

Programme scolaire sur LA GEOLOGIE

STRUCTURALE

Durée : 15 semaines de 2heures chacune

Objectif général : L'apprenant doit être capable de (d') :

- Décrire les différentes structures géologiques de Madagascar et d'estimer leurs intérêts économiques.
- Etablir la relation entre les structures et les gisements métallogéniques intéressants de Madagascar

Objectifs d'apprentissage	Contenus	Observation
L'apprenant doit être capable de (d') : - Définir la notion de déformation des roches - Expliquer l'origine de la déformation	ETUDE DE DEFORMATION 1-Définition de la déformation 2- Origine de la déformation	La déformation n'affecte pas seulement les strates mais l'ensemble des roches aussi
L'apprenant doit être capable d': -Identifier la formation des gisements intéressants à partir de l'étude des différentes déformations.	II. TYPES DE DEFORMATION ET LEURS INTERETS : 1. Les déformations cassantes : - failles, - fractures, - joints, - diaclases - veines. 2. Les déformations souples : - plis - cisaillement	-Cartes minières des gisements -Visites des sites -Illustrations photos -confection des maquettes des structures géologiques Intérêts économiques : filons minéralisés, veines et joints minéralisés, fractures de réservoirs d'eau ou de pétrole Intérêts économiques : témoins de formations des gîtes métallogéniques (terres rares et métaux de base) et de réservoir ou piège à pétrole.

Contents

I. ETUDE DE DEFORMATION	4
1. Définition de la déformation des roches	4
2. Origine de la déformation	4
II. Les types de déformation et leurs intérêts.....	5
1. Les déformations cassantes ou fragiles	6
a. Failles.....	7
b. Joint, fente, diaclase, veines.....	10
2. Les déformations souples	12
a. Plis.....	12
b. cisaillement	15
III. Intérêts économiques des gîtes métallogéniques.	17

Sciences de la Vie et de la Terre Première S

Deuxième partie : Géologie

Chapitre I : GEOLOGIE STRUCTURALE

Principes fondamentaux de la géologie structurale

La géologie structurale est une branche de la géologie qui étudie la déformation des roches et des structures qu'elles forment. Elle s'appuie sur des observations précises pour comprendre les processus géologiques qui façonnent la croûte terrestre.

Les roches sont au cœur de l'étude en géologie structurale. L'analyse des structures résultantes est cruciale pour interpréter l'histoire géologique d'une région.

Les recherches en géologie structurale sont essentielles pour la prédiction et l'exploitation des ressources naturelles, telles que les hydrocarbures et les minéraux, ainsi que pour la compréhension des risques géologiques, comme les tremblements de terre et les glissements de terrain. En outre, ces études fournissent des informations cruciales sur l'histoire géologique de la Terre et les processus actuels qui façonnent notre planète.

I. ETUDE DE DEFORMATION

1. Définition de la déformation des roches

La **Géologie structurale** examine comment les forces agissent sur les roches pour provoquer une déformation structurale.

Les **contraintes** et la **déformation** représentent les réponses des roches à ces forces. **La contrainte désigne la cause tandis que la déformation est l'effet observé dans la structure rocheuse.**

La déformation est le changement de forme ou de volume des roches et des minéraux qui composent la croûte terrestre.

Ces processus sont fondamentaux pour comprendre la tectonique et l'évolution des paysages terrestres.

2. Origine de la déformation

La déformation résulte le plus souvent des mouvements des plaques lithosphériques qui se traduisent par des contraintes.

Il existe principalement deux types de contraintes qui sont à l'origine de la déformation des roches :

- **Déformation par compression** : Quand les forces poussent en sens opposés, mais sur une même ligne droite, menant souvent à des plis ;
- **Déformation par distension** : Quand les forces s'écartent et tendent à étirer ou allonger le matériau ;

La nature de la déformation dépend de la température, de la pression, de la vitesse de contrainte, et de la composition de la roche.

