

# Chapitre 1: Les chaînes de montagnes récentes et leurs relation avec la tectonique des plaques et les déformations tectoniques qui les accompagnent

## Introduction :

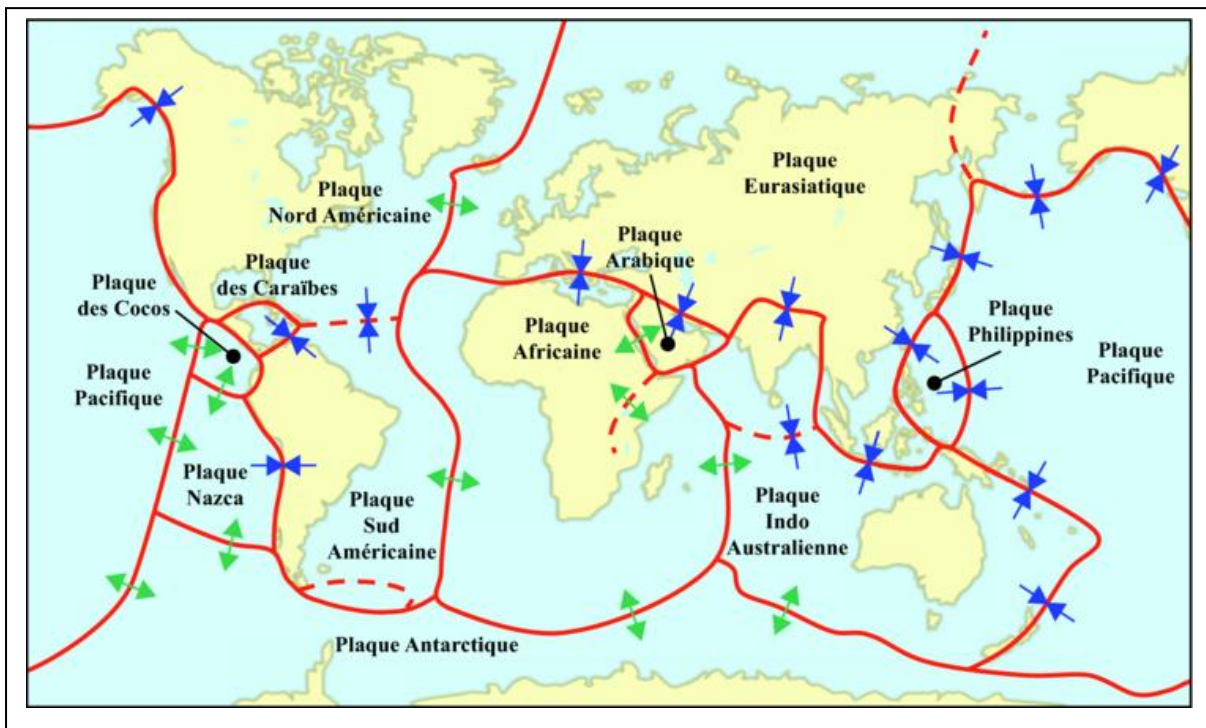
La lithosphère est formée de plaques rigides en mouvement. Certaines zones de convergences de ces plaques sont marquées par la surrection de chaînes de montagnes. En se basant sur le contexte géodynamique de leurs formation on classe ces chaînes de montagnes en 3 types :

- ✓ Chaînes de subduction : exemple cordillère des Andes
- ✓ Chaînes d'obduction : exemple chaîne Al hajar au nord d'Oman
- ✓ Chaîne de collision exemple Himalaya

- Quelles sont les caractéristiques structurales et pétrographiques de ces chaînes de montagnes ?
- Quelles sont les conditions de formation de ces chaînes de montagne ?

## I. Rappels :

### 1. Les plaques lithosphériques :

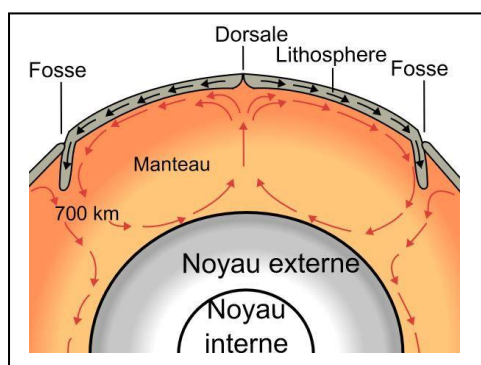
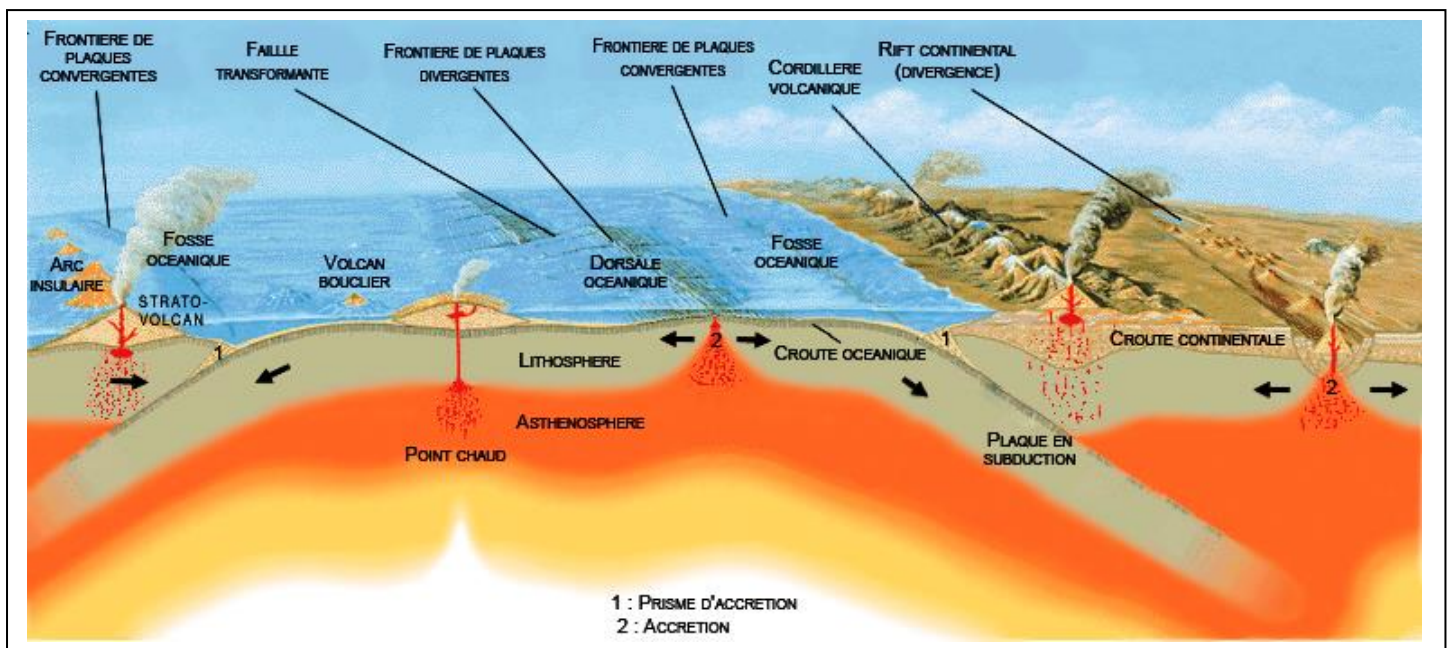


➤ Définissez la plaque lithosphérique et donnez ses caractéristiques.

La plaque lithosphérique est une portion de lithosphère rigide délimitée par des frontières ayant une activité sismiques et volcanique importante. Elle peut être totalement océanique ou comporter à la fois une partie continentale et une partie océanique.

Les plaques lithosphériques déplacent les unes par rapport aux autres sur l'asthénosphère : certaines s'écartent, d'autre se rapprochent ou coulissent.

## 2. Les dorsales et les fosses océaniques:



1. Quel est le rôle des dorsales et des fosses océaniques ?
2. Quelle a la conséquence du rapprochement de deux plaques lithosphériques ?

1. Dans l'axe des dorsales océaniques du plancher océanique ; les plaques s'écartent et l'océan s'élargit.


Au niveau des fosses océaniques, les plaques se rapprochent : il y a subduction de la lithosphère océanique, qui disparaît et s'enfonce dans l'asthénosphère sous une lithosphère continentale. Cette zone est caractérisée par le volcanisme andésitique et par la répartition des foyers de séismes selon un plan incliné.

2. Le rapprochement de deux plaques aboutit à la collision des continents et à la formation des chaînes de montagnes. Au cours de la collision, les roches sont soumises à de fortes pressions à l'origine de déformations (plis, failles).

