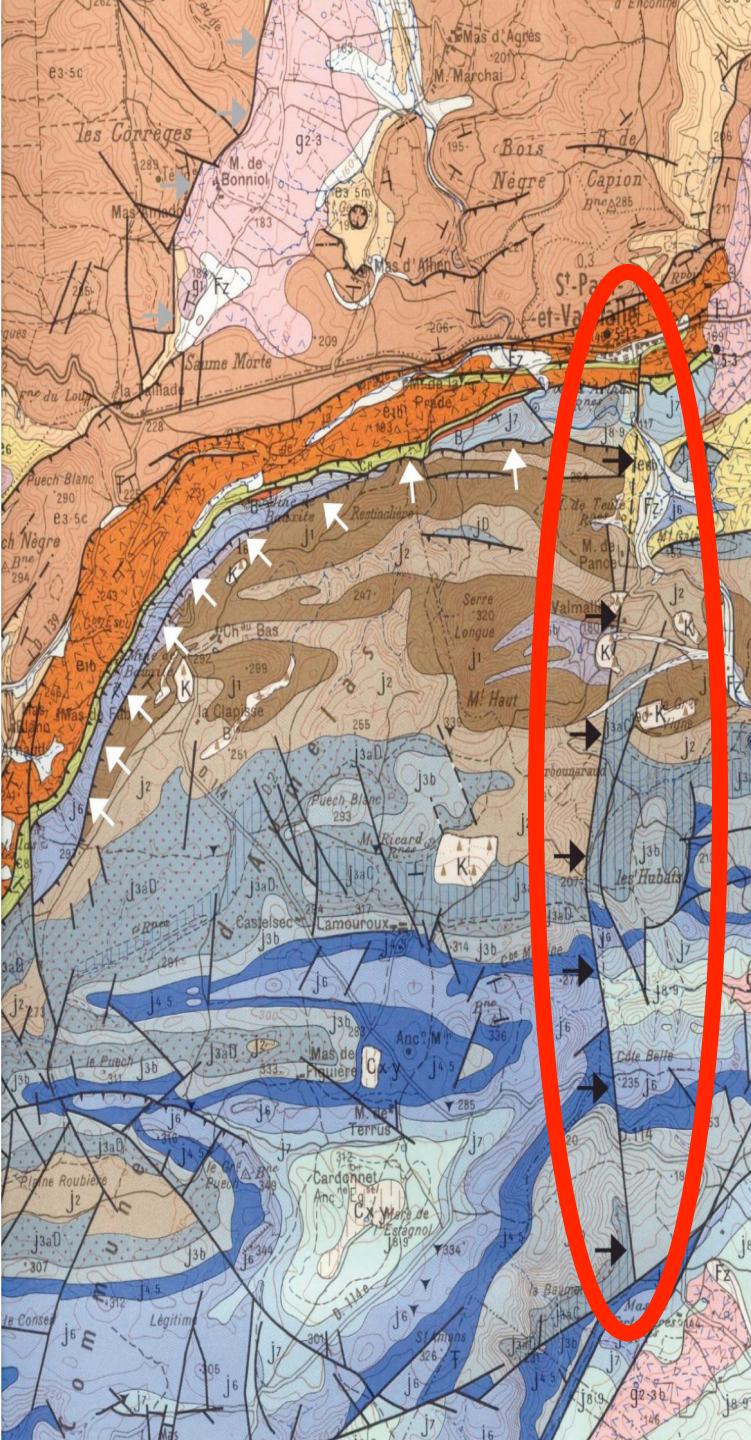


Senestre ici!

Dextre ici!

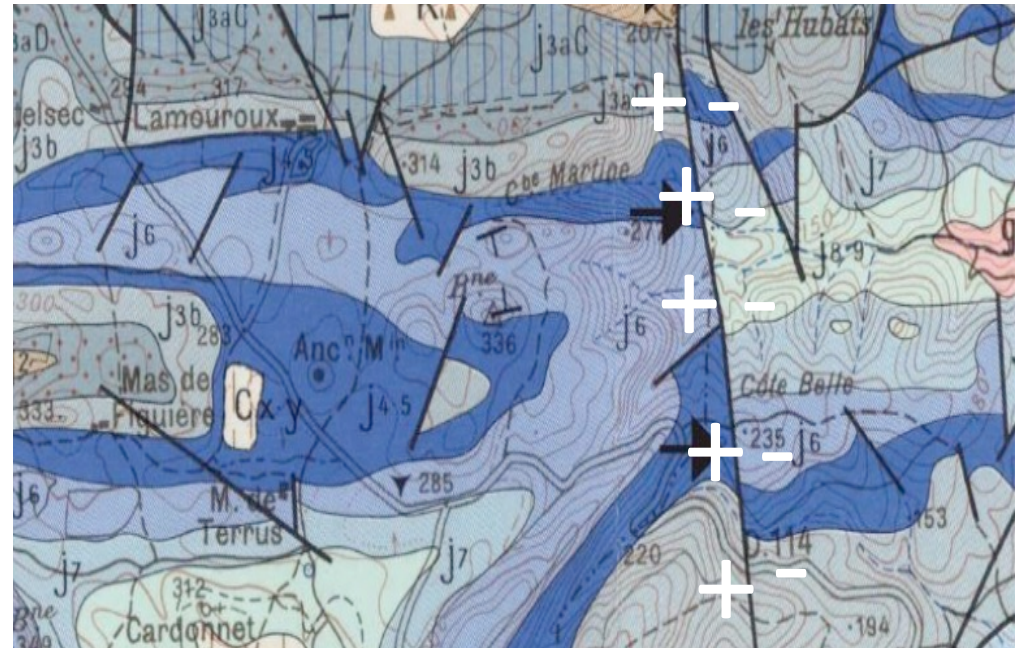
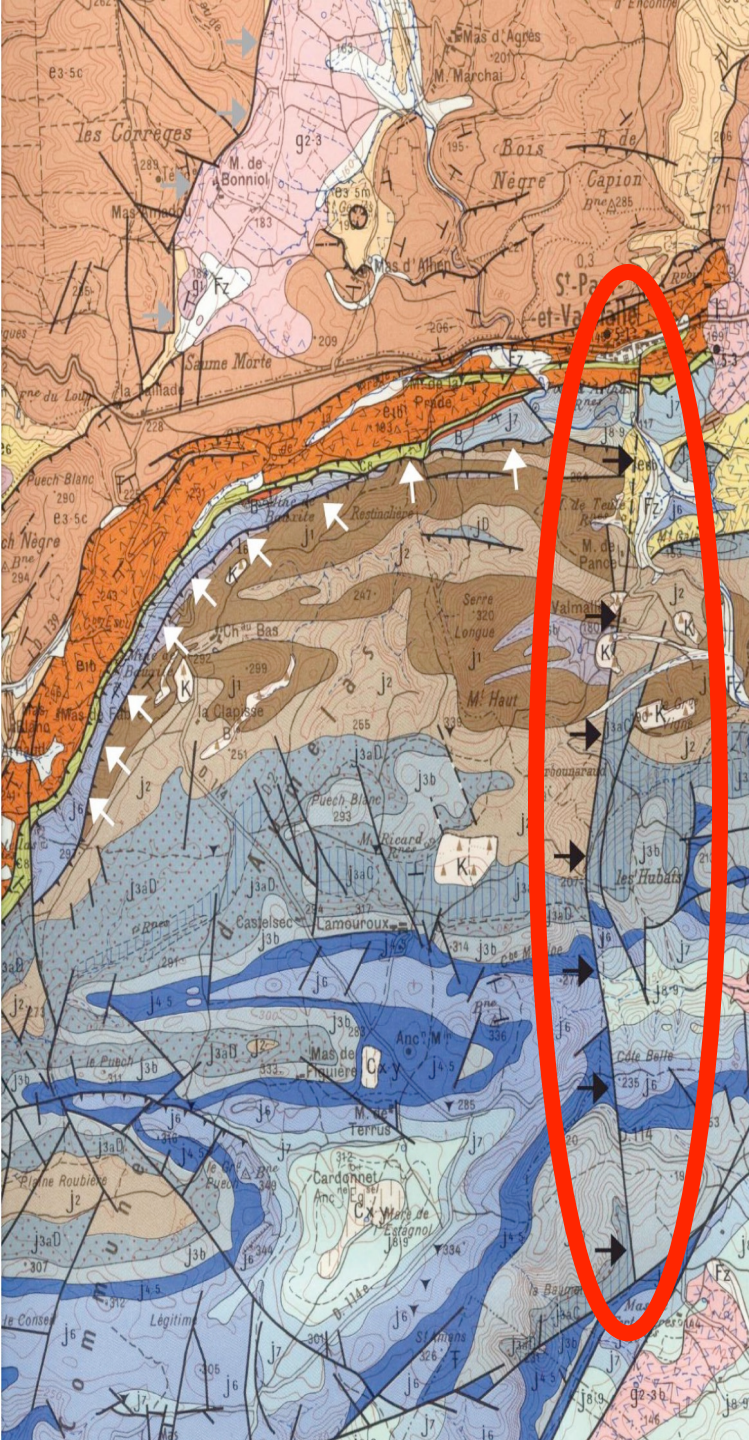
Mouvements apparents
décrochants opposés
...comment est-ce possible ?

Mouvement apparent de la faille ?