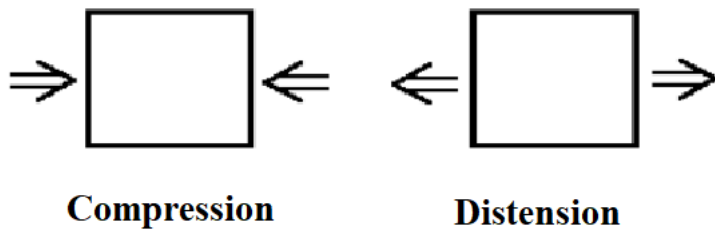
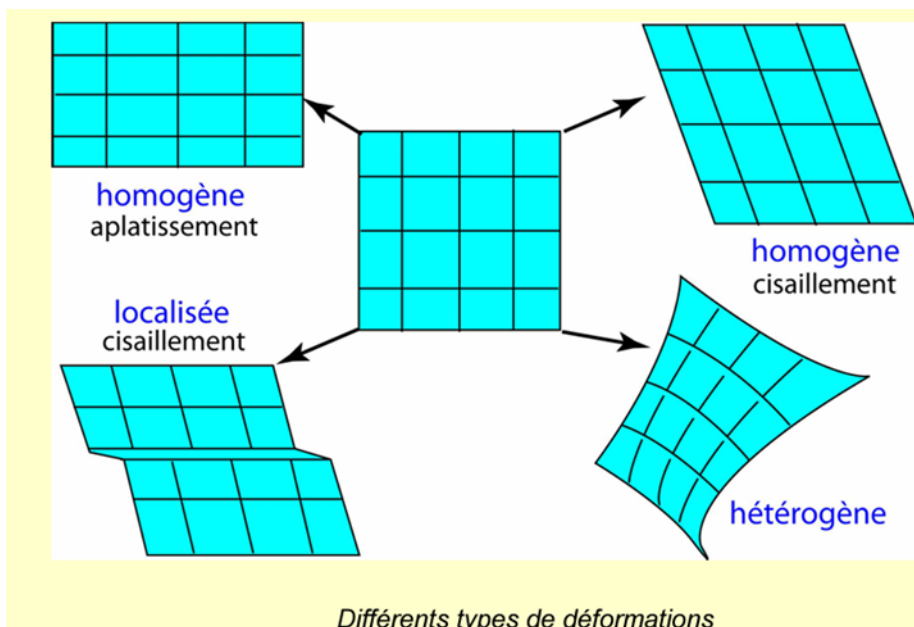


Figure 1 : Déformation par compression et par distension

II. Les types de déformation et leurs intérêts.

Le mouvement des plaques lithosphériques entraîne au sein de la croûte terrestre la déformation des roches. Celles-ci changent de forme et parfois se déplacent



La nature de la déformation dépend de la température, de la pression, de la vitesse de contrainte, et de la composition de la roche.

Selon les contraintes tectoniques, on obtient 2 formes de déformation :
Déformation cassante ou fragile (discontinue) : Rupture de la roche lorsque la contrainte dépasse sa résistance.

Exemples de structures géologiques observées : FAILLES, FRACTURES, JOINTS, DIACLASES et VEINES.

Déformation souple (continue) : Déformation plastique de la roche sous contrainte prolongée, fréquemment à haute température et pression.

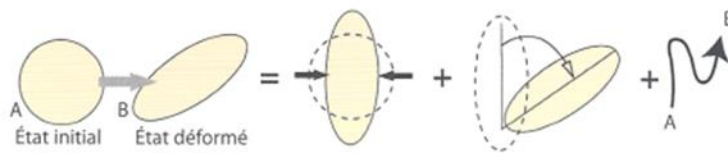
Exemples de structures géologiques observées : PLIS et CISAILLEMENT

1. Les déformations cassantes ou fragiles

Les déformations fragiles sont caractérisées par les éléments tectoniques suivants : failles, fractures, joints, diaclases et veines.

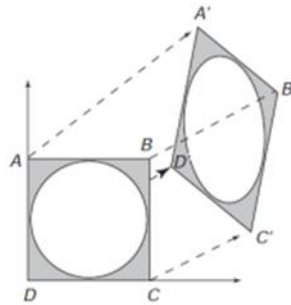
Dans la tectonique cassante où il y a rupture des couches, deux accidents élémentaires peuvent se présenter :

- **Les cassures sans déplacement des couches** appelées **diaclasses ou joints**
- **Les cassures avec déplacement horizontal** appelées **décrochements**, avec **déplacement vertical ou oblique** appelées **failles**