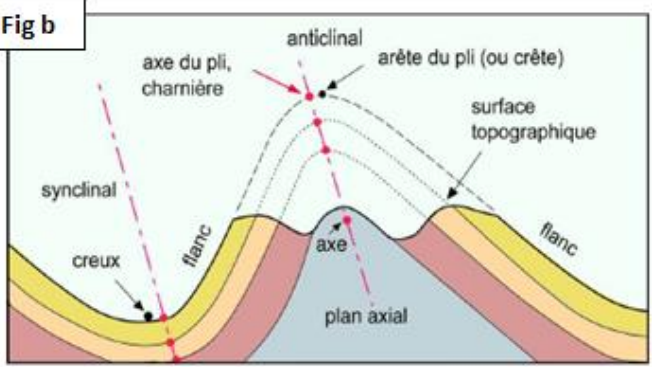
### II. Les différents types de déformations tectoniques dans les chaînes de montagne :

#### 1. Les déformations souples continues ou ductiles : les plis:

##### a. Définition :



**Fig a**



**Fig b**

**1- d'après les figures ci-contre donnez une définition aux plis ?**  
**2- d'après la fig b dégagez les éléments d'un pli ?**

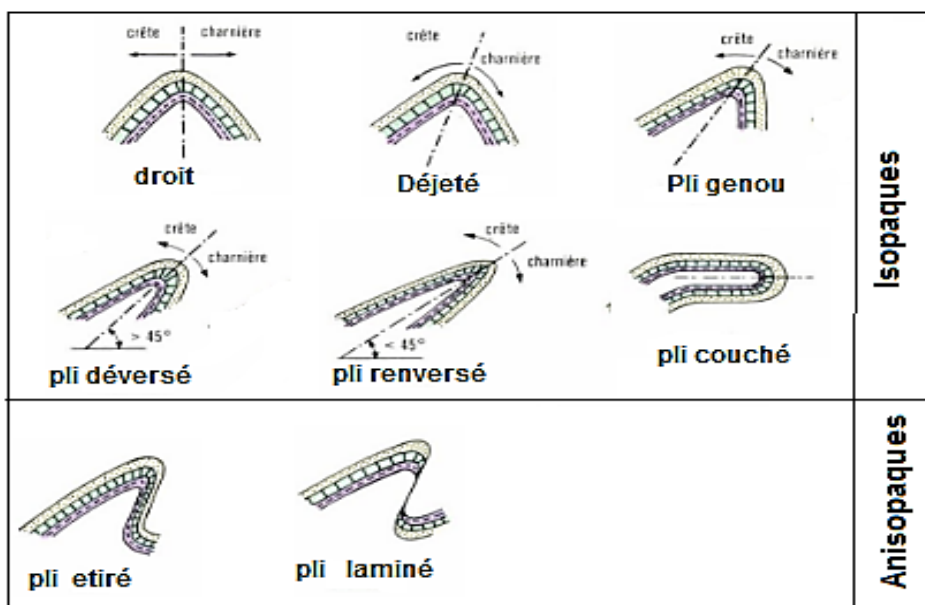
1- un pli est une Déformation souple continue des couches géologiques initialement plane sous forme d'ondulations à plus ou moins grand rayon de courbure, à la suite d'une contrainte tectonique. L'ondulation peut être :

- **en saillie** : pli anticlinal un pli convexe dont le centre est occupé par les couches géologiques les plus anciennes.
- **en creux** : pli synclinal est un pli dont la concavité est tournée vers le haut. Dans des conditions normales, les couches les plus jeunes étant les couches supérieures, on trouve, après érosion, les strates géologiques les plus récentes dans le cœur du synclinal.

2- les éléments d'un pli sont :

- **La charnière** : est une zone de courbure maximale et les flancs relient deux charnières.
- **Flanc du pli** : c'est la surface qui raccorde deux charnières successives.
- **Plan axial(ou surface axiale)** : surface imaginaire qui relie les charnières des couches du pli.
- **Axe du pli** : ligne de bissectrice entre le plan axial et la surface topographique.

**b. Classification des plis :**

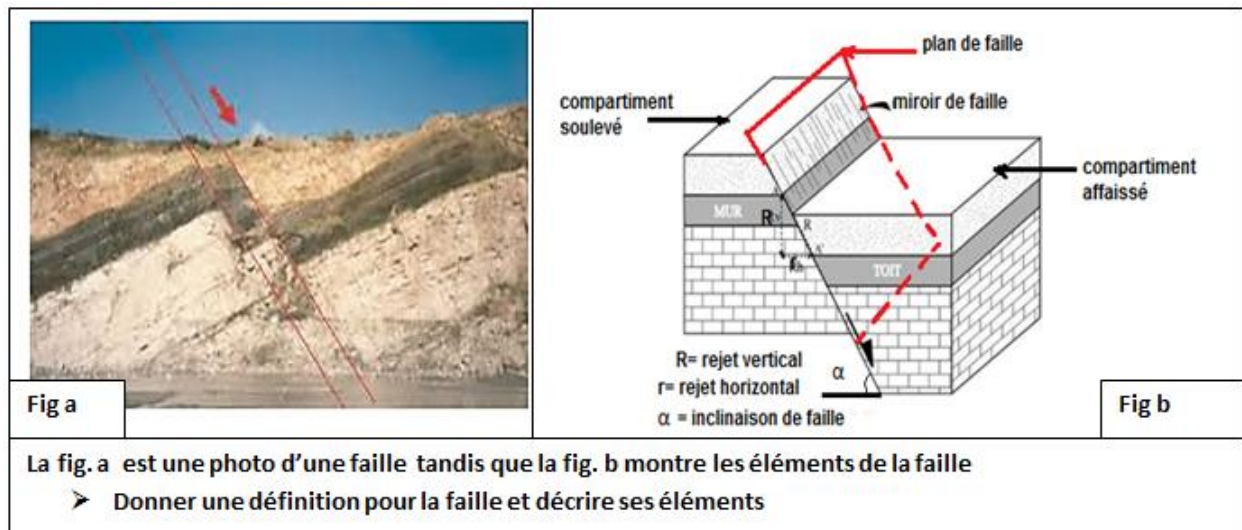


- Dégagez des figures suivantes les critères de base de la classification des plis

En fonction de l'inclinaison du plan axial, on peut distinguer des plis droits, déjetés, en genou, déversés, renversés et couchés. Tous ces plis, dont les couches gardent une épaisseur constante, sont dits 'isopaques' par opposition aux plis 'anisopaques', dont les flancs sont étirés ou laminés.

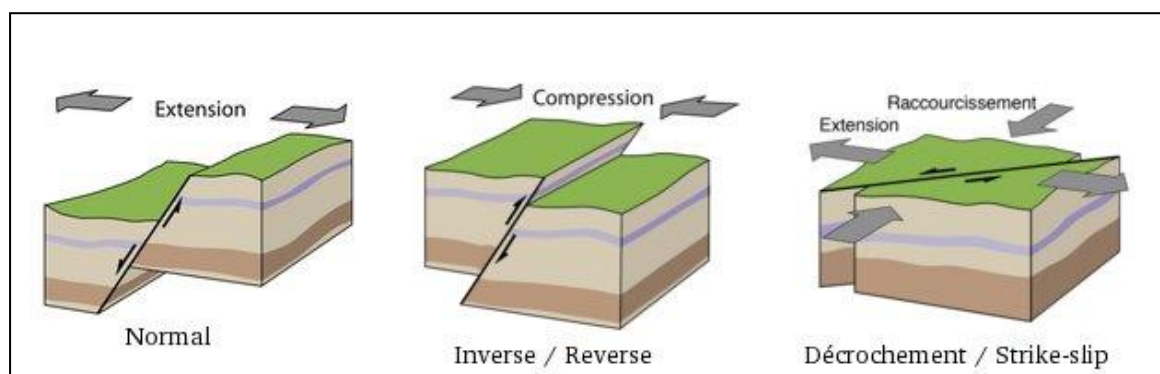
## 2. Les déformations discontinues : cassantes : les failles :

### a. Généralités :



- **Une faille** : déformation discontinue qui est une cassure au niveau des couches de terrain qui s'accompagne d'un déplacement des deux compartiments ainsi créés.
- Les éléments de la faille sont :
  - Les 2 compartiments : **le mur** : compartiment soulevé ( en dessous de la faille)  
**le toit** : compartiment affaissé (au-dessus de la faille)
  - **Plan de faille** : C'est la surface le long de laquelle les deux compartiments ont glissé, soit à l'oblique, soit à la verticale. Accompagné par une surface polie dite miroir). On peut décrire le plan de faille en mesurant son inclinaison ou son angle de pendage ( $\alpha$ ) par rapport à la verticale.
  - **Le rejet de la faille** : R : rejet vertical : c'est la différence d'altitude entre les deux blocs  
r : rejet horizontal : mesure du glissement des blocs l'un contre l'autre.

### b. Les types de failles :



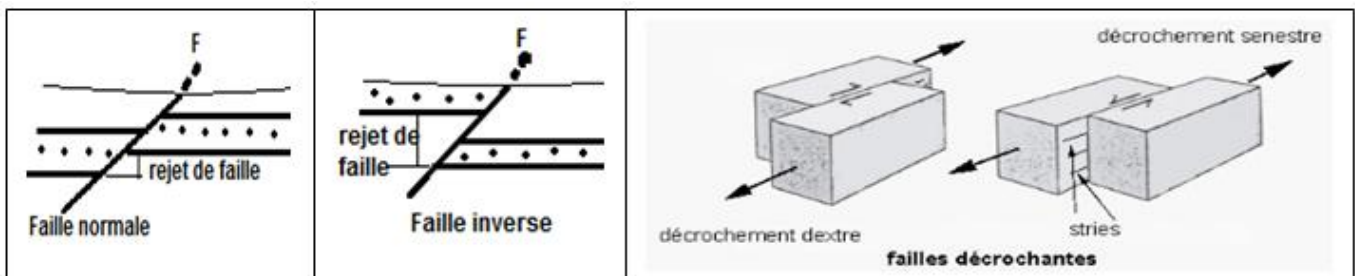
1. Décrire chaque type de faille et établissez la relation entre ces déformations et les contraintes tectoniques ?
2. Schématiser chaque type par une coupe géologique

**1. Faille normale :** faille le long de laquelle les roches au-dessus du plan de faille se déplacent vers le bas par rapport aux roches sous le plan de faille. Les failles normales se forment lorsque deux blocs de roche s'éloignent l'un de l'autre en raison d'une distension (il y a extension)

- **Faille inverse :** faille le long de laquelle les roches au-dessus du plan de faille se déplacent vers le haut par rapport aux roches sous le plan de faille. Les failles inverses se forment lorsque deux blocs de roche sont poussés l'un vers l'autre en raison d'une compression.