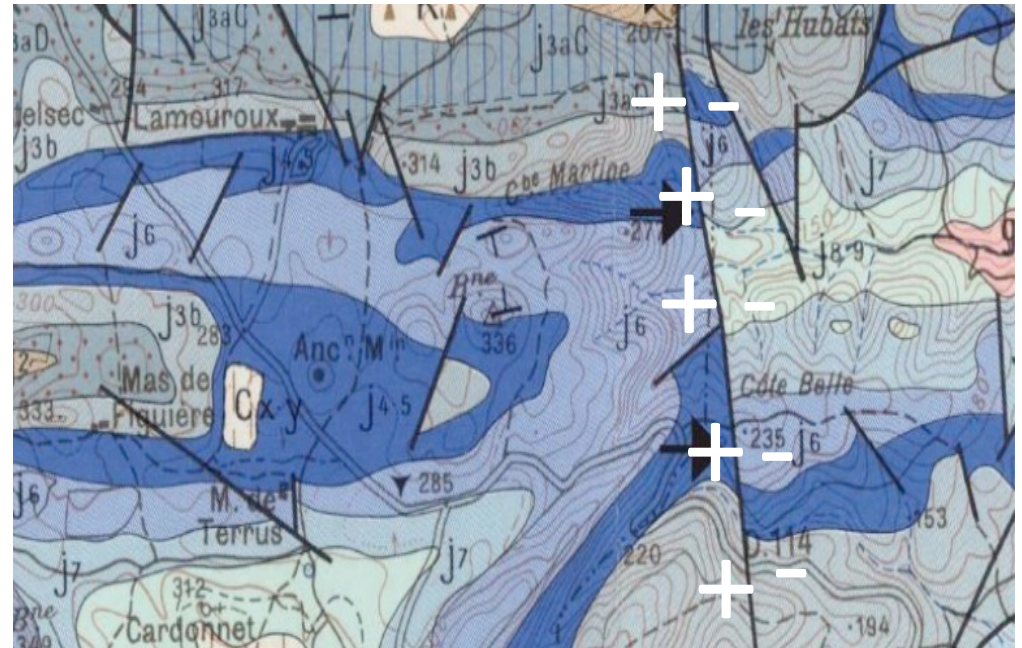
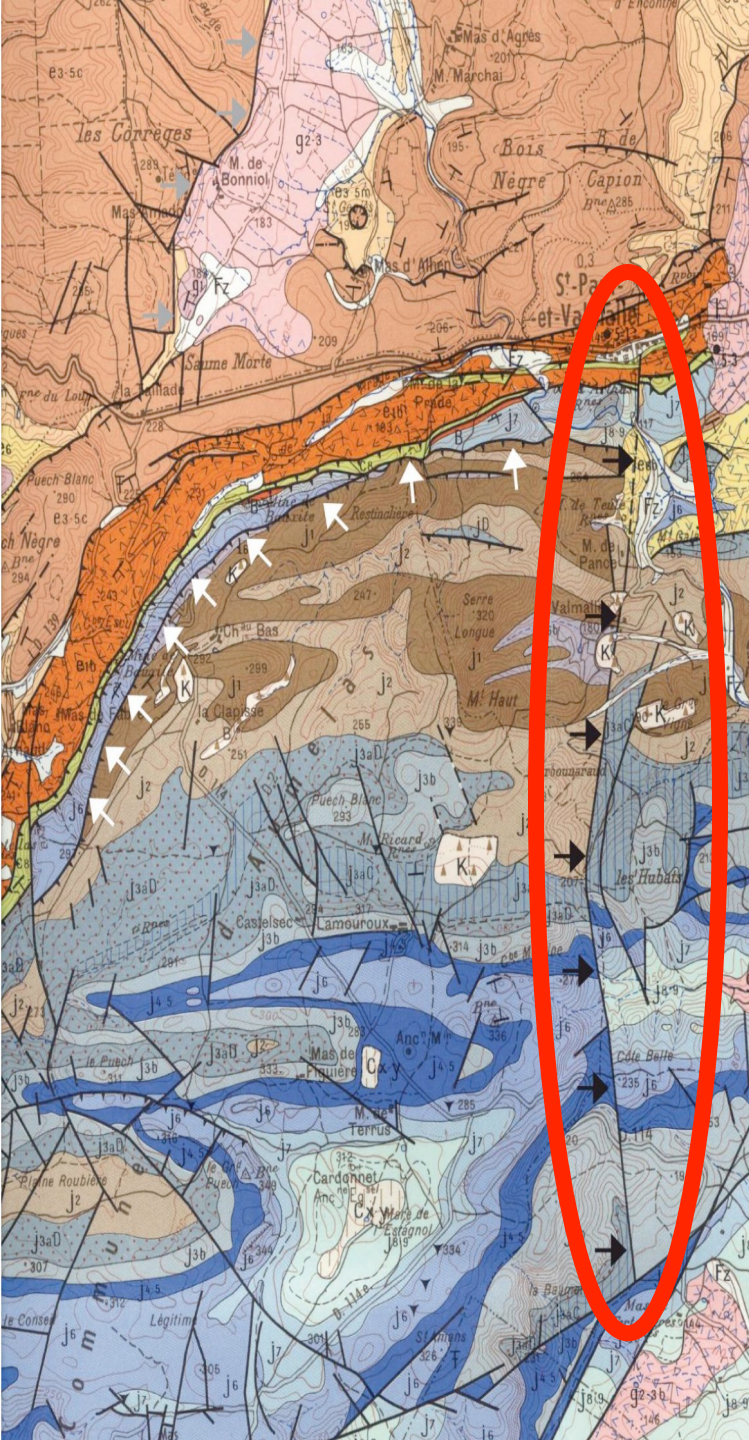
La faille recoupe des Plis...

Mouvement apparent de la faille ?



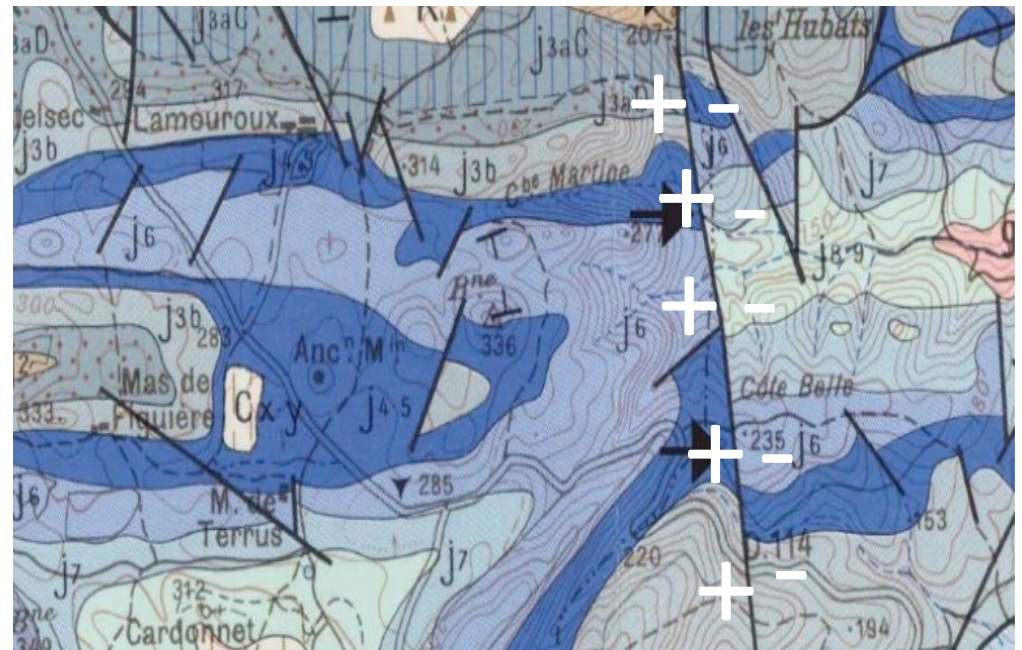
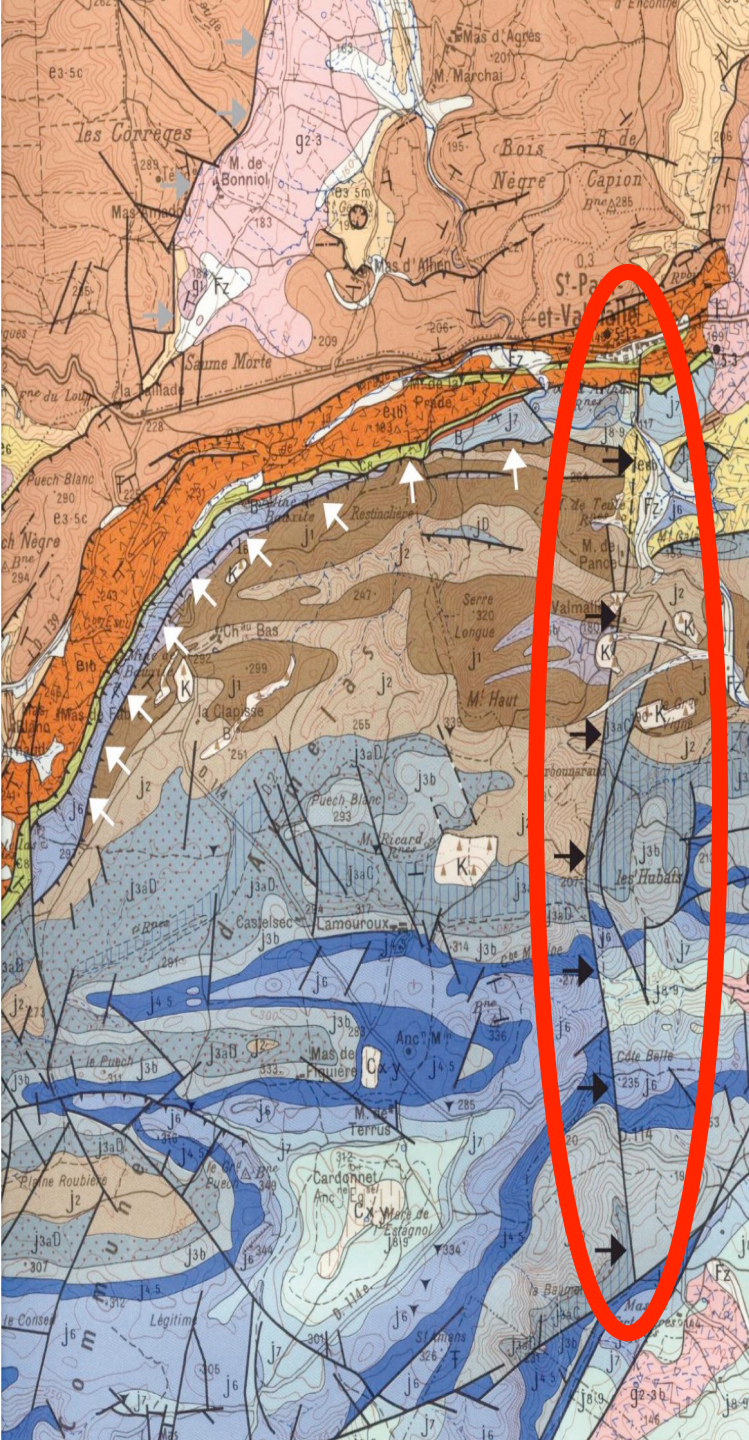
Il s'agit donc d'un mouvement vertical
Bloc Est descend par rapport au bloc ouest

Mouvement apparent de la faille ?