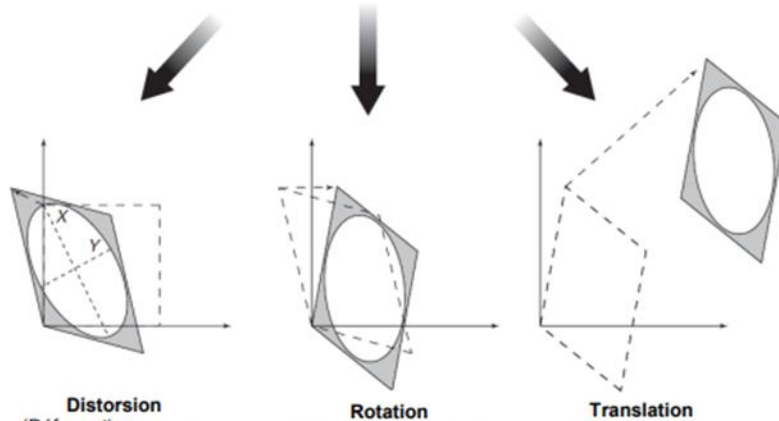


Déformation finie = changement de forme + rotation + déplacement

Vision simple



Déformation



Distorsion
(Déformation au sens le plus strict)

Rotation

Translation

Vision plus précise

▲ FIGURE 1. Les trois composantes de la déformation.
D'après LAGABRIELLE *et al.* (2013) et VAN DER PLUIJM & MARSHAK (2004), traduit.

a. Failles

✓ *Définition d'une faille*

Une faille est toute fracture ou cassure des terrains accompagnée d'un déplacement relatif des deux compartiments parallèlement au plan de cassure. Elle est caractérisée par 2 types d'éléments géométriques : le **plan de faille** et les **rejets**.

Le plan de faille est une surface souvent recristallisée où des stries marquent les mouvements des compartiments ; dans la réalité, ce plan est le bord de 2 compartiments mais dans la pratique, c'est un plan imaginaire.

Les rejets indiquent la valeur de déplacement relatif des deux compartiments (distance qui sépare 2 points homologues).

✓ *Éléments d'une faille*

- 2 *lèvres ou compartiments* : les bords des couches tranchées au contact de l'accident, la *lèvre supérieure* ou *soulevée* s'appelle **toit** et la *lèvre affaissée* le **mur** ;

- *Rejet* : l'amplitude de la dénivellation. Il est marqué par le déplacement relatif d'une couche : rejet horizontal et rejet vertical ;

- *Plan de faille ou plan de glissement* : c'est la surface généralement polie qui sépare les 2 compartiments ;

- *Pendage* : angle que fait le plan de faille avec l'horizontal

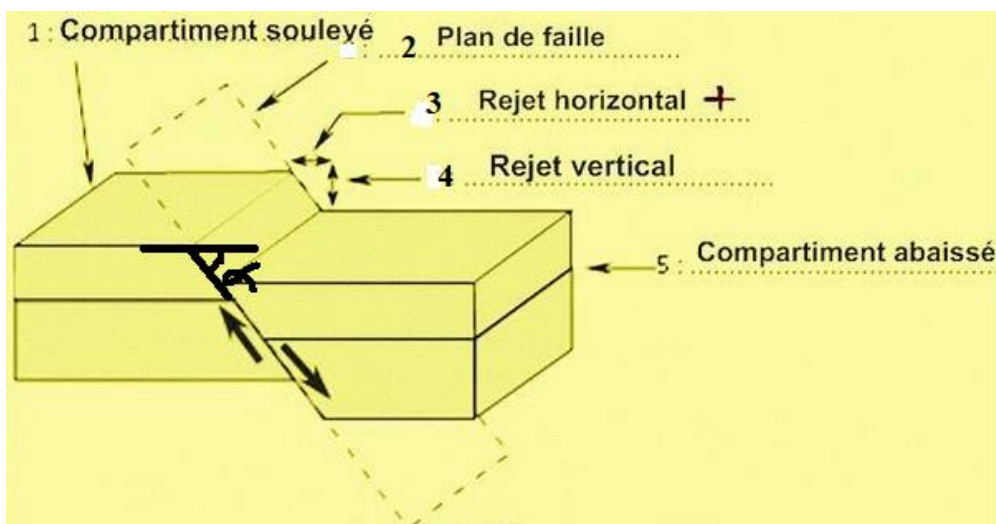


Figure 2 : Figure 2 : Les éléments d'une faille

✓ *Différents types de faille*

- **La faille est Normale** si le plan de faille est incliné vers le compartiment affaissé.

- La faille est **Inverse** si le plan de faille est incliné vers le compartiment élevé.

- La faille est **transformante** appelé aussi **décrochement** lorsque le mouvement est horizontal.

- Si le pendage des couches et du plan de faille va dans le même sens, la **faille est conforme**. Lorsque le pendage est inverse, on parle de **faille contraire**.