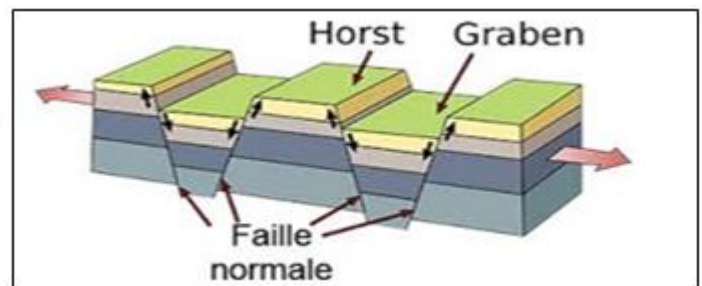
- **Décrochement :** faille le long de laquelle le déplacement relatif s'effectue horizontalement le long du plan de faille séparant des blocs de roche adjacents : et on note décrochement dextre (sens d'aiguille d'une montre) décrochement senestre.

2.



**Remarque :** l'association de nombreuses failles normales peuvent donner des formes tectoniques tels que :

**Graben** (vallée d'effondrement) ou **Hhorst**.



### 3. Les déformations intermédiaires : chevauchement et nappe de charriages :

<p>Fig a</p>	<p>Fig b</p>	<p>Fig a = pli faille dans les alpes                  Fig b = chevauchement dans les alpes                  Fig c = série de nappes de charriage = structure des Alpes</p>
<p>Fig c</p>		<p>La fig d montre un schéma interprétatif des étapes de formation de chevauchement et nappe de charriage.</p> <p>- Décrivez la disposition des différentes formations rocheuses et déduire les caractéristiques structurales des déformations intermédiaires ?</p>

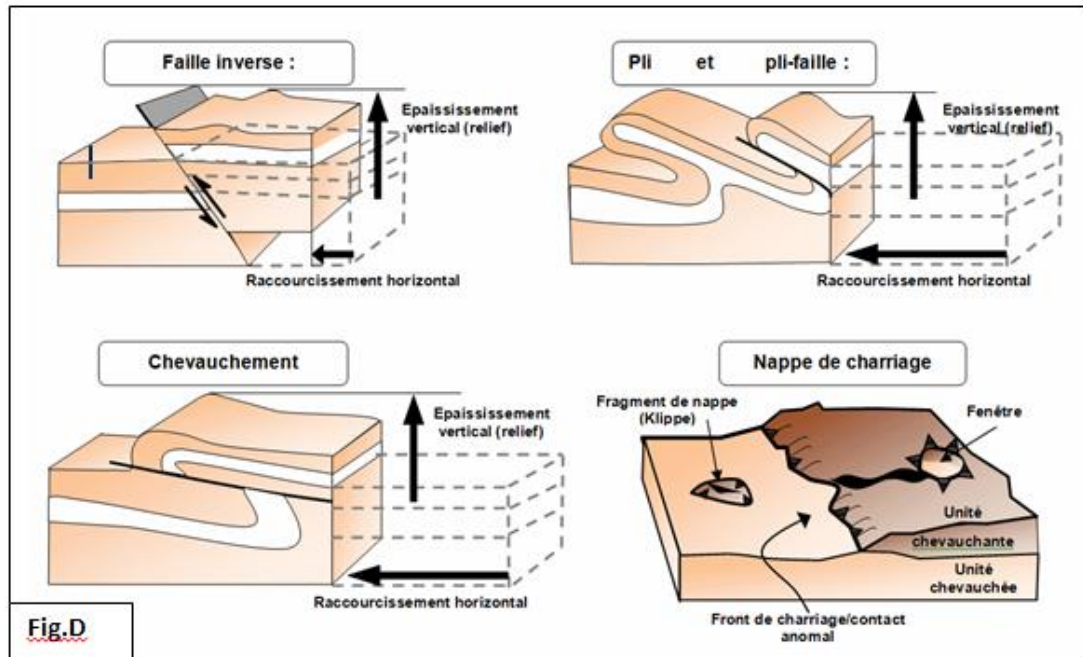


Fig.D

- La chaîne des Alpes est une chaîne de collision présentant des structures intermédiaires telle que : des pli-failles, des chevauchements et des nappes de charriage ces structures montrent des contacts anormaux entre les séries de roches sur des distances variables et sont des indices de compression de la croûte dans ces zones.

- Dans les conditions de compression certaines des déformations souples (plis) évoluent en déformations intermédiaires :

- **Pli –faille** : pli déversé ou couché dont le flanc inverse a été laminé par une faille inverse
- **Chevauchement** : est un mouvement tectonique où une série de terrains en recouvre une autre par le biais d'un contact anormal de type faille inverse, généralement de faible inclinaison et d'une portée limitée (quelques Km)
- **Nappe de charriage** : correspondent à des unités tectoniques de beaucoup plus grande dimension, de portée pouvant atteindre plusieurs dizaines à plus de la centaine de Km.

Dans ce cas on distingue l'unité chevauchée restée sur place dite autochtone et l'unité charriée dite allochtone.

#### 4. Bilan :

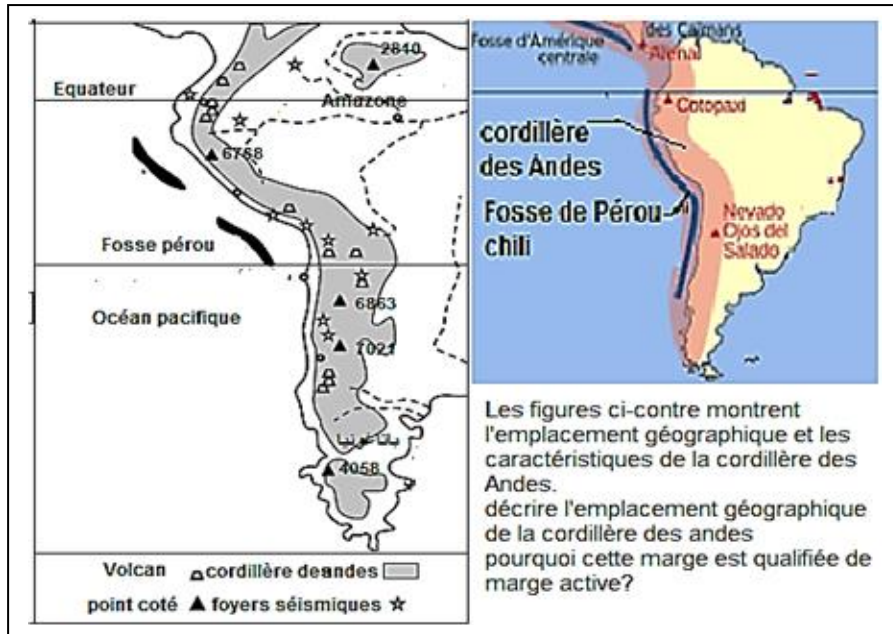
Plis, failles inverses, chevauchements et nappes de charriages sont des indices d'un épaissement crustal s'expliquant par un raccourcissement de la croûte continentale ces épaissements génèrent des reliefs élevés se sont des chaînes de collision et de subduction.

### III. Les caractéristiques des chaînes de subduction et les conditions de leur formation :

#### Exemple : la cordillère des Andes :

#### 1. les caractéristiques structurales et géophysiques :

##### a. Données géographique :

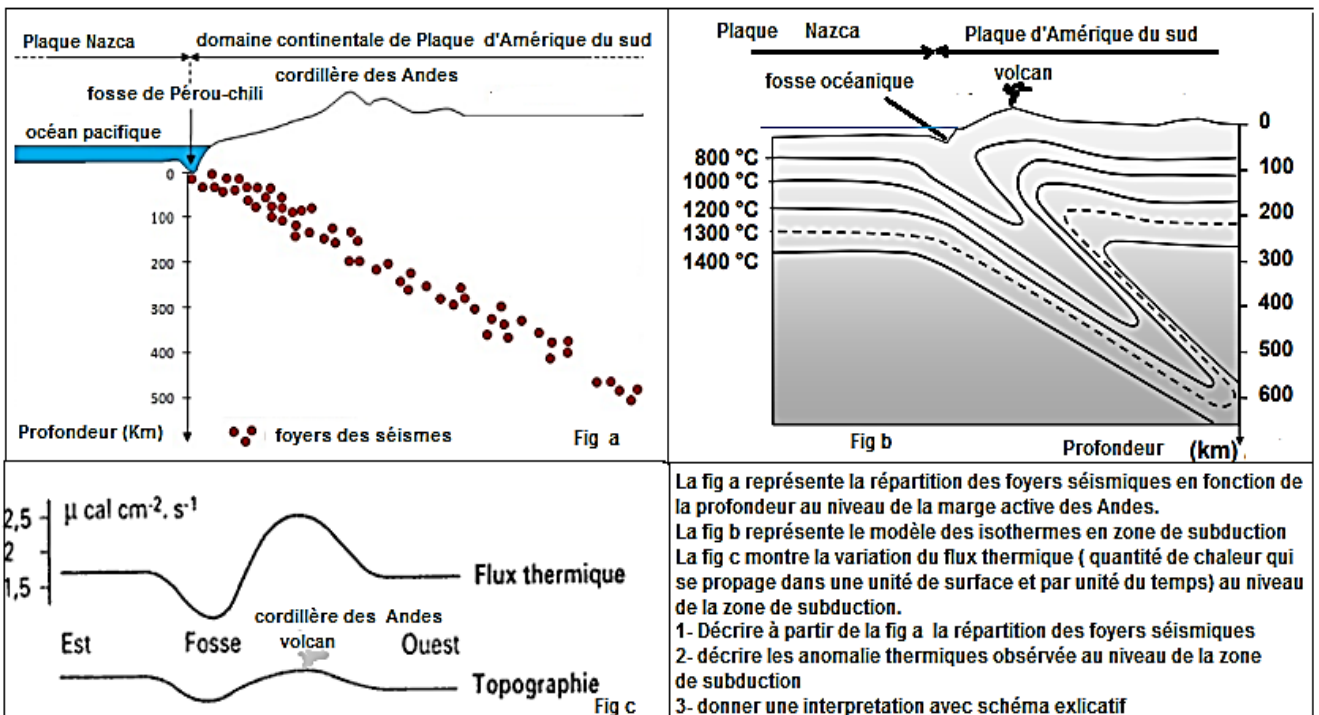


- Chaîne côtière qui s'étend du nord au sud tout le long de la côte occidentale de l'Amérique du sud.
- Chaîne de largeur étroite avec présence de fosse océanique dont la profondeur dépasse 8000m : fosse Pérou-chili.
- Cette chaîne connaît une activité sismique et volcanique : on parle de marge active ; les volcans sont de types explosifs caractérisés par des éruptions fortement explosives (les plus dangereux et destructifs)

