



*Royaume du Maroc*



*Ministère de l'éducation nationale du préscolaire et des sports  
Académie régionale de l'éducation nationale de Marrakech  
Direction provinciale Marrakech*

Résumé de:

**Les phénomènes géologiques  
accompagnants la formation  
des chaînes de montagnes et leurs  
relations avec la tectonique  
des plaques**

2<sup>ème</sup> année bac Sciences expérimentales  
Série sciences physiques et sciences de la vie et de la terre  
Section internationale, option langue Française

Proposé par : Prof Khadija Zekrite

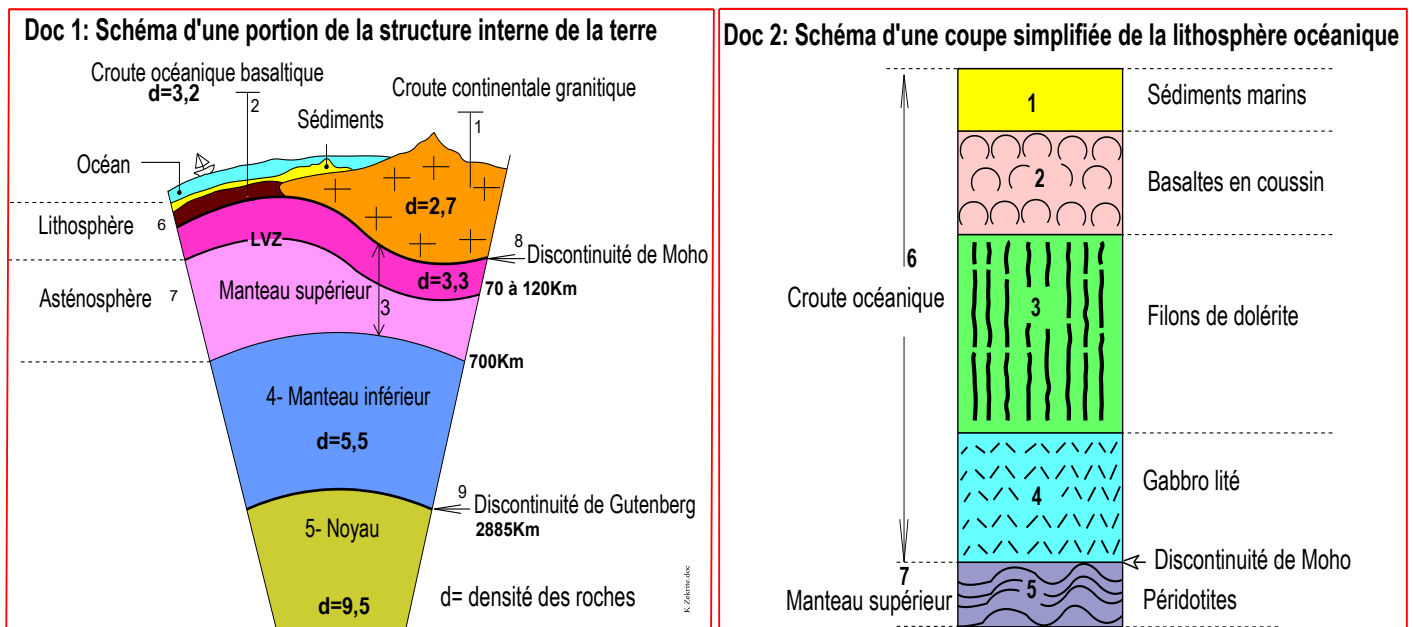
## Rappel des acquis antérieurs

### I/ Les types de roches sur terre :

Les roches terrestres se classent en trois grandes catégories selon leur mode de formation :

- **Les roches sédimentaires** se forment à la surface par accumulation de dépôts issus de l'érosion, du transport, de la sédimentation et de la diagenèse. Elles apparaissent souvent en couches et peuvent contenir des fossiles. Exemples : l'argile, le calcaire ...
- **Les roches magmatiques** résultent du refroidissement du magma : en surface, elles donnent des roches volcaniques comme le basalte, et en profondeur, des roches plutoniques comme le granite.
- **Les roches métamorphiques** proviennent de la transformation de roches préexistantes sous l'effet de la chaleur et/ou de la pression. Exemples : le schiste, le micaschiste, le gneiss...