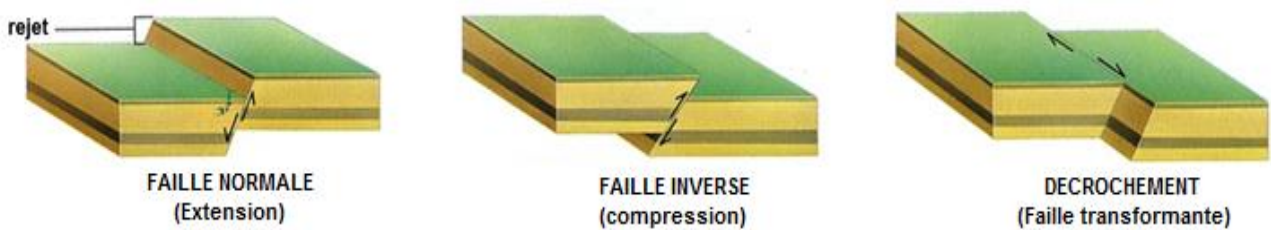
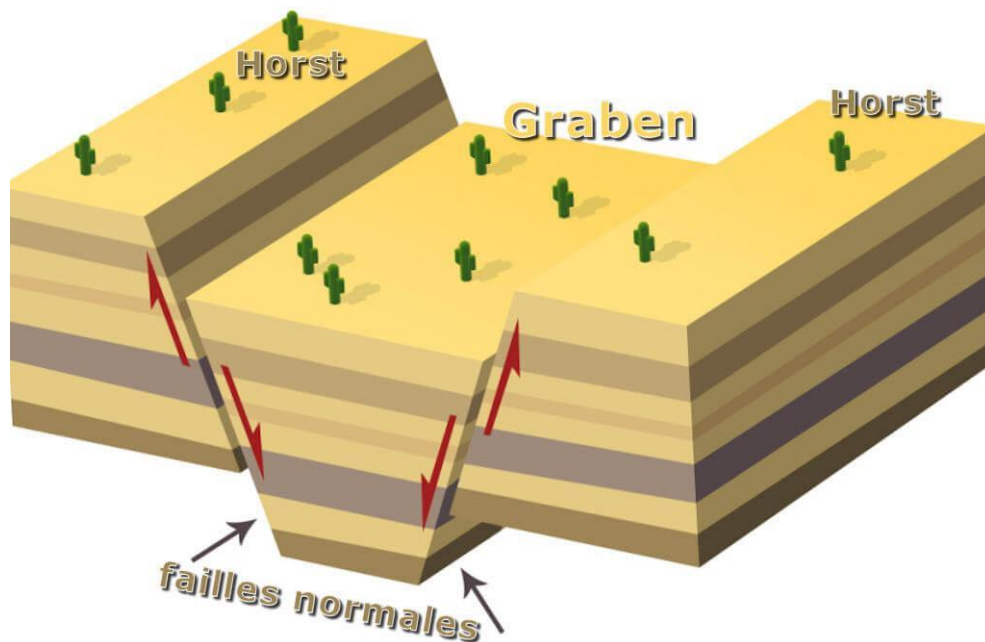


Figure 3 : Les différents types de faille

Lors d'un mouvement de distension, les failles normales sont associées pour délimiter des fossés défondements appelés GRABENS, et séparés par des seuils ou HORSTS.



gnu - www.aquaportail.com

Figure 4 : Horst et Graben

Exemple : Faille de Mandraka, faille de Betampona et Mandray à Antsirabe

b. Joint, fente, diaclase, veines

- **Diaclase** : fracture sans déplacement entre les parties disjointes ou épontes
- **Fente de tension** : fracture avec écartement des épontes
- **Joint stylolithique** : fracture avec resserrement des épontes
- **Veines** : petites craquelures à l'intérieur des roches, remplies totalement ou partiellement de minéralisations