Rigoureusement, la faille étant sub-v verticale
Et le mouvement vertical, on ne peut pas,
Cartographiquement dire s'il s'agit d'une
Faille inverse ou normale.

Mouvement apparent de la faille ?



Néanmoins, vu le pendage très fort il est
Plus probable de supposer cette faille
Normale.

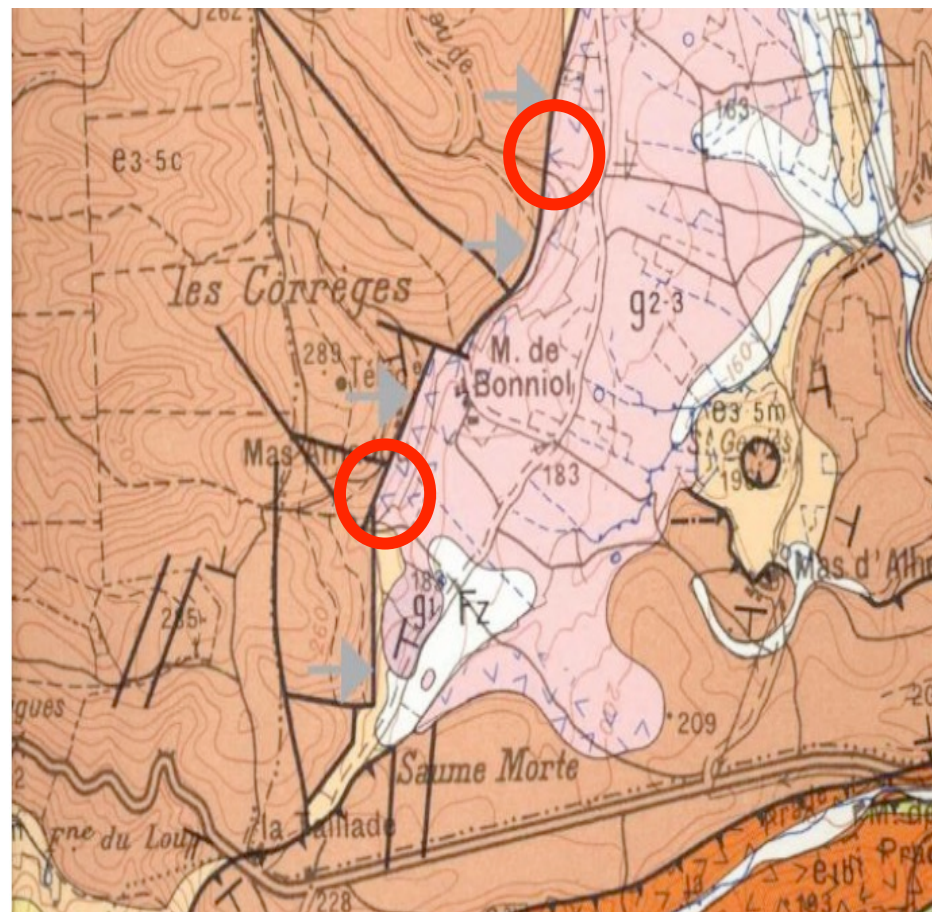
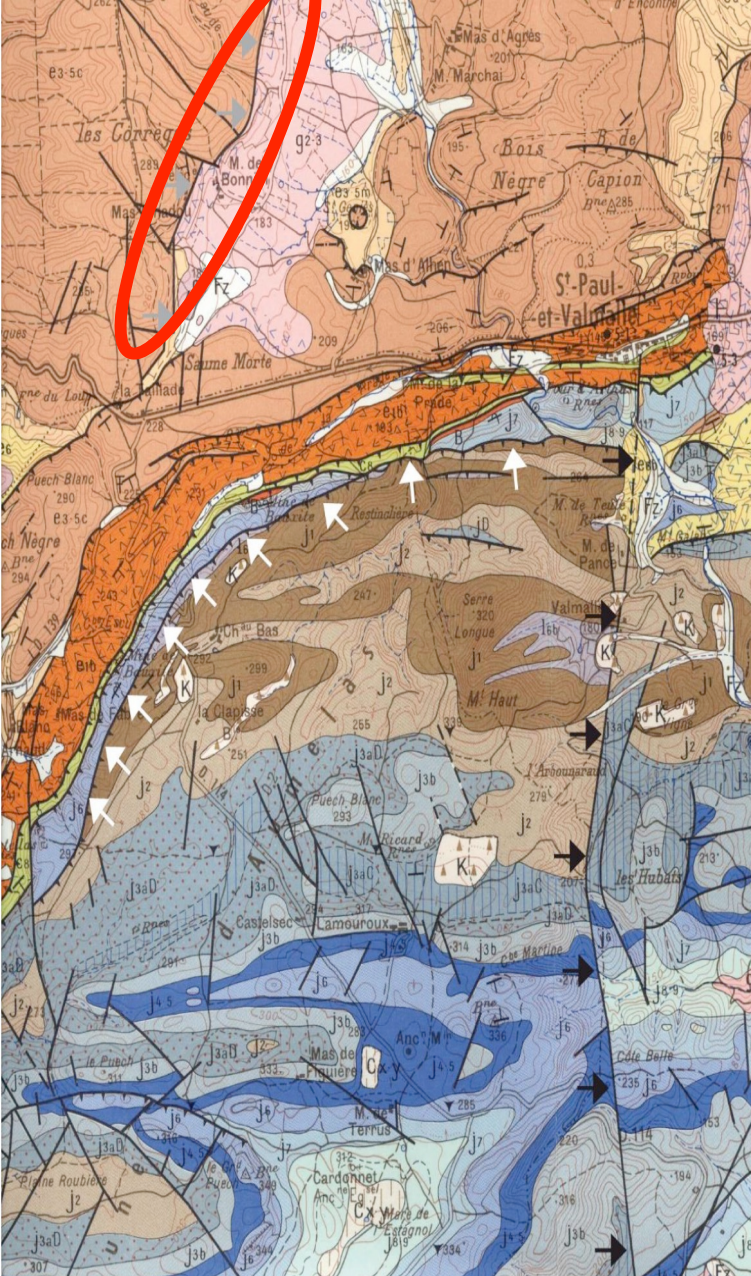
Cohérent avec ce que vous avez déjà vu en TD
(carte de Saint Martin à proximité...)