### II/ La structure du globe terrestre:

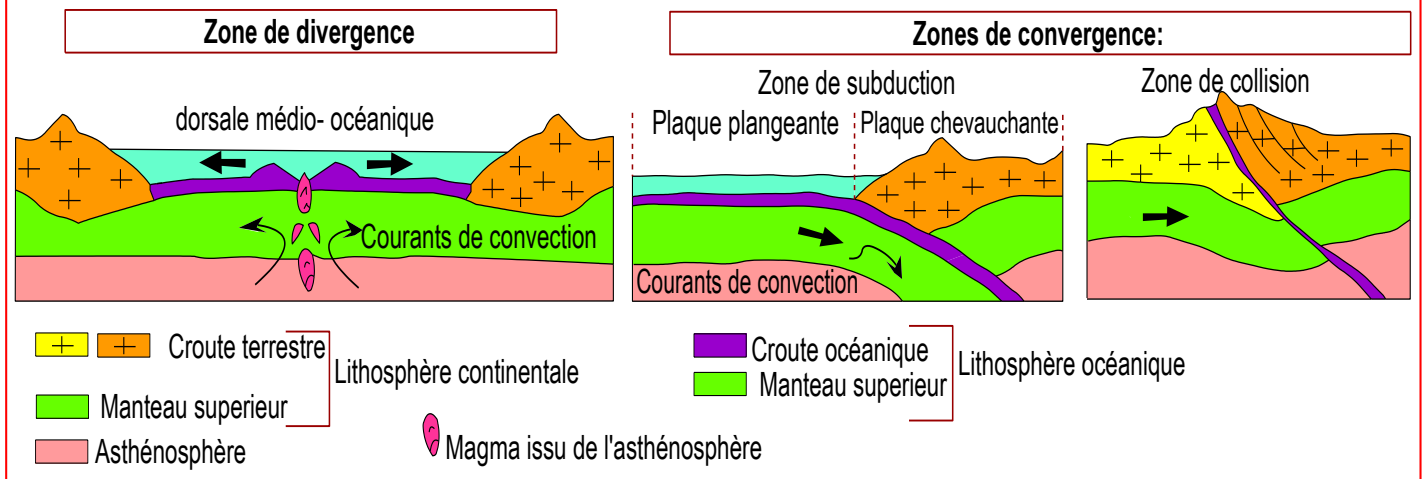


La Terre est formée de plusieurs couches rocheuses de densités différentes, généralement rigides, sauf le noyau externe qui est liquide et l'asthénosphère qui est souple.

- **La croûte continentale**, riche en granite, forme les continents.
- **La croûte océanique**, composée surtout de basalte, constitue le fond des océans.
- **La lithosphère** est une couche rigide formée de la croûte et d'une partie du manteau supérieur, divisée en plaques, avec une épaisseur plus grande sous les continents que sous les océans.

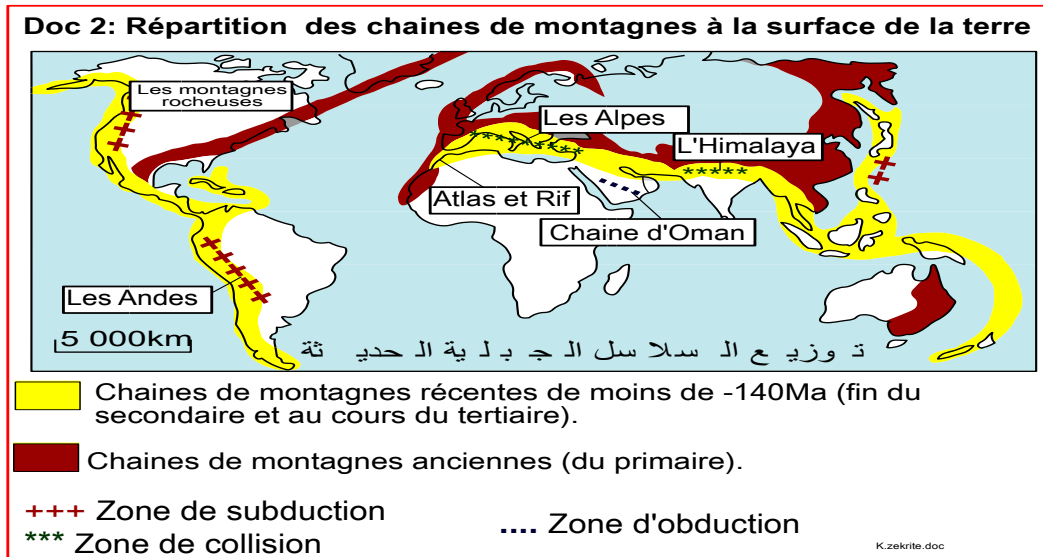
### III/ Notion de plaque tectonique et théorie des plaques :