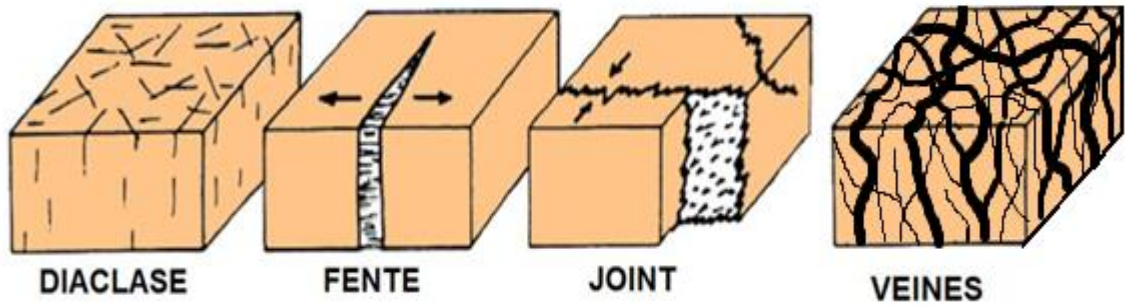


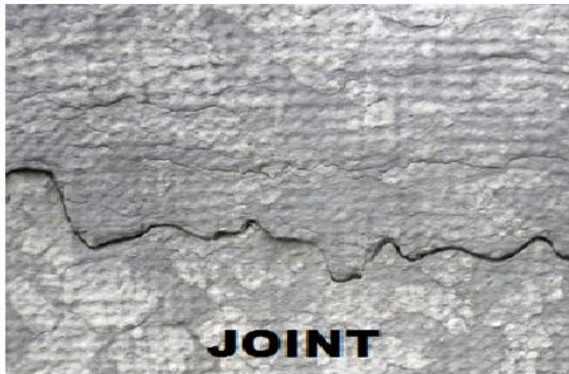
Figure 5 : Les différents types de cassures



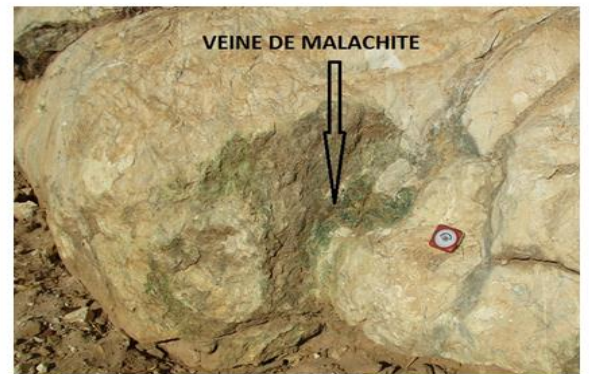
Diaclase de roche quartzique d'Ambohimandroso



Fentes dans la roche quartzique d'Ibity (Antsirabe II)



Joint dans une roche calcaire (Bemaraha)



Veine de malachite d'Ambatovarahina (Ambatofinandrahana)

Figure 6 : Exemples de déformations cassantes à Madagascar

2. Les déformations souples

a. Plis

✓ Définition des plis

Les plis sont des couches dérivant des ondulations, dues à l'action des pressions horizontales. La partie *convexe* vers le haut est appelé anticlinal et la partie *concave* le synclinal.

✓ Éléments géométriques des plis

- **Charnière** : zone de courbure maximale présentée par les couches (*charnière anticlinale et synclinale*)
- **Plan axial** : un plan de symétrie du pli passant par la charnière
- **Axe du pli** : une droite d'intersection du plan axial avec la charnière
- **Flancs** : surface de la couche de part et d'autre de la charnière
- Point ou ligne ou surface d'inflexion qui limite le pli
- **Anticlinal** : un pli convexe
- **Synclinal** : un pli concave