**Rappel :**

Volcan explosif ou gris sont caractérisés par une lave très visqueuse et forte concentration en gaz et vapeur d'eau ; Les éruptions explosives se caractérisent par la brusque libération de jets de gaz emportant des morceaux de lave riches en bulles associée à un nuage de nuées ardentes.

**b. Données géophysiques :**



1- les marges actives sont marquées par une activité sismique importante dont les foyers sismiques sont répartis en profondeur sur une surface inclinée allant de la fosse océanique et s'enfonçant sous le continent on parle de **Plan de Wadati-benioff**.

2- **Une anomalie négative** : faible flux de chaleur au niveau de la fosse (inférieur à la normale)

- **Une anomalie positive** : fort flux de chaleur verticalement sus les volcans

- **Les isothermes**, courbes reliant les points de même température, généralement sont parallèle à la surface terrestre mais au niveau des marges actives on constate qu'ils plongent et migrent en profondeur d'une façon inclinée que celle du plan de benioff.

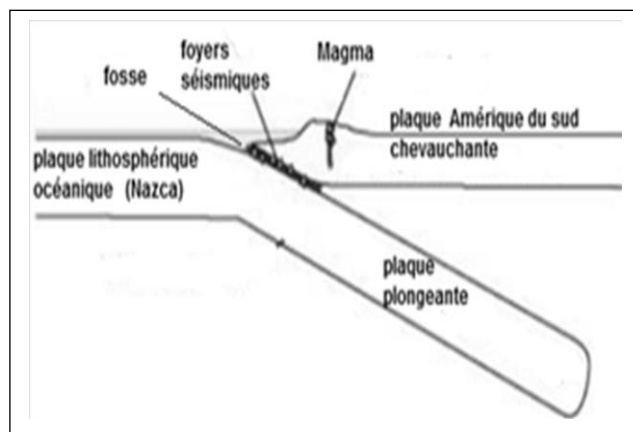
3- la répartition des foyers sismiques d'une façon inclinée suivant le plan de benioff

- Les anomalies thermiques observées tels que les anomalies négatives et migration des isothermes d'une façon oblique.

Ces deux caractéristiques s'expliquent par le glissement de la plaque lithosphérique océanique froide : Nazca d'une façon oblique sous la plaque sud –Américaine c'est le phénomène de **subduction**.

- les anomalies thermiques positives témoignent d'une activité magmatique en profondeur et verticalement sous les volcans.

• **Conclusion :**

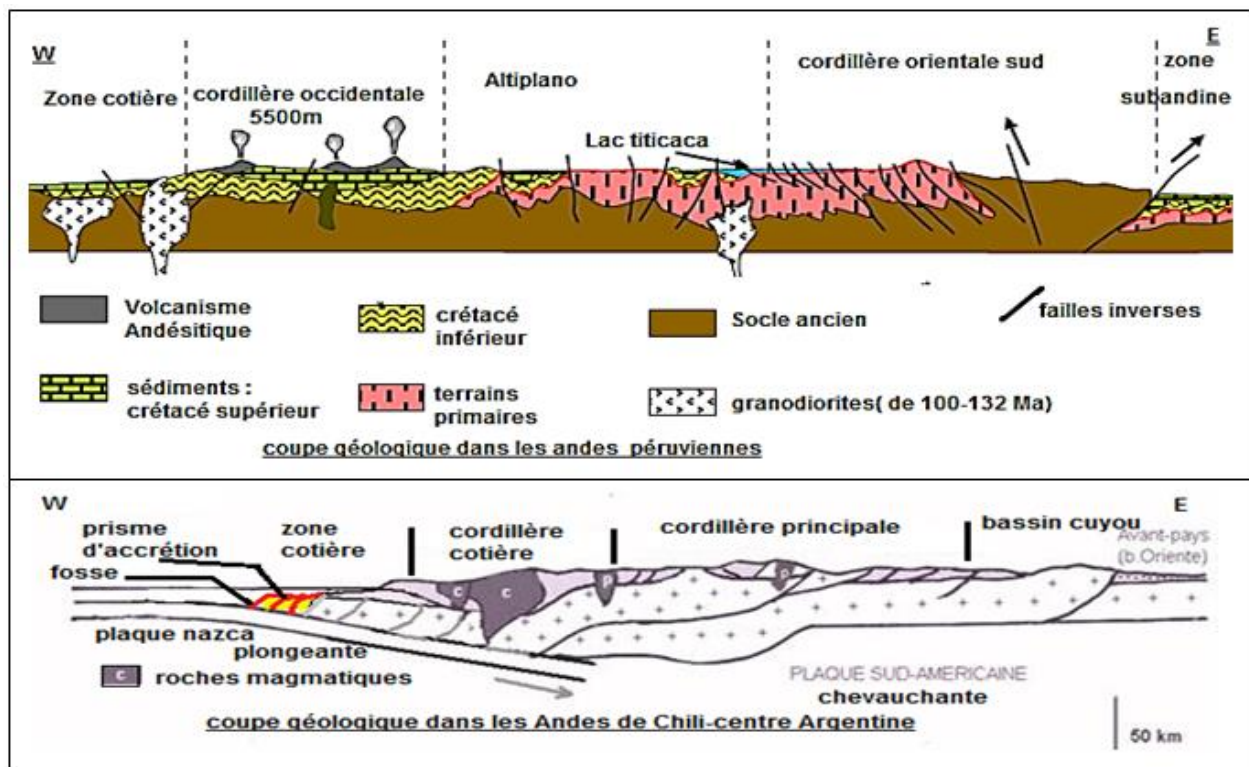


Les marges actives sont toujours marquées par des activités géologiques importantes. Sismicité importante, anomalies de flux de chaleur et volcanisme explosif dévastateur sont les plus remarquables. Ces activités géologiques ont permis de tracer la signature de la plaque plongeante sous la plaque chevauchante on parle de zones de subduction. Ainsi la plaque océanique (Nazca) plus dense et moins épaisse plonge d'une façon inclinée sous la partie continentale de la plaque sud – Américaine moins dense et plus épaisse. Lors de déplacement de la plaque plongeante des frottements se produisent avec la plaque chevauchante donnant naissance aux séismes.

**2. les caractéristiques tectoniques et pétrographiques :**

**a. analyse de coupe géologiques :**





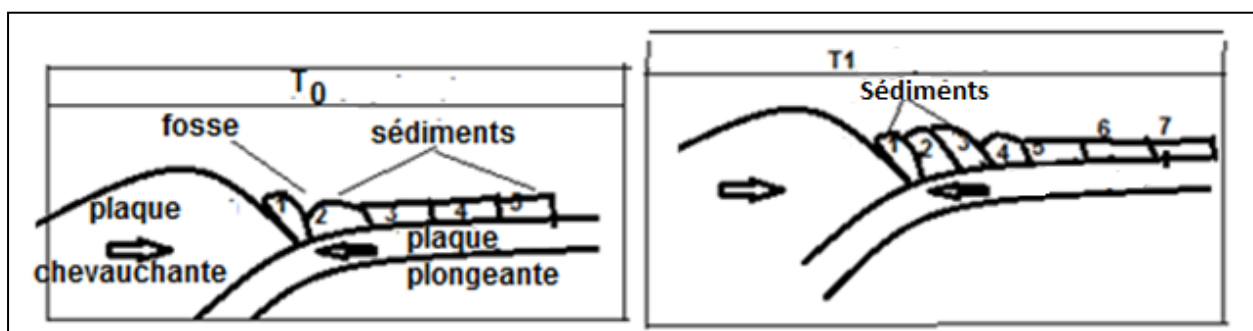
Le document montre 2 coupes géologiques l'une dans les Andes péruviennes et l'autre dans les Andes de Chili-centre qui représentent quelques caractéristiques tectoniques et pétrographiques propres aux chaînes de subductions.

- 1- A partir de l'analyse des coupes géologiques dégagez les caractéristiques tectoniques et pétrographiques des zones de subductions ?
- 2- sachant que le prisme d'accrétion est une structure géologique caractérisée par l'Accumulation des terrains océaniques superficiels qui, ne passant pas dans la subduction. Par une série de schémas expliquez comment se forme le prisme d'accrétion ?