## Doc 5 Quelques types de contact entre les plaques



- Les plaques lithosphériques sont des blocs rigides en mouvement sur l'asthénosphère, selon la tectonique des plaques, avec des zones actives marquées par séismes et volcans.
- Les limites des plaques peuvent être **divergentes** (création de nouvelle croûte au niveau des dorsales médio-océaniques), **convergentes** (subduction, collision, obduction) ou **transformantes** (glissement).
- **La subduction** correspond à l'enfoncement d'une plaque océanique sous une autre, **la collision** correspond à la rencontre de deux blocs continentaux, et **l'obduction** correspond au chevauchement d'une plaque océanique sur une continentale.
- Ces mouvements sont dus aux **courants de convection** dans l'asthénosphère et entraînent l'expansion des fonds océaniques ainsi que la dérive des continents et la subduction.

# Chapitre 1 : Les chaînes de montagnes récentes et leur relation avec la tectonique des plaques



- Les chaînes de montagnes récentes résultent du  rapprochement des plaques lithosphériques , donc elles sont le résultat de la tectonique des plaques.
- Elles se situent surtout aux zones de convergence, on distingue entre 3 types de chaînes :
  - Les chaînes de subduction exemple les Andes.
  - Les chaînes d'obduction exemple les chaînes d'Oman.
  - Les chaînes de collision exemple l'Himalaya.
- Les chaînes de montagnes s'accompagnent de déformations tectoniques.

**Orogenèse = formation des chaînes de montagnes.**

## Les déformations tectoniques qui accompagnent la formation des chaînes de montagnes

Les déformations tectoniques (Les structures géologiques) : sont des changements de forme, de position ou de d'orientation de roches soumises à des contraintes ضغط.

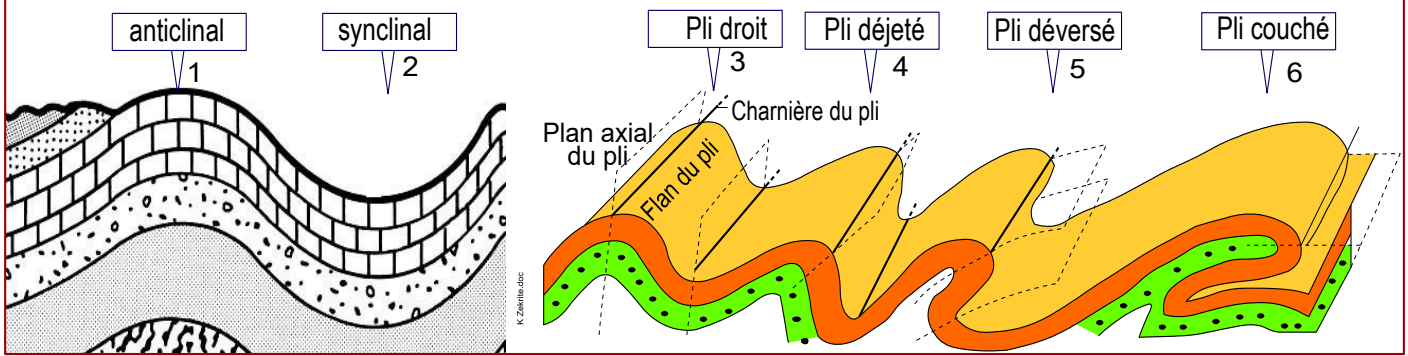
On peut classer les déformations rencontrées dans les chaînes de montagnes en :

- Déformations souples continues : les plis تشوهات مرنة متواصلة
- Déformations cassantes discontinues : les failles et les décrochements. تشوهات انكسارية غير متواصلة
- Déformations intermédiaires : chevauchements et nappes de charriages.