Encontro



Points triples couches g et e discordantes

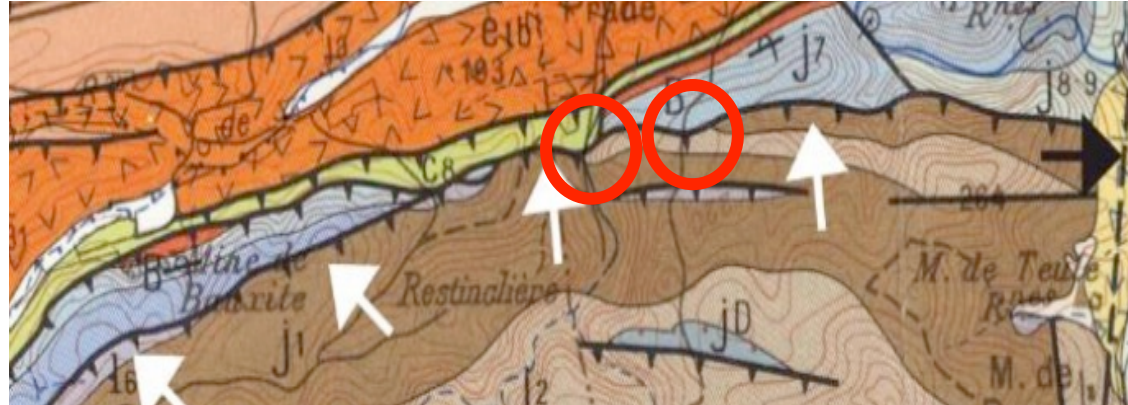
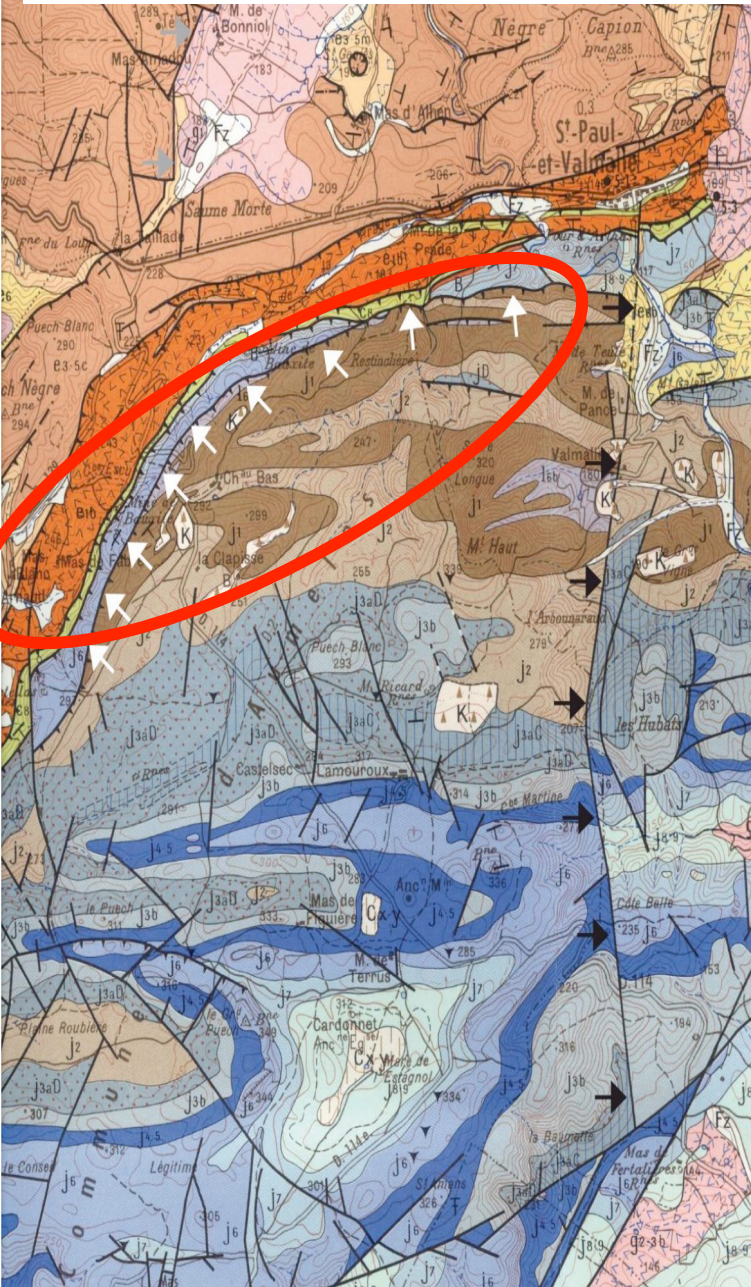
NB: compté juste si seulement discordance couche g donnée comme réponse



Faille NE/SO, subvertical (recoupe les vallées),
 bloc ouest descendu rempli par g2-3
 Faille affectant g2-3 donc a fonctionné au moins
 à l'Oligocène. Il s'agit probablement d'une faille normale

9. De manière analogue, quelle est la nature de la faille pointée par des flèches grises. Quand a-t-elle fonctionné ?

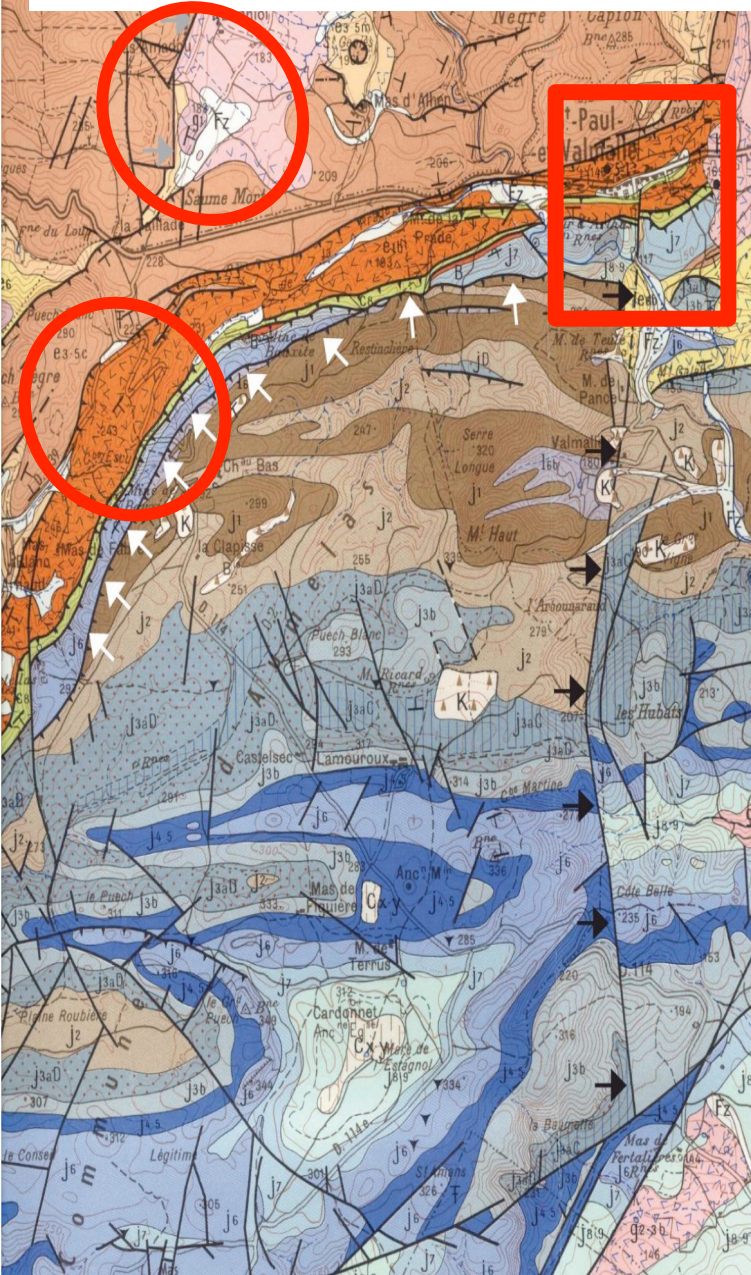
10. Justifié cartographiquement les figurés chevauchant de la série de failles pointées par des flèches blanches.



V dans la vallée vers le sud + plus vieux au sud
Donc faille inverse

NB: les âges ne sont pas suffisants pour justifier le mouvement inverse. Il faut **AUSSI** justifier du pendage de la faille et donc lire son intersection avec la topo...
Cf V dans la vallée

11. Cette faille (flèches blanches) est-elle postérieure ou antérieure aux deux autres failles étudiées ?
(Justifiez cartographiquement)



Faillle normales sont post-oligocène (cf question 9)
Or faille inverse affecte au maximum l'Eocène et est recouverte pas l'Oligocène. Donc faille post-Eocene mais Ante-Oligocène

La faille inverse est donc antérieure. Mais aussi:

LA FAILLE NORMALE (FLECHES NOIRES) RECOUPE LA FAILLE INVERSE (FLECHE BLANCHE)

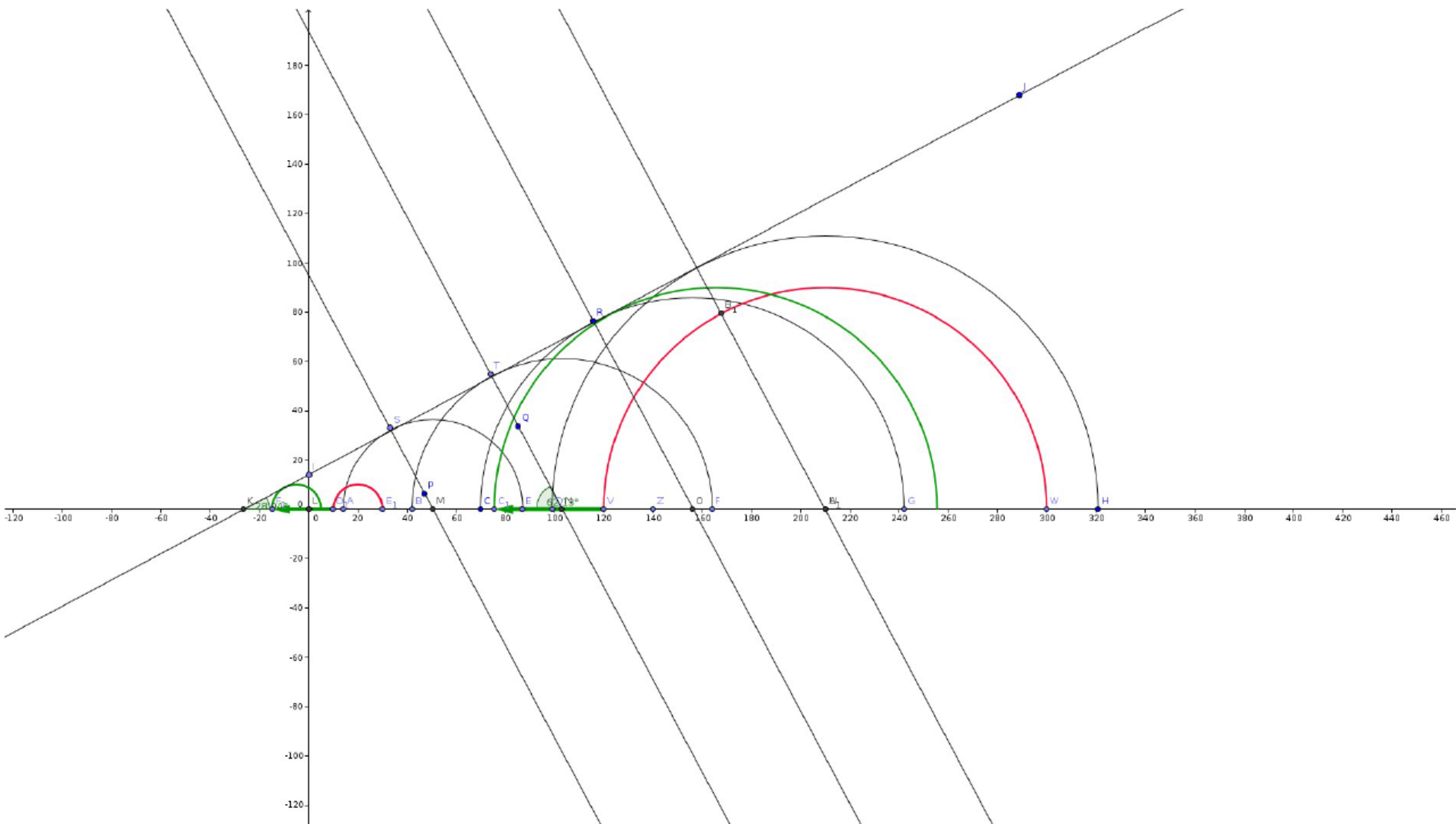
AF3

- AF3 (TD) Aptitude à utiliser les outils de base pour analyser les structures en surface et dans la sous-surface (isohypses, pendages réels et apparents, épaisseurs réelle et apparente, calcul de déplacement sur une faille, construction de coupe, analyse des plis et des failles avec une projection stéréographique, cercle de Mohr)