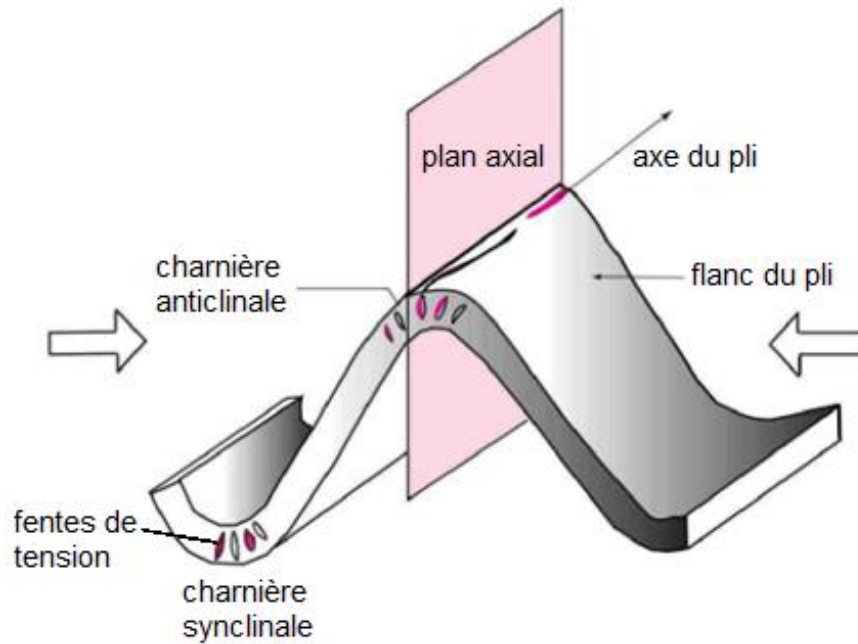


Figure 7 : Les éléments géométriques de pli

- Selon la position du plan axial, les plis peuvent être **droits**, **déjetés**, **déversés**, **renversés** ou **couchés**.

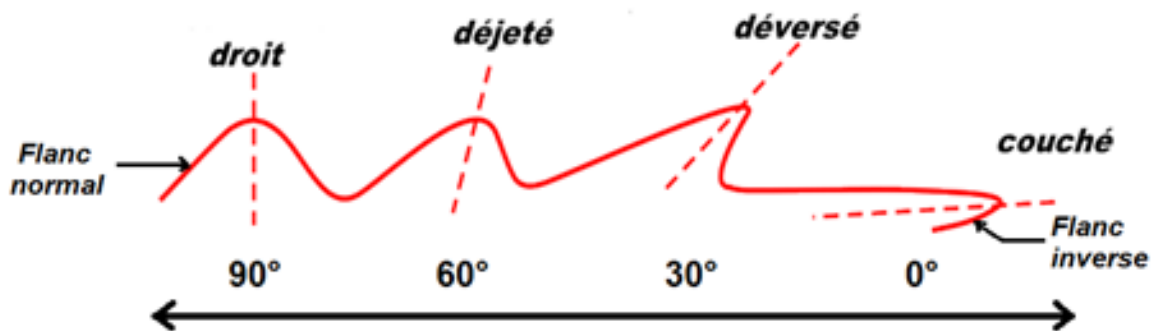


Figure 8 : Schéma des plis droits, déjetés, déversés, renversés et couchés.

- Si l'épaisseur des couches reste constante le long du pli, on a un **pli isopaque**, si l'épaisseur des couches varie suivant l'épaisseur et la longueur, on parle de **pli anisopaque**.

Remarque : Le préfixe **iso** veut dire égal

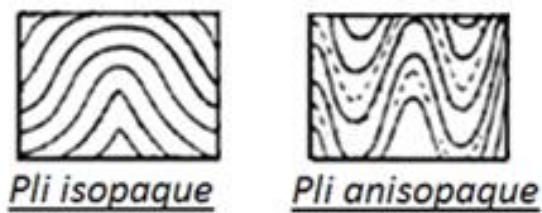


Figure 9 : Schéma des plis isopaques et anisopaques

- Selon les associations des plis : il y a les **Plis isoclinaux** : où tous les flancs ont même pendage et les **Plis en éventail** où il y a un groupement de plis qui se déversent de plus en plus vers l'extérieur du dispositif lorsqu'on s'éloigne de son milieu

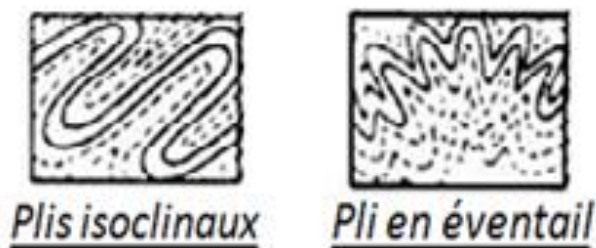


Figure 10 : Schéma des plis isoclinaux et des plis en éventail

Un Anticlinorium (A) ou un Synclinorium (S) est un ensemble de plis qui forment un anticlinal ou un synclinal. Un pli déversé ou couché forme un flanc inverse laminé, on parle d' un **pli-faille ou chevauchement**.

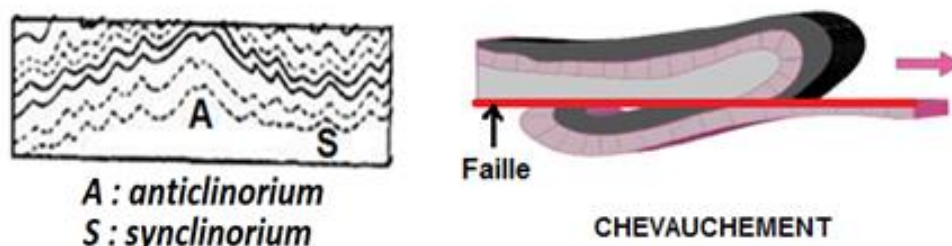


Figure 11 : Schéma d'un anticlinorium, d'un synclinorium et d'un chevauchement



Figure 12 : Photo des roches plissées

b. cisaillement

Une zone de cisaillement est une région dans la croûte terrestre où les roches ont été déformées par des forces de glissement.