### I/ Les déformations souples continues : les plis

- Les plis sont des déformations souples et continues des couches rocheuses (les couches restent continues) sous forme d'ondulations en saillie (anticlinal) ou en creux (synclinal).
- La position du plan axial et le pendage des flans définissent différents types de plis : pli droit, déjeté, déversé ou couché.

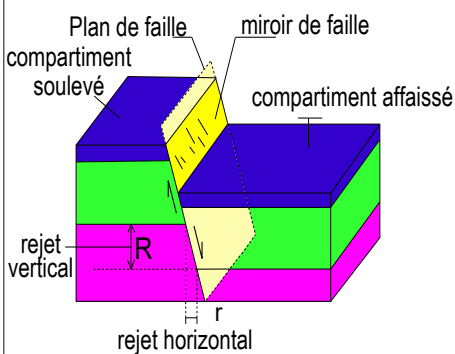
**Doc 2: Différents types de plis**



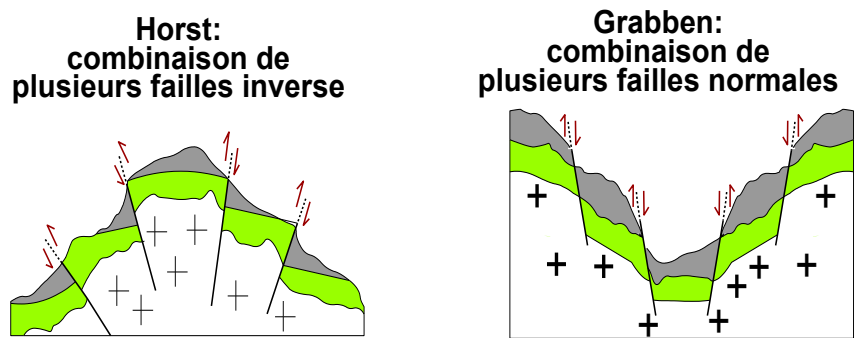
**II/ Les déformations cassantes discontinues : les failles et les décrochements.**

**Doc 3: Les failles et leurs types**

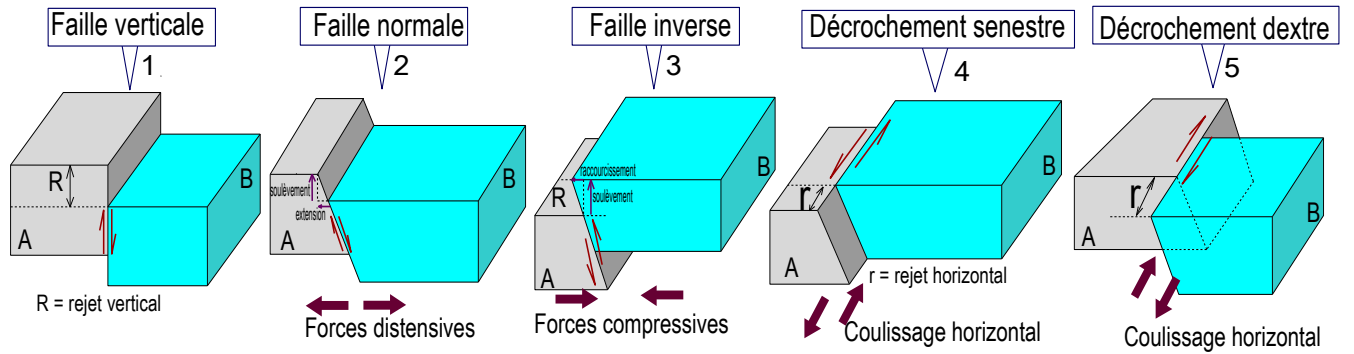
**Fig a: les éléments de la faille**



**Fig c: les regroupements de failles**



**Fig b: les types de failles**



**Les failles** sont des cassures des roches accompagnées d'un déplacement des blocs, appelé rejet. On distingue plusieurs types : l

■ **une faille verticale** : correspondent à un mouvement vertical des deux bloc sans déplacement horizontal.