AF3: Question de TD – Cercle de Mohr

Note Moy: 11,4

- Il s'agissait d'un exercice sans difficultés sur le cercle de Mohr.
- 1) Une très grande source d'erreur a été de ne pas utiliser la même unité en abscisse et en ordonnée. L'absence d'éléments d'échelle sur un axe ou les deux a été systématiquement pénalisé.
- 2) le tracé de la droite enveloppe permettait de déterminer très **simplement le coefficient de frottement interne** (pente de la droite, 0.53) et la cohésion (ordonnée à l'origine, 14 MPa)
- 3) **L'angle de rupture** s'obtenait par lecture graphique (de l'angle $2 \times \alpha$ entre l'orthogonal au critère de rupture et l'axe des x) ou calcul à partir de la connaissance du coefficient de frottement interne ($2 \times \alpha + \phi = 90^\circ$). Il fallait évidemment éviter de confondre 2α et 2θ (cf cours et TD), et ne pas oublier le facteur 2, source d'un certain nombre d'erreurs.
- 4) La question a également été traitée en TD. Voir les cercles vert et rouge à droite sur la figure suivante. Le cercle vert est le cercle translaté selon l'axe des x qui vient tangenter le critère de rupture. La pression de fluide est alors de 44,5 MPa. Le dessin basique de la configuration de la cassure dans l'échantillon n'était en fait qu'une traduction graphique du résultat précédent (angle de fracture), qui n'est pas modifié par l'ajout d'une pression de fluide.
- 5) La question 5, était en fait la même chose, avec $P_f = 25$ MPa. On attendait une remarque suggérant que l'on aurait plutôt attendu une cassure orientée plus proche de la direction de σ_1 car le cercle translaté entre dans la zone de contrainte normale en extension, ce que le critère de rupture adopté comme étant une droite ne permet pas de rendre compte. On attendait donc une proposition de modification du critère induisant une courbure (vers la gauche du graphique pour expliquer cela. Uniquement dans le domaine des contraintes négatives). Cette question supplémentaire, nettement plus délicate a été comptée comme point bonus (amenant le barème total à 11 points, bien que la note finale ait été donné relativement à un total de 10 points).

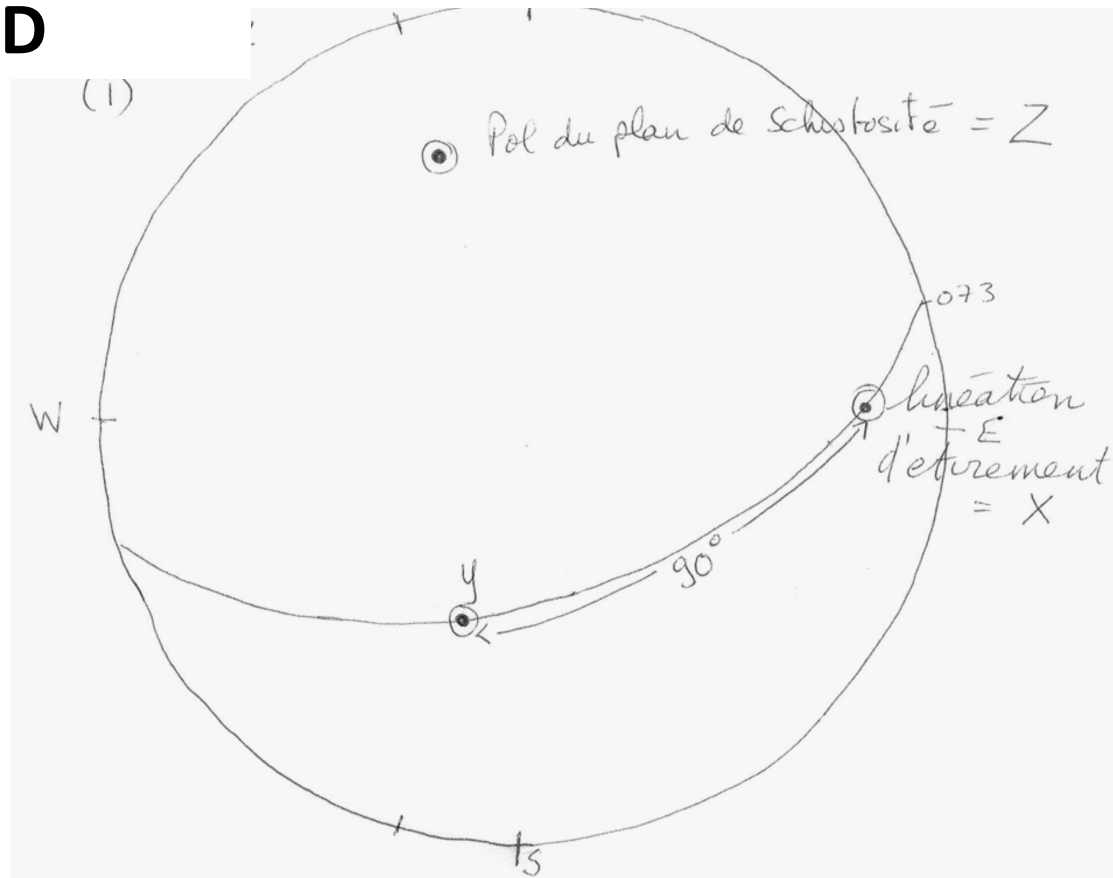


Question 3 Stéréos - FORD

Note Moy: 10,8

(i) (7/20) Un plan de schistosité dans une ardoise est orienté 073/56°SE. Il y a une linéation d'étirement avec un pitch de 23°E sur le plan. Trouvez l'azimut et le plongement des axes X, Y et Z de l'ellipsoïde de déformation.

- PLOTTER X, Y, Z- 4 points
- Donner l'orientation de X, Y, Z- 3 points



Schistosité – plan XY de l'ellipsoid de déformation.