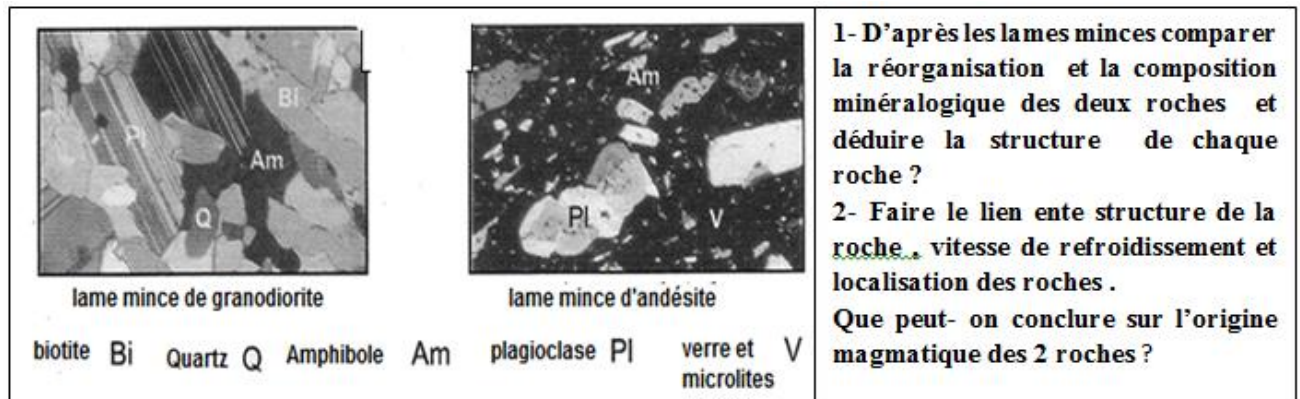
1- les Andes présentent des caractéristiques structurales et pétrographiques typiques de chaîne de subduction tels que :

- des déformations simples : en générale des plis de grand amplitude, associés à des failles inverses ces structures sont en éventail.
- prisme d'accrétion : accumulation de sédiments océaniques à l'avant de la plaque chevauchante au niveau de la fosse océanique.
- des roches magmatiques typiques : Andésite : roche volcanique associée à un volcanisme fortement explosif. A d'autre endroits, des roches plutoniques : granodiorites.

2- **le prisme d'accrétion** est une structure géologique caractérisée par l'accumulation des terrains sédimentaires océaniques superficiels (les radiolarites) sous forme d'écailles et qui sont rabotés par la plaque chevauchante du faite qu'ils ne passent pas dans la subduction.



## b. Caractéristiques pétrographique des roches magmatiques associées aux chaînes de subduction :



**1- la granodiorite** : roche magmatique formée de gros cristaux (amphibole, quartz et biotite) soudés avec absence du verre donc entièrement cristallisée on parle de structure grenue.

- **l'Andésite** : roche magmatique qui présente : des phénocristaux (cristaux de grande taille) des microlites (cristaux de petite taille) et une pâte vitreuse non cristallisée on parle de structure microlitique.

**2- la granodiorite** : L'absence de verre et de microlites, la présence de minéraux cristallisés sur la totalité de la lame observée permet de déduire que la granodiorite a une structure grenue. Elle s'est formée en profondeur suite à un refroidissement lent, on parle de roche magmatique plutonique.

- **l'andésite** : La présence de verre et de microlites et de phénocristaux caractérisant la structure microlitique permet de conclure que l'andésite s'est formée en 3 étapes liées aux étapes de l'éruption volcanique : les phénocristaux en profondeur dans la chambre magmatique (refroidissement lent) microlites pendant la remontée de la lave dans la cheminée (refroidissement moyen) la pâte vitreuse suite à la consolidation du reste de la lave à la surface par refroidissement rapide.

### • Conclusion :

On déduit que la granodiorite et l'andésite proviennent de la cristallisation et la consolidation d'un même magma dit : magma andésitique typique de zone de subduction mais à différents niveaux:

- granodiorite en profondeur : **roche plutonique**
- Andésite en surface **roche volcanique**

**Question : quel est l'origine du magma des zones de subduction (magma andésitique) ?**

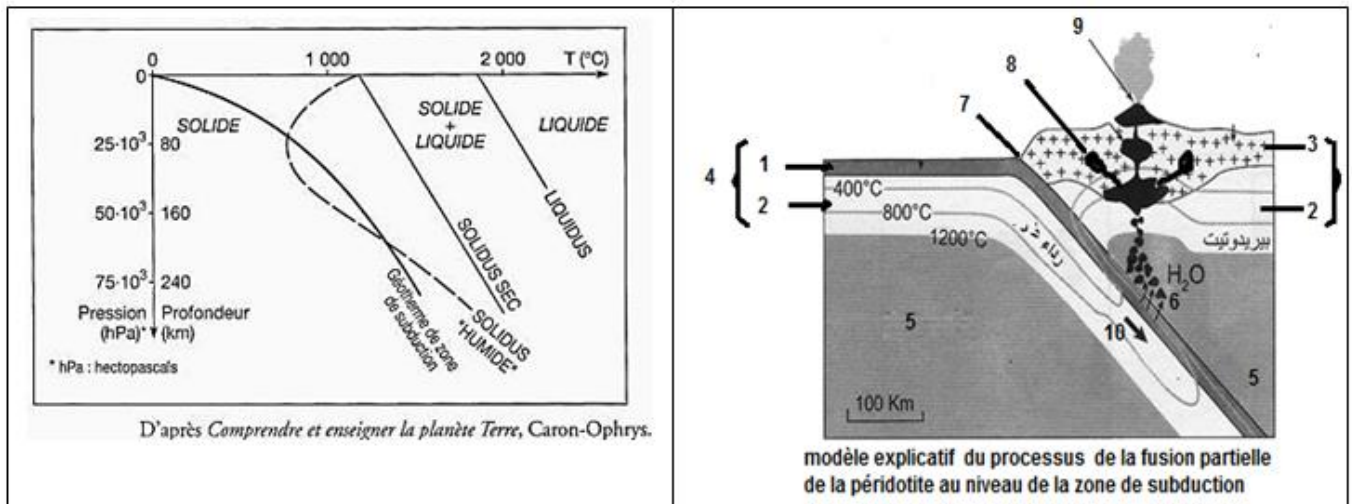
## c. L'origine du magma des zones de subduction :

Sachant que l'origine du magma andésitique caractérisant les zones de subduction provient de la fusion partielle de la roche du manteau supérieur : La péridotite. Pour déterminer les conditions de fusion partielle de la péridotite on propose le diagramme ci-dessous représentant les résultats expérimentaux montrant l'état de la péridotite en fonction de la température de la pression et de la géothermie de la zone de subduction.

- **Gradient géothermique ou géotherme** : désigne l'évolution et l'augmentation de la température en fonction de la profondeur et il varie selon les régions en moyenne  $3.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

- **Solidus** : courbe séparant le domaine où n'existe que du solide de celui où coexistent solide et liquide. (À température croissante, croiser le solidus revient à initier une fusion partielle) .

- **Liquidus** : courbe séparant le domaine où coexistent solide et liquide de celui où n'existe que le liquide (fusion totale).



**1- d'après le diagramme dégagez les conditions de fusion partielle de la péridotite au niveau des zones de subduction**

**2- a- complétez la légende du modèle explicatif**

**b- D'après le diagramme et le modèle explicatif comment explique-t-on la fusion partielle de la péridotite au niveau de la zone de subduction ? puis le devenir du magma andésitique ?**

1- le diagramme montre les résultats d'étude au laboratoire de la fusion de roches dans différentes conditions de pression et de températures montrent que, dans un contexte de subduction :

- un basalte anhydre ou hydraté ne peut pas fondre. Ce n'est donc pas la croûte océanique plongeante qui fond.

- une péridotite anhydre ne peut pas fondre car le géotherme de la zone de subduction n'atteint pas les conditions P et T du solidus nécessaire à un début de fusion partielle.

- seule une péridotite hydratée peu fondre partiellement car son solidus a été abaissée par hydratation placée dans les conditions de pression température présent à une profondeur supérieur à 80km.

➤ Le magma des zones de subduction provient donc de la fusion partielle de la péridotite hydratée de la plaque chevauchante.

- 2- a- 1- croute océanique    2- manteau lithosphérique (dure)    3- croute continentale  
 4- lithosphère    5- asthénosphère (ductile)    6- fusion partielle de la péridotite  
 7- fosse océanique    8- pluton granodiorite    9- coulée andésitique  
 10- plaque océanique plongeante

**b-** Lorsque lithosphère océanique entre en subduction les variations de pression et température en profondeur entraînent la déshydratation des roche de la croute océanique, l'eau libérée se propage dans des péridotites du manteau de la plaque chevauchante contribue à abaisser leur point de fusion. La fusion partielle des péridotites est à l'origine du magma dans les zones de subduction.

Le magma résultant remonte par des fissures et peut se cristalliser en profondeur et donné les granodiorites ou va s'écouler à la surface pour former l'andésite.