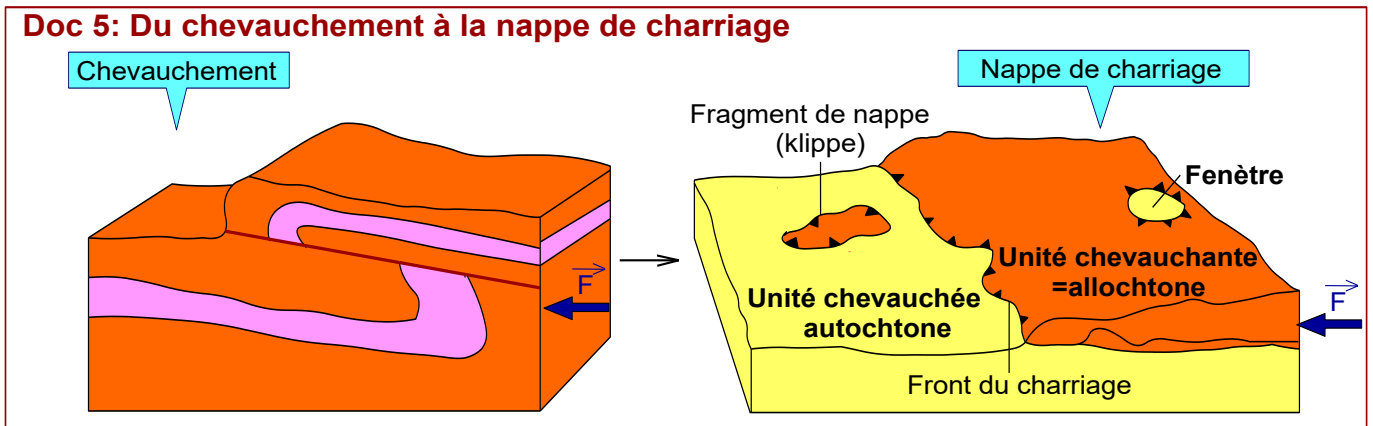
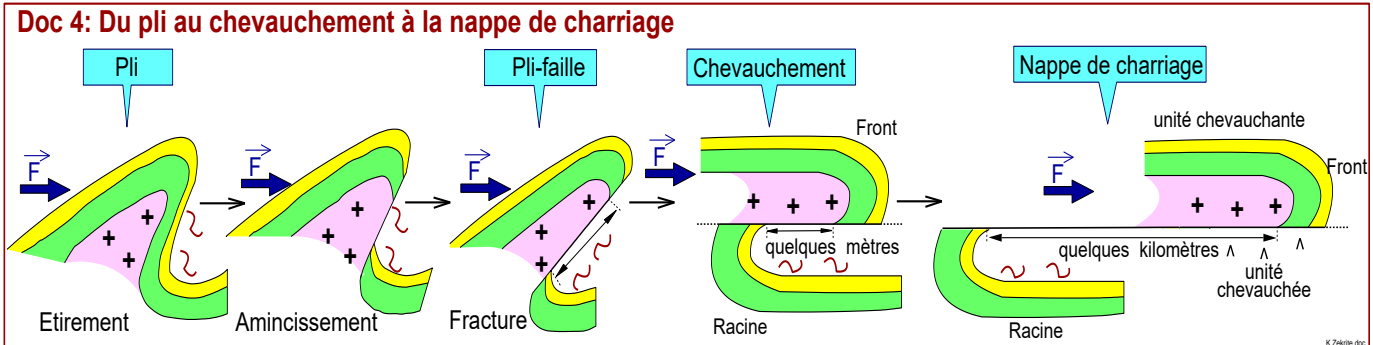
■ **une faille normale**: faille le long de laquelle les roches au-dessus du plan de faille se déplacent vers le bas par rapport aux roches sous le plan de faille. Les failles normales se forment lorsque deux blocs de roches s'éloignent l'un de l'autre (écartement), en raison d'une distension **تباعد**. La combinaison de plusieurs failles normales entraîne un fossé d'effondrement appelé **Grabben**.