Linéation d'étirement = axe X

Donc Y se trouve sur la Schistosité à 90° 'X

Z est le pol du plan de schistosité

X= 20-087

Y = 50-196

Z 34-342

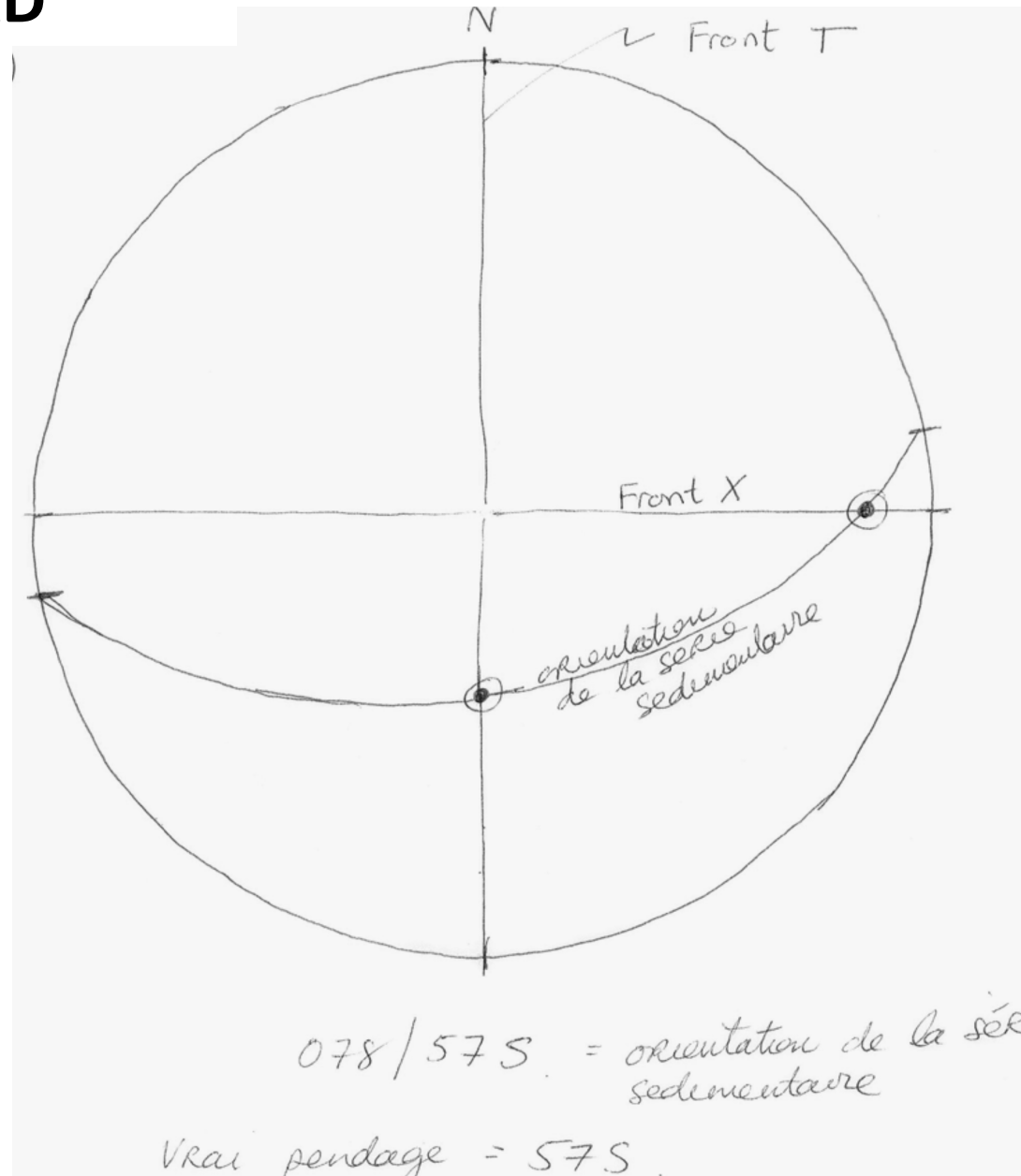
Question 3 Stéréos - FORD

(ii) (6/20) Une exploitation de calcaire se fait sur deux fronts de taille verticaux : un de direction Nord-Sud (T) et l'autre Est-ouest (X). Le pendage apparent du litage sur le front T est 45°S et 15°E sur le front X. Quelle est la vraie direction et le vrai pendage de la succession sédimentaire ?

Orientation de la série
sédimentaire

078/57S

- PLOTTER – 4 points
- Donner l'orientation du litage – 2 point



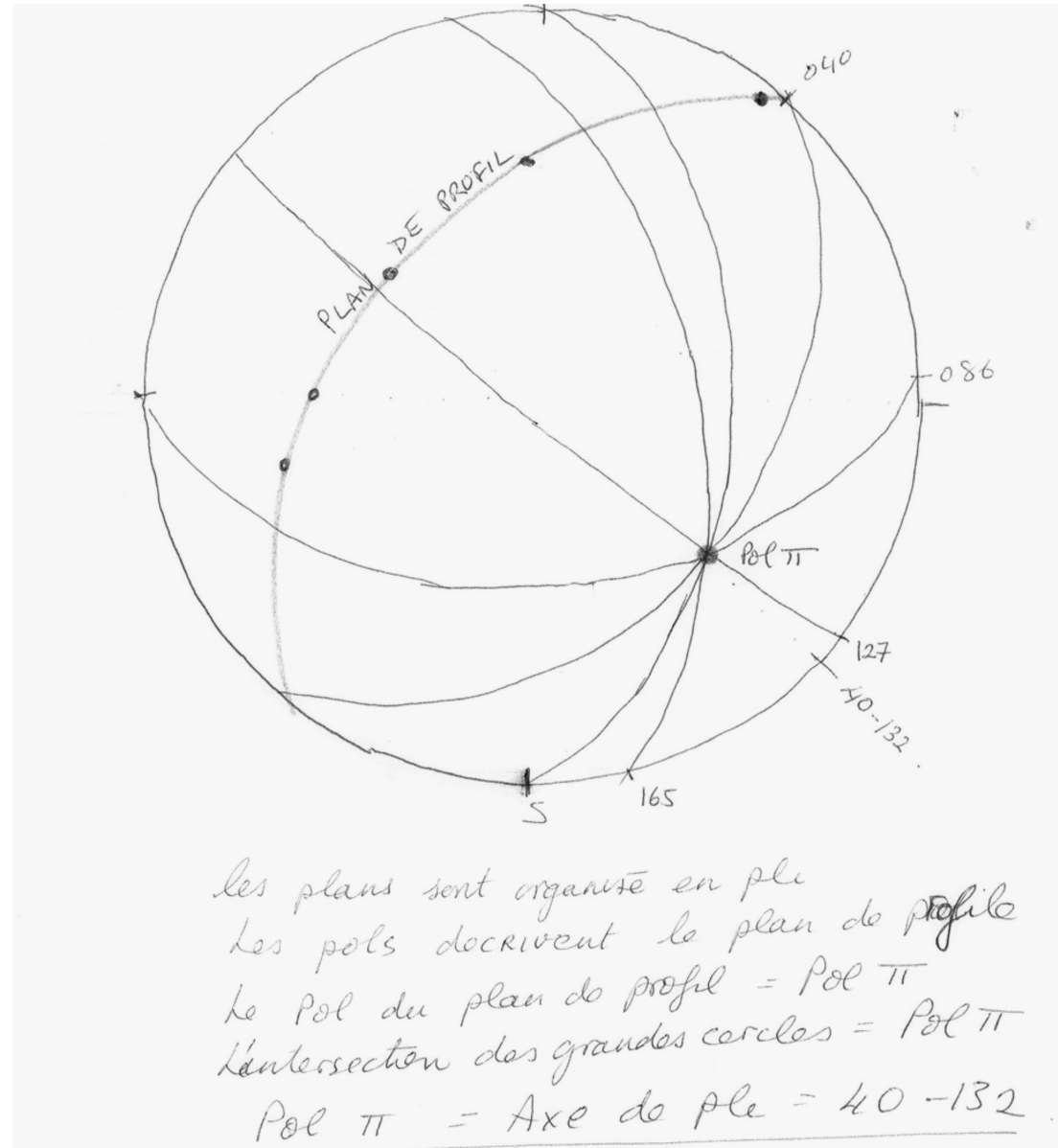
Question 3 Stéréos - FORD

(iii) Représentez le grand cercle et le pol de ces cinq mesures de litage sur une projection stéréographique

040/40°SE, 086/50°S, 000/48°E,
165/56°E, 127/86°S

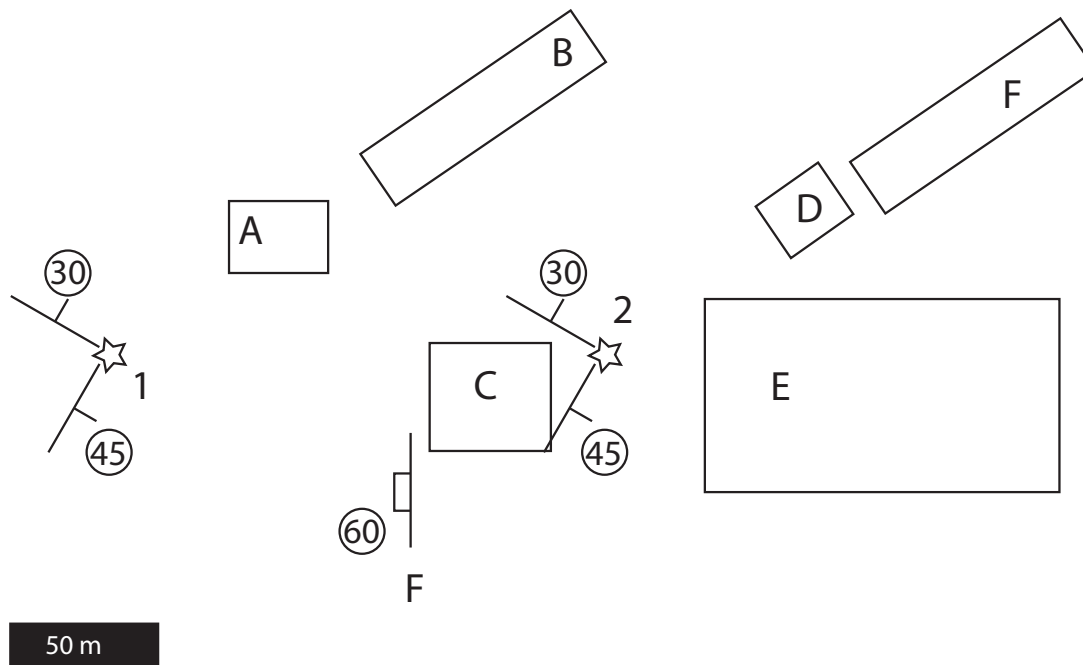
Proposez une interprétation de ces données en utilisant un schéma.

- PLOTTER – 4 points
- Reconnaître que c'est un pli et identifier l'axe – 2 points
- Donner l'orientation de l'axe de pli – 1 point



Question 4 (Jousselin)