### 3. Bilan :

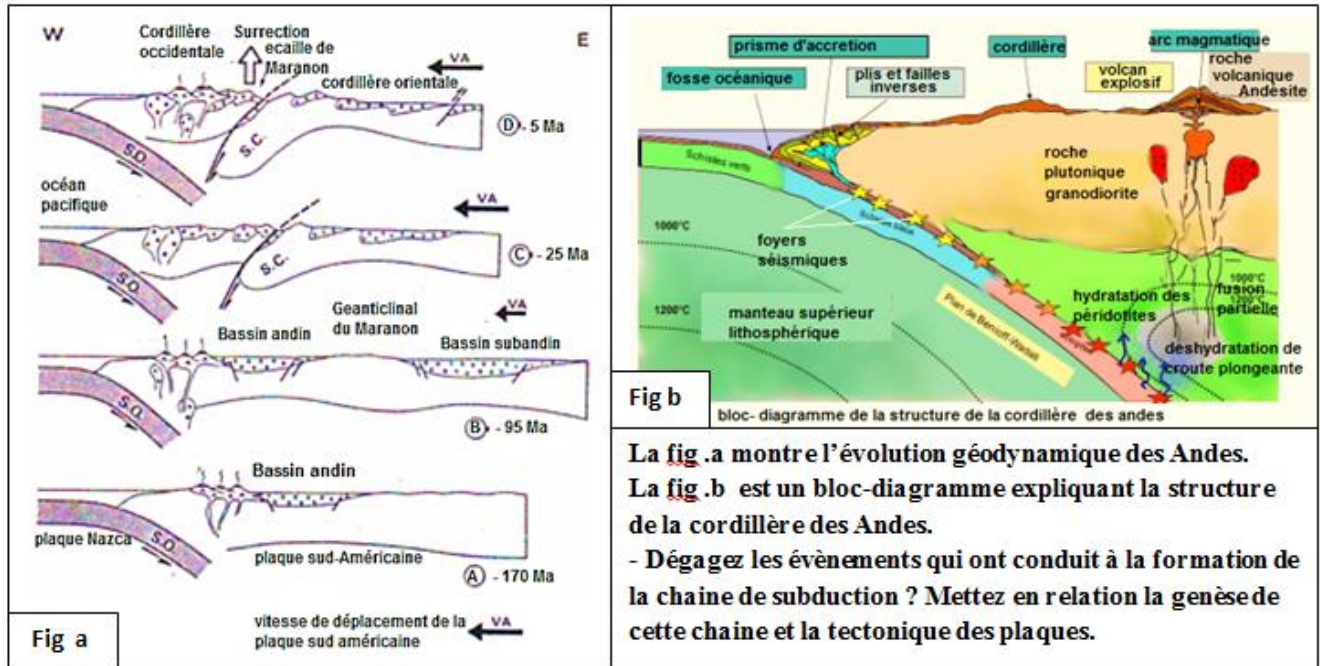
Les chaînes de subduction présentent les caractéristiques typiques telles que :

- Des caractéristiques structurales : présence de la fosse océanique ; présence de prisme d'accrétion.
- Des caractéristiques pétrographiques : présence de la roche volcanique l'Andésite et la roche plutonique granodiorite.

- Des phénomènes géologiques : la répartition des foyers sismiques selon le plan de bénihoff ; les anomalies thermiques ; volcanisme explosif et des déformations tectoniques : plis et failles inverses en éventail.

#### 4. les étapes de formation des chaînes de subduction :

##### a. Exercice intégré :



La cordillère des Andes est le résultat du rapprochement et enfouissement (subduction) de plaques océaniques plus dense sous la plaque lithosphérique continentale d'Amérique du sud moins dense et qui se produit par étapes:

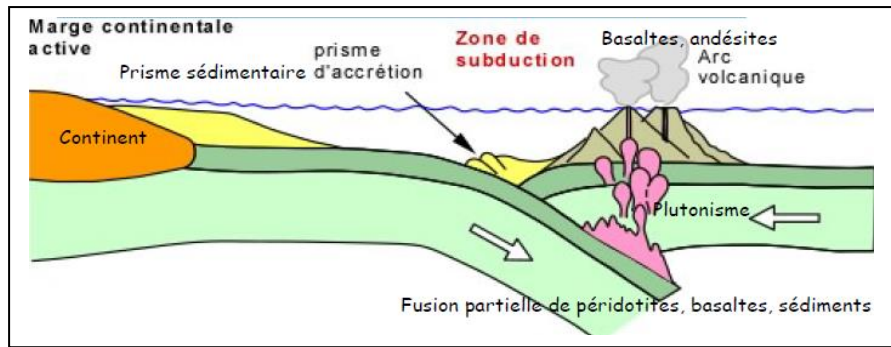
- En premier lieu suite aux contraintes tectoniques compressives la plaque océanique devient plus dense se brise et s'enfonce lentement sous la lithosphère continentale.
- Dans la zone d'affrontement se crée une fosse et Les sédiments marin recouvrant la plaque plongeante seront rabotés et raclés par la laque chevauchant et formation de prisme d'accrétion
- Les roches de la croute océanique plongeante subissent en profondeur des pressions et des températures de plus en plus grandes elles se transforment et libèrent l'eau qui crée les conditions de fusion partielle de la péridotite avec production d'un magma Andésitique.
- Surrection d'un relief (chaîne de montagne) par un épaissement de la croute continentale lié à un raccourcissement et un empilement résultat des contraintes tectoniques compressives.

##### b. Conclusion :

Les zones de subduction sont des frontières convergentes où la lithosphère océanique plonge dans l'asthénosphère elles sont associées à une déformation de la croute continentale donnant naissance à des chaînes de subduction présentant des caractéristiques structurales, géophysiques, pétrographiques et tectoniques (voir précédemment).

##### • Remarque :

**Zone de subduction océanique :** convergence entre deux plaques océaniques : la plus dense, généralement la plus vieille s'enfonce sous l'autre pour former une zone de subduction.



#### IV. Les chaînes d'obduction :

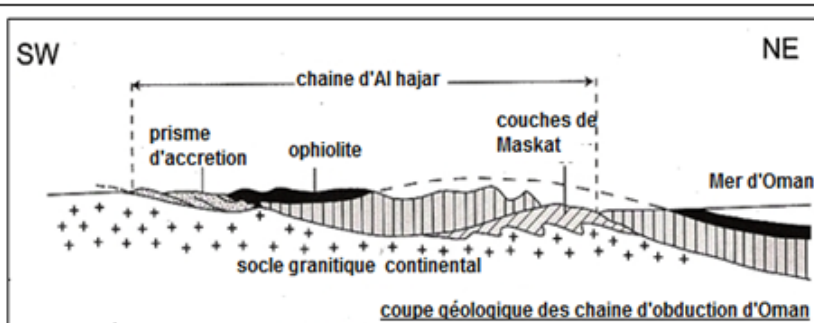
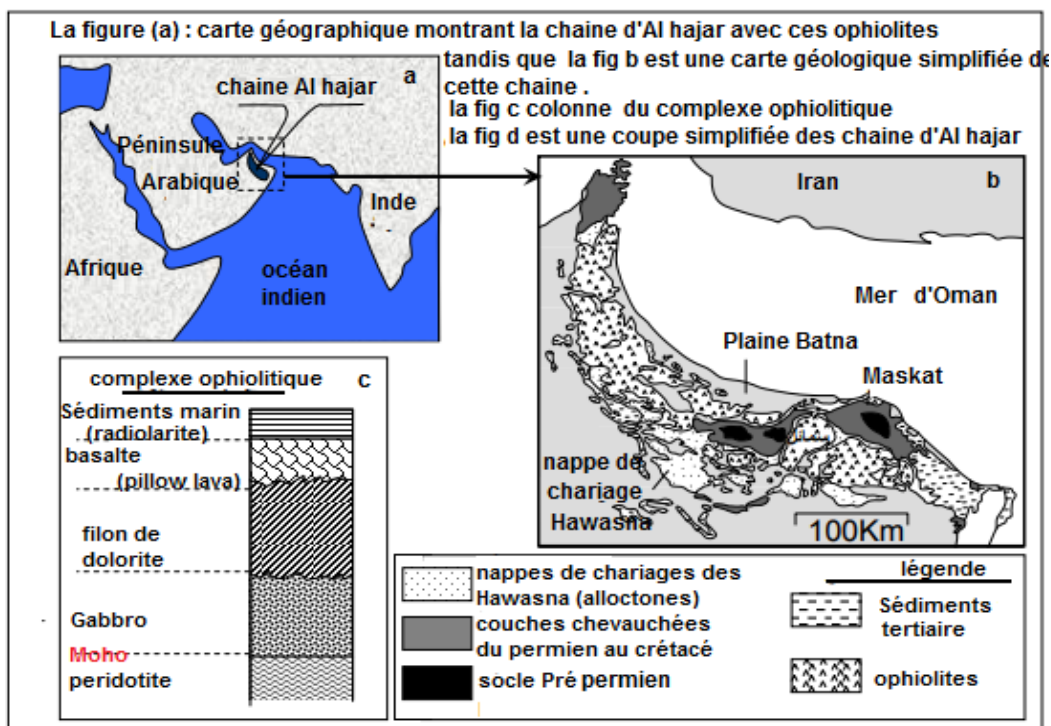
##### 1. Généralités :

Le rapprochement des plaques lithosphériques se traduit aussi par la surrection de chaînes de montagnes d'obduction caractérisées par le chevauchement de la croûte océanique sur le continent.

**Question :** quelles sont les caractéristiques structurales et pétrographiques de ces chaînes ?

##### 2. Les caractéristiques structurales pétrographiques des chaînes d'obduction :

###### a. Exercice intégré :



1- Décrivez la répartition de la chaîne d'Al hajar et dégagez les caractéristiques structurales et pétrographiques de cette chaîne?