Les zones de cisaillement résultent d'une déformation intense aplatis et étirées lors d'un mouvement cisailant. Cette déformation concentre des mouvements relatifs dans les zones planaires qui s'appellent **plan de cisaillement**.



Figure 13 : Photo montrant la zone de cisaillement

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Oeil_gneiss_d%C3%A9form%C3%A9_par_pression.jpg

Suivant le sens du coulissement relatif, on définit deux types de cisaillement :

- **Cisaillement dextre** lorsque l'observateur faisant face à la faille voit l'autre compartiment glisser vers sa droite
- **Cisaillement sénestre** lorsque l'observateur faisant face à la faille voit l'autre compartiment glisser vers sa gauche

Pour savoir si le décrochement est « dextre » ou « sénestre », il faut imaginer que l'on est sur l'un des deux compartiments de la faille et que l'on observe un repère situé sur l'autre compartiment. Lors du coulissage de la faille, si le repère se déplace vers la droite, le décrochement est dit dextre ; il est dit sénestre dans l'autre cas.

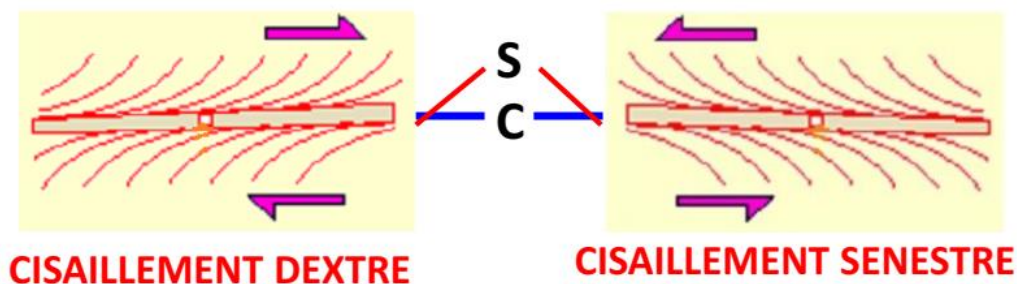
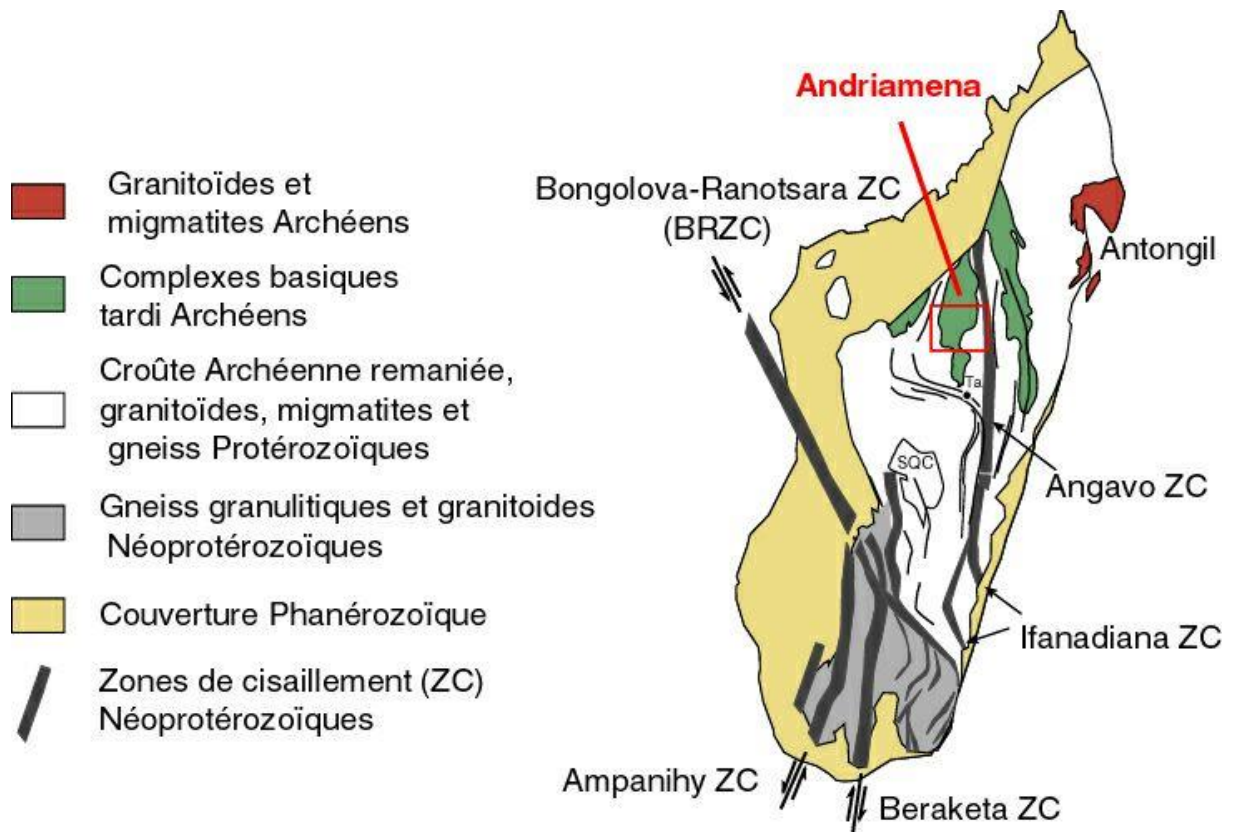