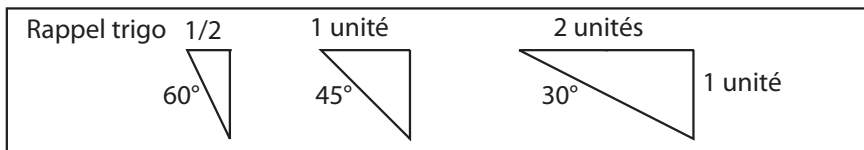
Note Moy: 5,4



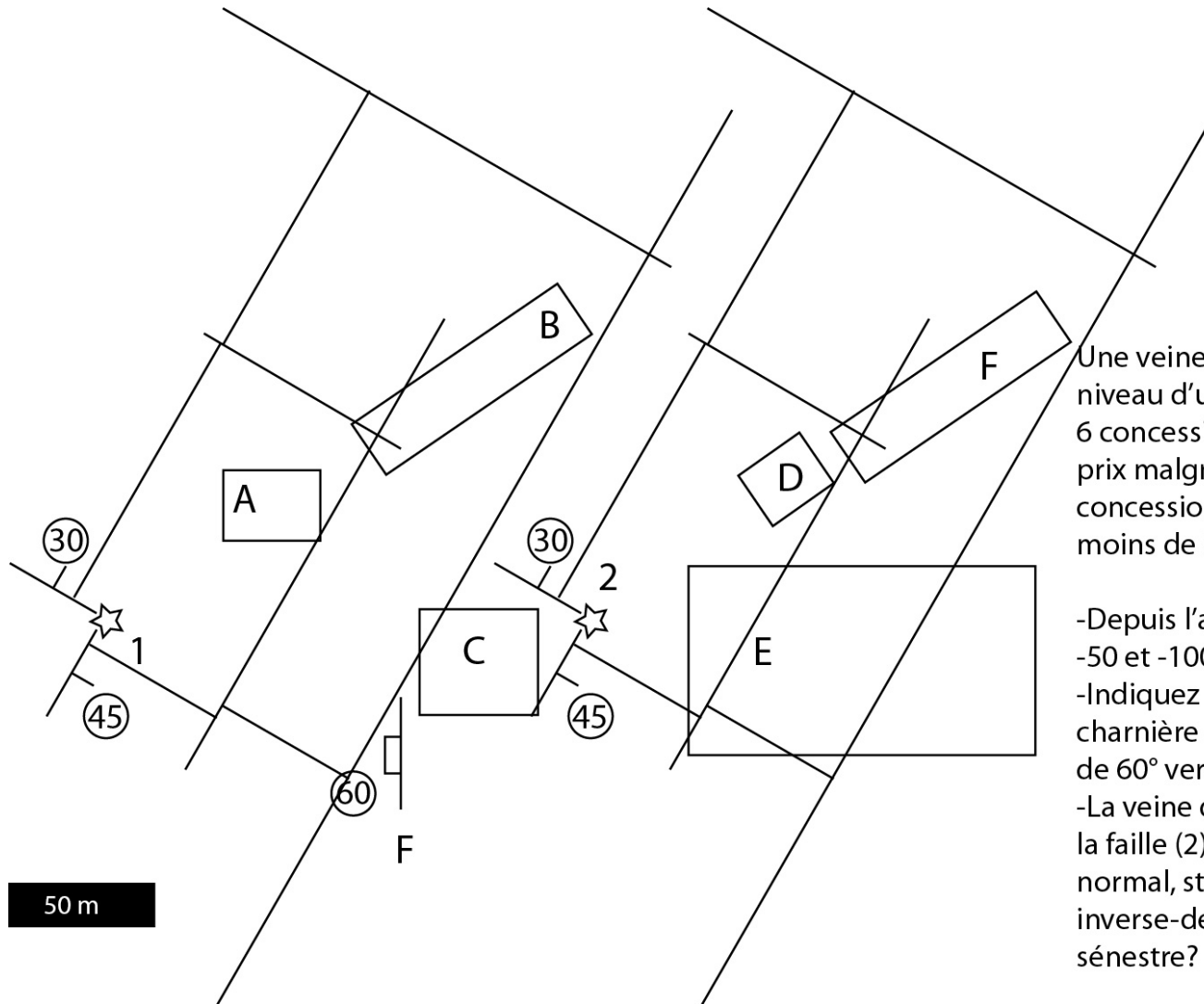
Une veine de quartz aurifère affleure au niveau d'une charnière de pli (1).
6 concessions sont à louer, toutes au même prix malgré des différences de taille. Une concession est rentable seulement si on a moins de 50 mètres de terrain à décaper.

- Depuis l'affleurement 1, tracez les isohypses -50 et -100m des 2 flancs de pli.
- Indiquez le point ● à la vertical duquel la charnière de pli touche la faille F (qui pend de 60° vers l'ouest).
- La veine de quartz aurifère affleure à l'est de la faille (2). La faille a-t-elle un jeu strictement normal, strictement inverse, normal-dextre, inverse-dextre, normal-sénestre, inverse sénestre? Expliquez en moins de 2 lignes.

Si vous avez le budget pour 2 concessions, lesquelles prenez vous?



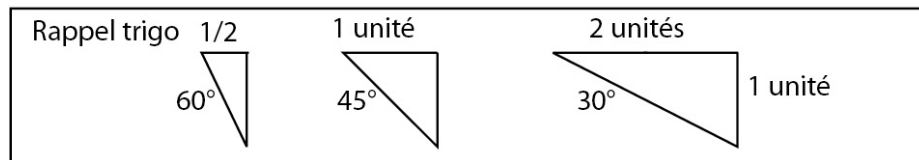
Iso -50 et -100 (espacées 50 m pour 45° pendage, 100m pour 30°; fait OK



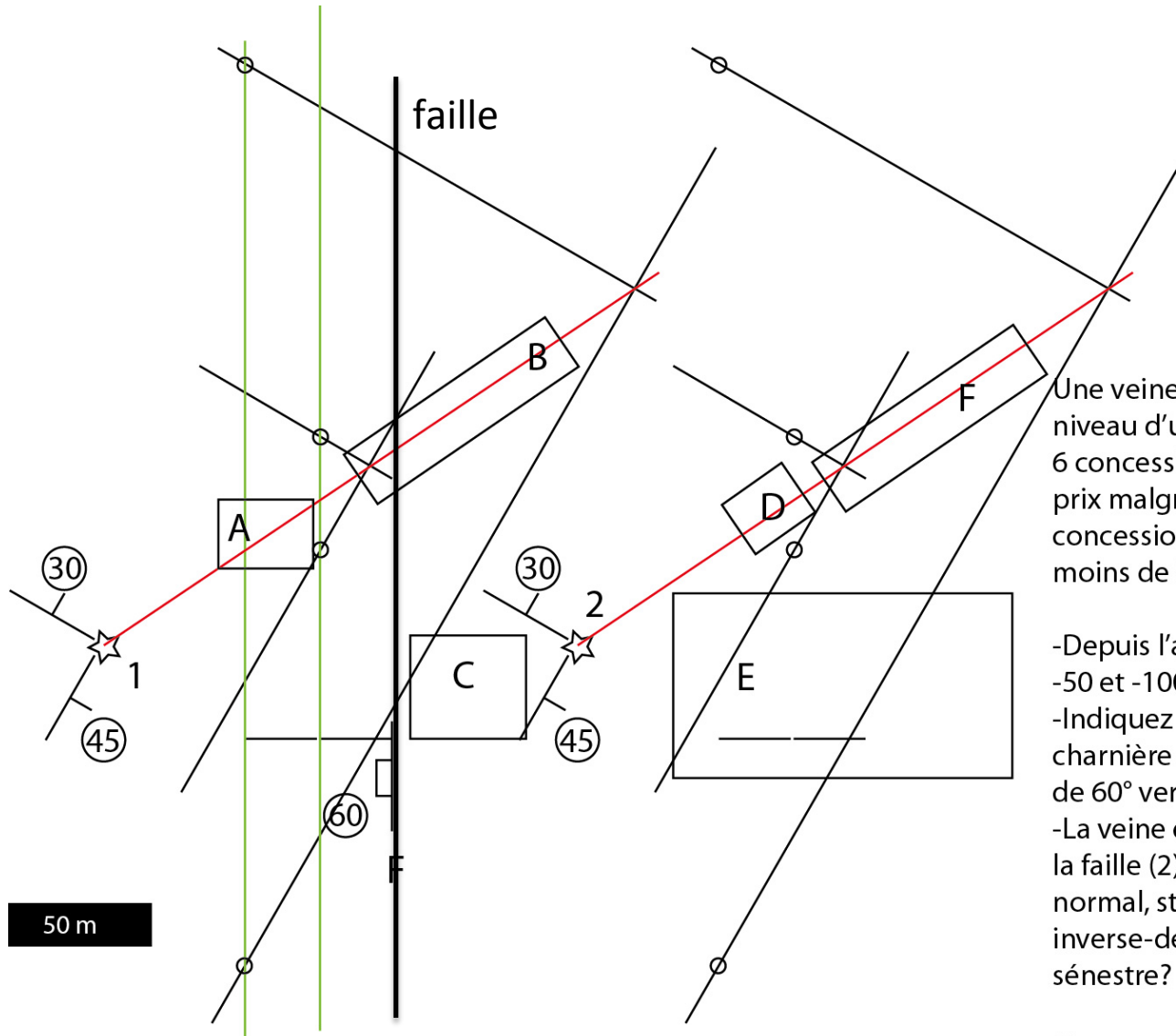
Une veine de quartz aurifère affleure au niveau d'une charnière de pli (1).
6 concessions sont à louer, toutes au même prix malgré des différences de taille. Une concession est rentable seulement si on a moins de 50 mètres de terrain à décapier.

- Depuis l'affleurement 1, tracez les isohypses -50 et -100m des 2 flancs de pli.
- Indiquez le point ● à la vertical duquel la charnière de pli touche la faille F (qui pend de 60° vers l'ouest).
- La veine de quartz aurifère affleure à l'est de la faille (2). La faille a-t-elle un jeu strictement normal, strictement inverse, normal-dextre, inverse-dextre, normal-sénestre, inverse sénestre? Expliquez en moins de 2 lignes.

Si vous avez le budget pour 2 concessions, lesquelles prenez vous?