2- A partir des données de la coupe géologique proposez une explication sur la relation entre cette chaîne et la tectonique des plaques

**1- Chaîne caractérisée par**

- des caractéristiques pétrographiques: de vastes affleurements d'un complexe ophiolitique (500Km) avec à l'avant dans le continent des sédiments marins : radiolarites.
- des caractéristiques structurales et tectoniques : présence de plis , de failles inverses et des nappes de charriages (complexe Hawasna : formée de sédiments marin)

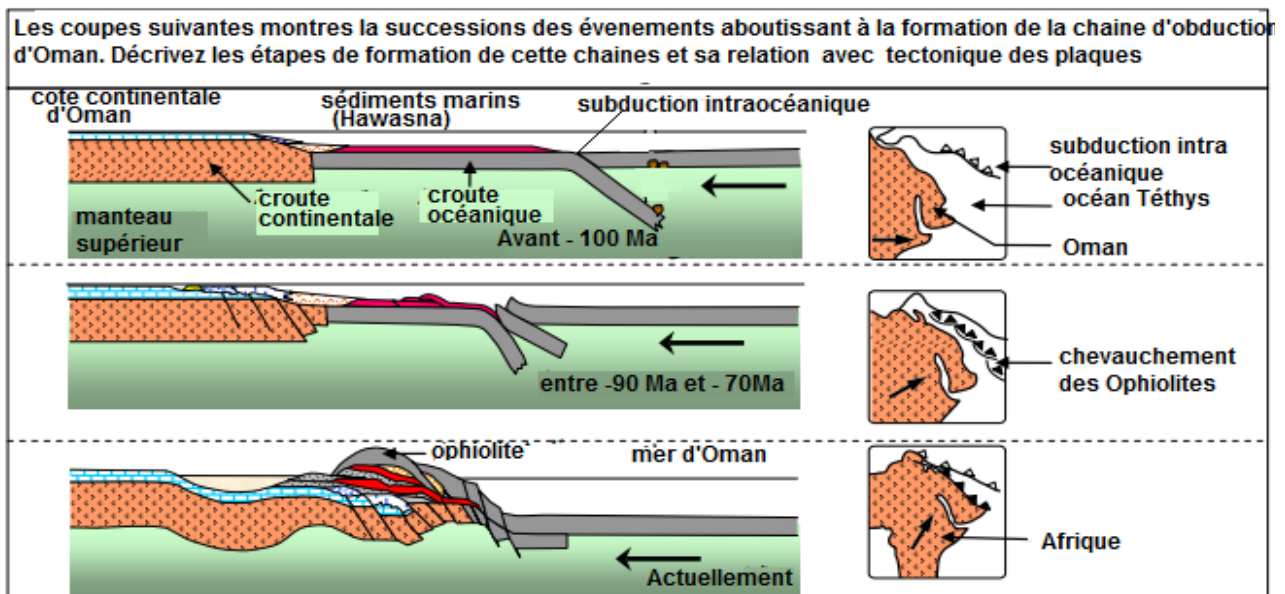
**2-** d'après la coupe géologique on constate des formations de la croûte océanique surplombe et chevauche la croûte continentale (socle granitique) ceci s'oppose à la subduction on parle d'obduction.

On peut expliquer que l'obduction est la conséquence du blocage d'une subduction et chevauchement de la plaque océanique sur le continent.

**b- Bilan :**

Dans certaines circonstances, la croûte océanique ne s'enfonce pas sous le continent mais vient au contraire le chevaucher d'où le terme d'obduction et donne naissance aux chaînes d'obduction caractérisé par la présence des ophiolites qui témoignent d'un blocage de subduction (voir caractéristiques précédemment).

**3. Les étapes de la formation des chaînes de montagnes d'Oman :**



- **Avant – 100Ma** et dans l'océan Téthys se sont déposés les sédiments radiolarite sur des basaltes en coussin, cette période est caractérisée par l'action des forces compressives (rapprochement de la plaque africaine à la plaque Eurasienne) ; la plaque océanique subit une grande cassure (faille) suivi d'une subduction intra océanique.

- **-90 Ma** le phénomène de subduction se poursuit et progressivement le continent d'Oman se rapproche à la zone de subduction et le domaine marin disparaît.

Arrivant à la zone de subduction, et de fait de sa faible densité la lithosphère continentale ne s'enfonce pas sous la lithosphère océanique ce qui entraîne le blocage de la subduction.

- **du -70Ma à l'actuel** : l'effet des forces compressives se poursuit poussant la croûte océanique et une partie du manteau à glisser au-dessous de la lithosphère continentale : c'est l'obduction poussant devant elle les sédiments marins pour de grande distance pour former des nappes de charriages.

#### 4. Bilan :

- le phénomène d'obduction est le phénomène qui est à l'origine de la formation des chaînes d'obduction.
- l'obduction est la conséquence d'un blocage de la subduction qui entraîne la croûte océanique et une partie du manteau à glisser et chevaucher sur la lithosphère continentale poussant devant elle les sédiments du fond marin (radiolarites).
- les chaînes d'obduction présentent des caractéristiques structurales (plis, failles inverses, nappes de charriages) des caractéristiques pétrographiques : complexe ophiolitique composée de basaltes en coussinet, des filons basaltiques, des gabbros et la péridotite et dans certaines régions on observe la discontinuité de Moho.

### VI. Les chaînes de collisions :

#### 1. Généralités :

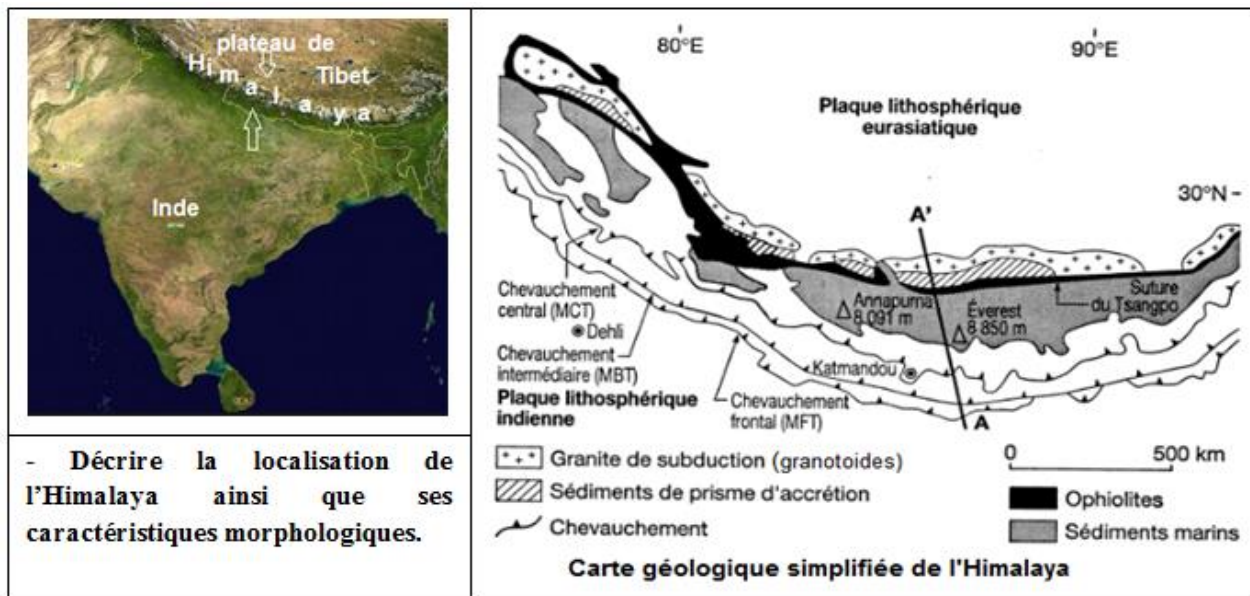
La subduction peut aboutir à la fermeture d'un océan et à la convergence de deux lithosphères continentales : confrontation de deux domaines continentaux, situation conduisant à un raccourcissement et à un empilement d'écailles lithosphériques à l'origine de la formation d'une chaîne de montagnes dite chaîne de collision . exemple :Himalaya, Alpes

**Quelles sont les caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes de collisions ?**

#### 2. Les caractéristiques structurales et pétrographiques de la chaîne de collision :

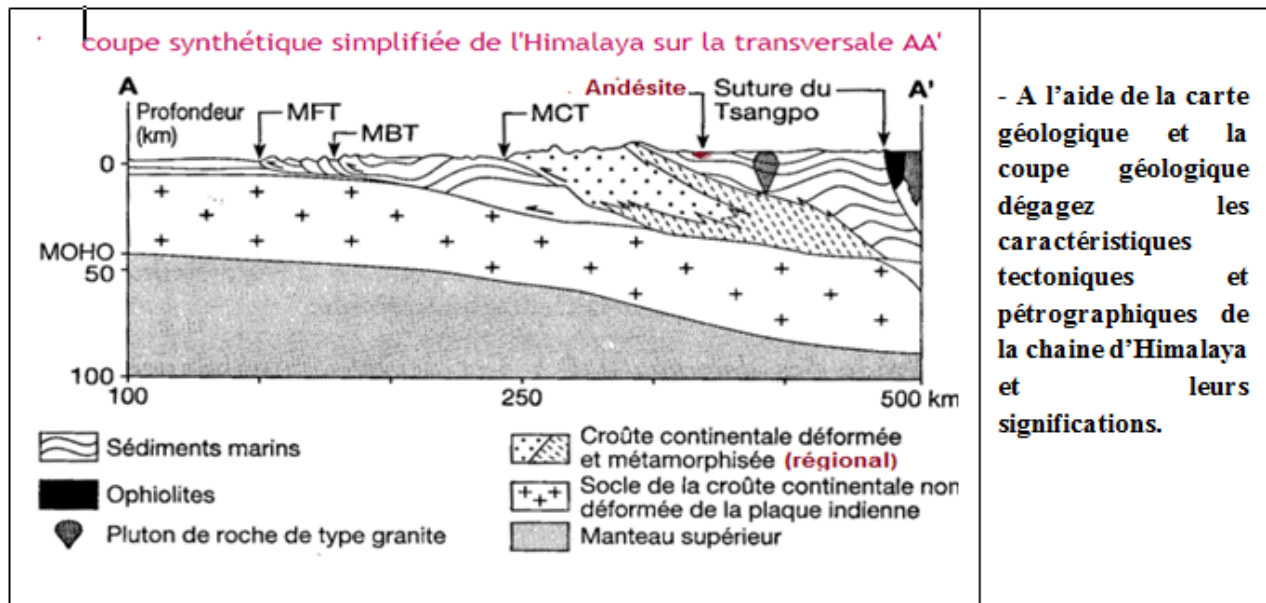
##### Exemple Himalaya :

##### a. Caractéristiques structurales :



- La chaîne de l'Himalaya a une forme générale arquée, elle représente la zone de limite entre la plaque indo-australienne et la plaque eurasiennne.
- L'Himalaya renferme les plus grands sommets du monde : Everest 8850m.