Figure 14 : Cisaillement dextre et cisaillement sénestre



Carte structurale simplifiée du Précambrien de Madagascar (Martelat, 1998)

Figure 15 : les zones de cisaillement à Madagascar

<http://christian.nicollet.free.fr/page/Recherche/recherche.html>

III. Intérêts économiques des gîtes métallogéniques.

- Terres rares et métaux de base : Ces ressources sont essentielles pour de nombreuses industries, notamment l'électronique, l'énergie renouvelable et l'automobile. Les terres rares, par exemple, sont cruciales pour la fabrication de batteries, de moteurs électriques et d'autres technologies avancées. Leur extraction et leur traitement peuvent générer des revenus significatifs pour les pays producteurs.

- Réservoirs de pétrole : Les gisements de pétrole représentent une source majeure d'énergie et de revenus pour de nombreux pays. L'exploitation de ces ressources peut stimuler l'économie locale, créer des emplois et financer des infrastructures. Cependant, elle pose également des défis environnementaux et nécessite une gestion durable.

- Tous les gîtes métallogéniques :

- Création d'Emplois : L'exploitation des gîtes métallogéniques génère de nombreux emplois, tant directs (dans les mines et les usines de traitement) qu'indirects (dans les services associés comme le transport, la maintenance et la sécurité)
- Devises et balance commerciale : La vente de minerais et de métaux sur les marchés internationaux rapporte des devises précieuses aux pays producteurs. Les exportations de produits miniers contribuent à améliorer la balance commerciale d'un pays et à renforcer sa position économique sur la scène internationale.
- Développement économique local : l'exploitation d'un gîte entraîne souvent la construction d'infrastructures routières, ferroviaires, portuaires, etc., qui bénéficient à toute la région. Les revenus générés par l'exploitation minière permettent d'améliorer les services publics (éducation, santé, etc.) au bénéfice de la population locale.

Remarques :

Source de pétrole : Le pétrole provient de la décomposition de matière organique, principalement des algues et des plantes, qui s'accumule dans

les sédiments. Cette matière organique est ensuite transformée en hydrocarbures sous l'effet de la chaleur et de la pression au fil du temps.

Migration : Une fois formés, les hydrocarbures migrent à travers les roches poreuses jusqu'à atteindre des structures géologiques qui peuvent les piéger, comme des anticlinaux, des failles ou des dômes salins. Ces structures créent des pièges où le pétrole peut s'accumuler.

Réservoirs et caprock : Un réservoir est souvent surmonté d'une couche imperméable, appelée caprock, qui empêche le pétrole de s'échapper à la surface. Ce caprock est généralement constitué de roches argileuses ou d'autres matériaux non poreux.

Caractéristiques des réservoirs : Les propriétés géologiques des réservoirs, comme la porosité (la capacité de la roche à contenir des fluides) et la perméabilité (la capacité de la roche à permettre le passage des fluides), sont cruciales pour déterminer la quantité de pétrole récupérable.