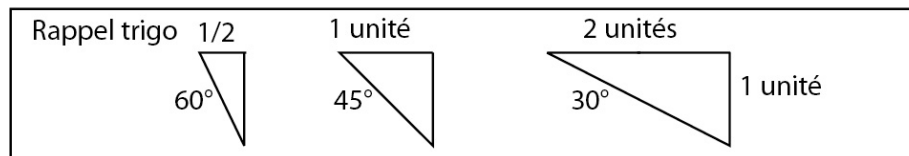
On y ajoute axe de pli (là où isohypses s'interceptent) en rouge et isohypses de la faille (vert)



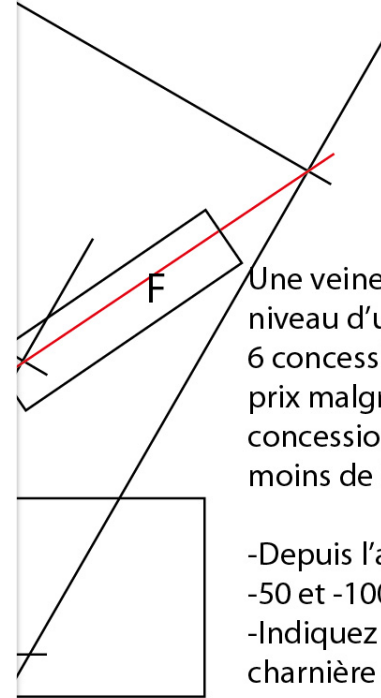
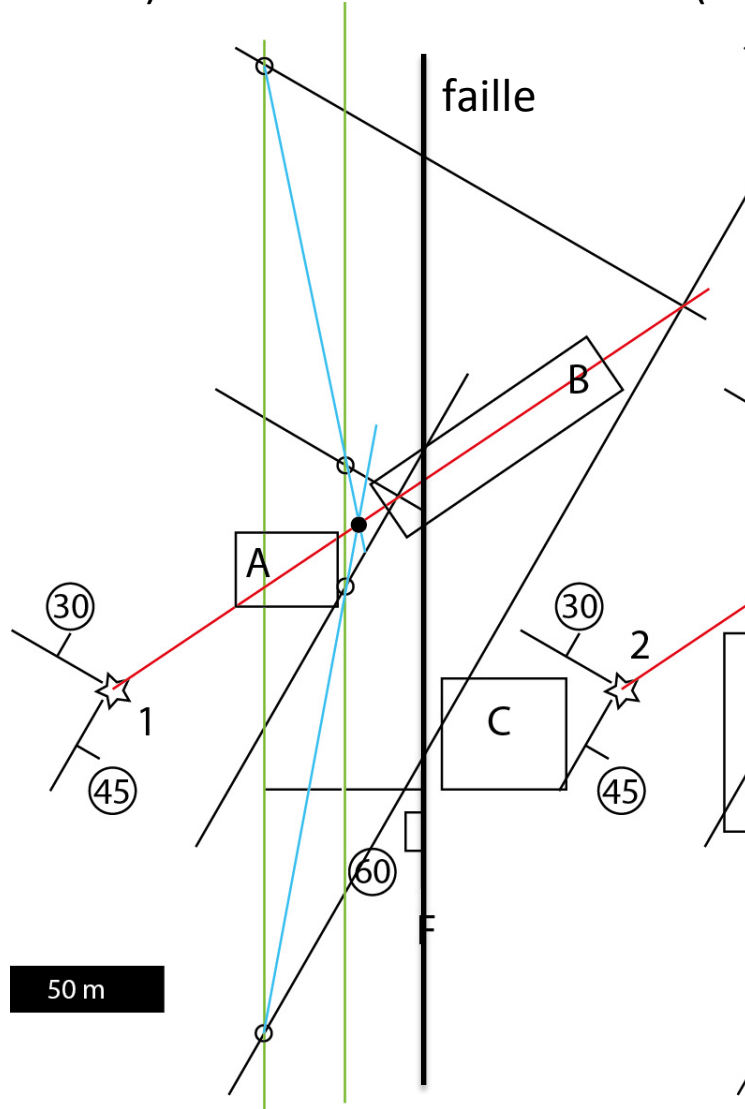
Une veine de quartz aurifère affleure au niveau d'une charnière de pli (1).
6 concessions sont à louer, toutes au même prix malgré des différences de taille. Une concession est rentable seulement si on a moins de 50 mètres de terrain à décaper.

- Depuis l'affleurement 1, tracez les isohypses -50 et -100m des 2 flancs de pli.
- Indiquez le point ● à la vertical duquel la charnière de pli touche la faille F (qui pend de 60° vers l'ouest).
- La veine de quartz aurifère affleure à l'est de la faille (2). La faille a-t-elle un jeu strictement normal, strictement inverse, normal-dextre, inverse-dextre, normal-séneestre, inverse séneestre? Expliquez en moins de 2 lignes.

Si vous avez le budget pour 2 concessions, lesquelles prenez vous?



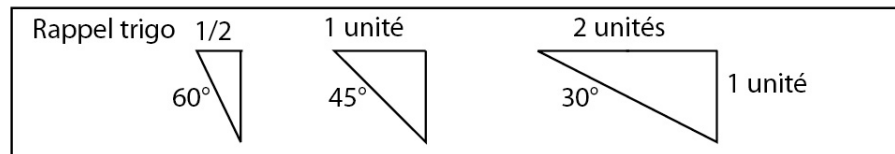
Pts d'intersection flancs de plis avec faille permettent de voir trace des 2 flancs dans la faille (en bleu). Et où l'axe touche la faille (intersection de 3 droites)



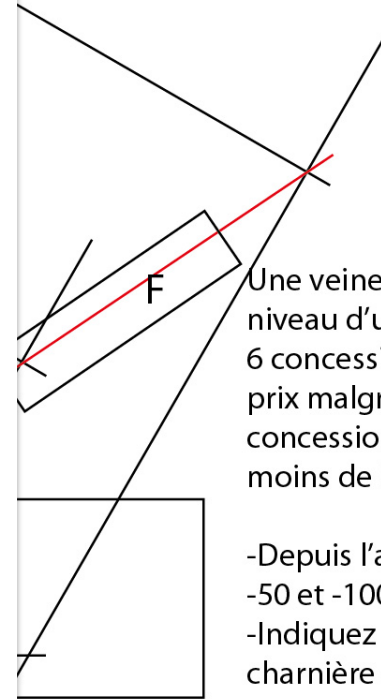
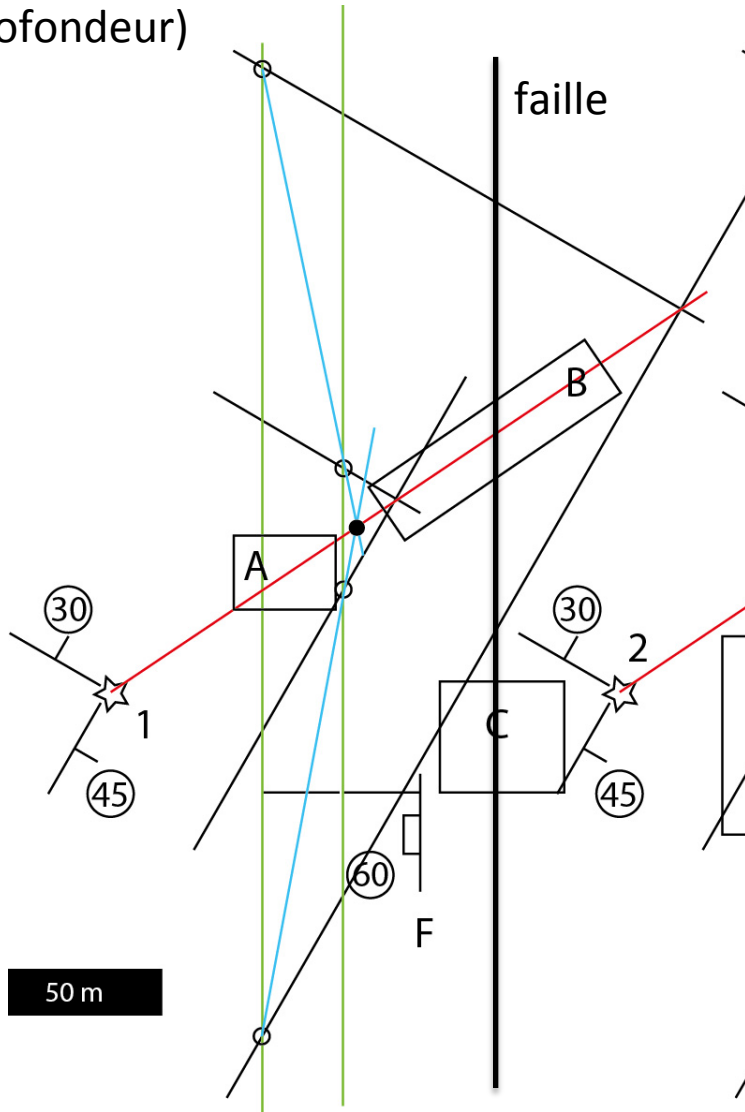
Une veine de quartz aurifère affleure au niveau d'une charnière de pli (1).
6 concessions sont à louer, toutes au même prix malgré des différences de taille. Une concession est rentable seulement si on a moins de 50 mètres de terrain à décaper.

- Depuis l'affleurement 1, tracez les isohypses -50 et -100m des 2 flancs de pli.
- Indiquez le point ● à la vertical duquel la charnière de pli touche la faille F (qui pend de 60° vers l'ouest).
- La veine de quartz aurifère affleure à l'est de la faille (2). La faille a-t-elle un jeu strictement normal, strictement inverse, normal-dextre, inverse-dextre, normal-séneestre, inverse séneestre? Expliquez en moins de 2 lignes.

Si vous avez le budget pour 2 concessions, lesquelles prenez vous?



Faille normale-dextre (l'axe touche faille dans le footwall en aérien dans concession C)
 Il faut prendre concessions A et D (seuls terrains contenant axe à moins de 50 m de profondeur)



Une veine de quartz aurifère affleure au niveau d'une charnière de pli (1).
 6 concessions sont à louer, toutes au même prix malgré des différences de taille. Une concession est rentable seulement si on a moins de 50 mètres de terrain à décaper.

-Depuis l'affleurement 1, tracez les isohypses -50 et -100m des 2 flancs de pli.
 -Indiquez le point ● à la vertical duquel la charnière de pli touche la faille F (qui pend de 60° vers l'ouest).
 -La veine de quartz aurifère affleure à l'est de la faille (2). La faille a-t-elle un jeu strictement normal, strictement inverse, normal-dextre, inverse-dextre, normal-sénestre, inverse sénestre? Expliquez en moins de 2 lignes.

Si vous avez le budget pour 2 concessions, lesquelles prenez vous?