##### b. Caractéristiques tectoniques et pétrographiques :



• **Caractéristiques pétrographiques :**

- présence des granitoïdes (pluton granitique) et l'andésite ainsi que le prisme d'accrétion montrent une subduction : la lithosphère océanique de la plaque indo-australienne plonge sous la lithosphère continentale de la plaque Eurasienne.
- présence d'ophiolite (non métamorphisé) témoigne d'une abduction. En plus des sédiments du fond marin prouve la suture (fermeture) d'un océan.
- présence des roches métamorphique caractérisant un métamorphisme régional ( HT/HP)

• **Caractéristiques tectoniques :**

Plissements, failles inverses, chevauchements et charriages témoignent d'une forte compression lors de la collision de l'inde avec l'Asie provoquant un raccourcissement et un épaissement de la croûte continentale avec augmentation de la profondeur du Moho (>80Km) et surrection des reliefs.

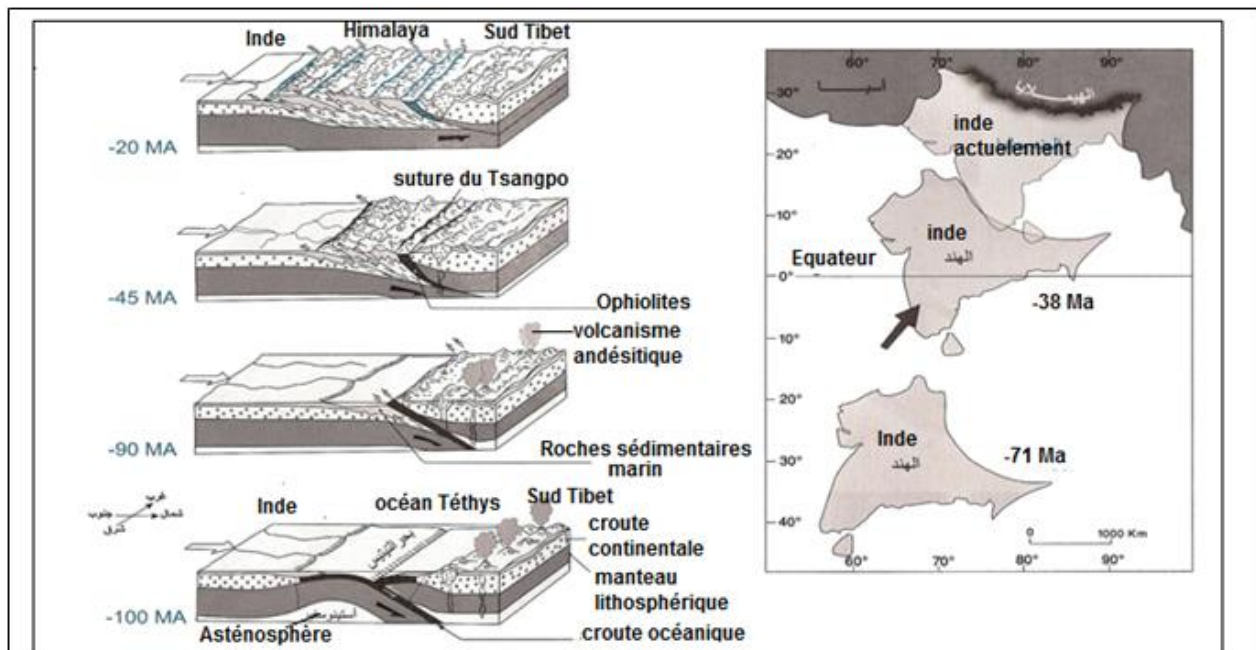
**c- Conclusion :**

On déduit donc que l'Himalaya est une chaîne de collision précédée d'une subduction et obduction.

**3. Les étapes de formation des chaînes de collision et leur relation avec la tectonique des plaques :**

**a. Etapes de formation :**





- A partir des analyses précédentes et des données du document ci-dessus, décrire successivement les phénomènes géologiques entraînant la formation de la chaîne d'Himalaya.

**Pendant l'ère primaire** l'Inde faisait un seul bloc avec l'Afrique, et sont séparés de l'Eurasie par l'océan Téthys, avec l'ouverture de l'océan indien l'Inde se détache et migre vers le nord-est.

**Avant - 100 Ma** la subduction intra océanique qui s'est produite au fond de l'océan Téthys par le plongement de la lithosphère océanique propre à la plaque indienne sous la lithosphère océanique de la plaque Eurasienne favorise le développement d'un magmatisme andésitique de la part de Tibet (andésite, pluton de granitoïde)

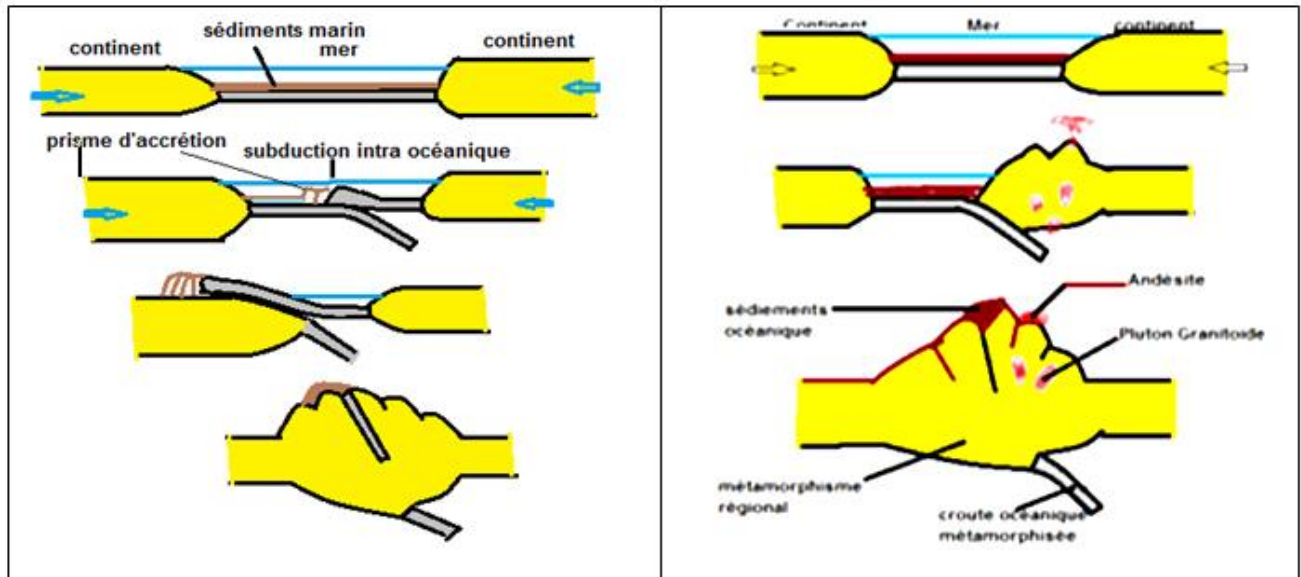
**-90 Ma** lorsque l'inde arrive au niveau de la subduction il y a blocage de la subduction entraînant une obduction de la lithosphère océanique liée à l'Eurasie poussant au-devant des sédiments marin (prisme d'accrétion et charriage) chevauchant ainsi la croute continentale indienne.

**Du -45Ma a -20Ma** les forces compressives se poursuivent entraînant la fermeture du Téthys et collision continentale (confrontation inde – Eurasie) , la collision résulte de l'impossibilité de la lithosphère continentale trop légère de s'enfoncer profondément dans le manteau et le relief résulte d'un épaissement de la croute continentale suite à un empilement de chevauchements de même sens que la subduction.

### b- Bilan

Les chaînes de collision sont des frontières de convergence marquées par un raccourcissement horizontal de la Lithosphère Continentale, du aux forces de compression. Ce raccourcissement entraîne des mouvements verticaux à l'origine d'un épaissement de la Lithosphère Continentale. Suivant le contexte géodynamique de la chaîne on distingue :

- Des chaînes de collision précédée d'une subduction caractérisée par l'absence de suture d'ophiolite
- Des chaînes de collision précédées d'une obduction caractérisée par un complexe ophiolitique jouant le rôle de suture entre les blocs lithosphériques en collision.



• **Conclusion générale :**

La formation des chaînes de montagnes est le résultat des mouvements des plaques tectoniques de zones de convergence, elles renferment en elles des indices qui témoignent du contexte géodynamique de leur formation suivant ces indices on peut déduire le type de chaîne :

- Chaîne de subduction liée au phénomène de la subduction
- Chaîne d'obduction liée au phénomène d'obduction
- Chaîne de collision liée au phénomène de collision

Lors de leur formation et sous l'effet des forces compressives les roches subissent des déformations et des déplacements considérables dites déformations tectoniques.