■ **une 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 bloc de roches sont poussés l'un vers l'autre (rapprochement) en raison d'une compression انضغاط. La combinaison de plusieurs failles inverses entraîne un soulèvement appelé **Horst**.

■ **un décrochement ou faille transformante** انقلاع correspondent à un coulisage horizontal انزلاق أفقي des deux bloc sans déplacement vertical.

### III/ Les déformations intermédiaires : chevauchements et nappes de charriages.



- Sous l'effet de fortes compressions, un pli peut se casser et évoluer en pli-faille, puis se déplacer.

- Si le déplacement est faible, on parle de **chevauchement** (quelques mètres) ; s'il est très important, on parle de **nappe de charriage** (sur des kilomètres).

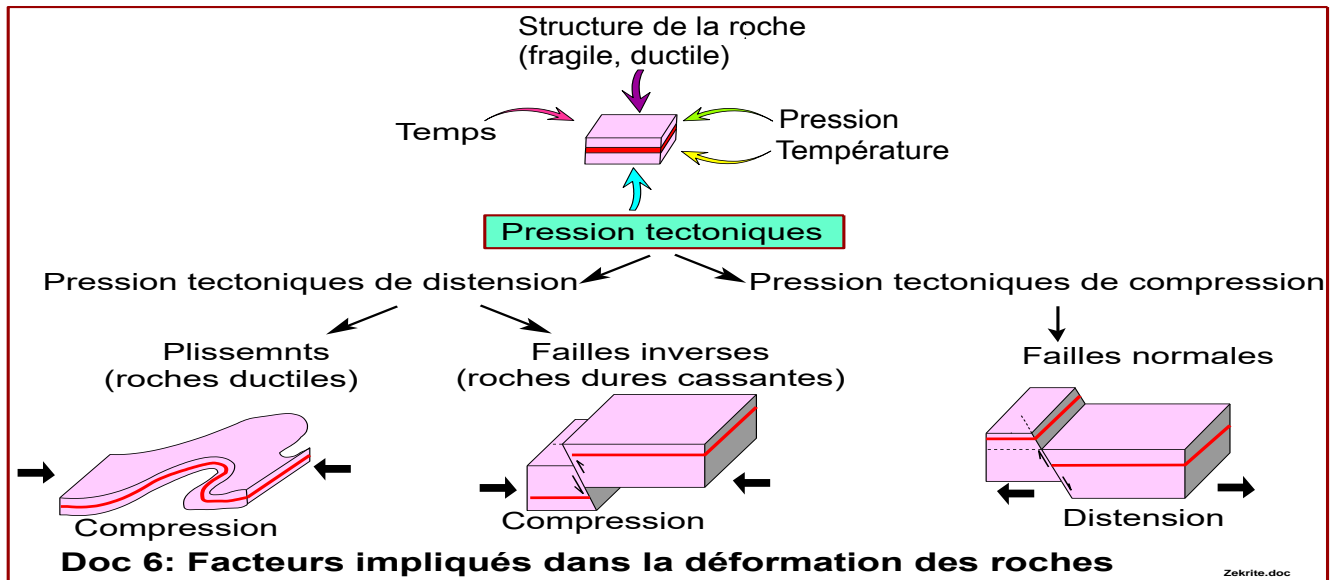
- Dans ces cas, une couche rocheuse (allochtone) se déplace au-dessus d'une autre (autochtone).

**Remarque :** Au niveau de la carte et des coupes géologiques, les chevauchements et les nappes de charriages sont représentés par un trait portant des triangles, la tête du triangle est dirigée vers l'unité chevauchante الوحدة الراكبة.

### IV/ Les facteurs impliqués dans les déformations Voir doc 6

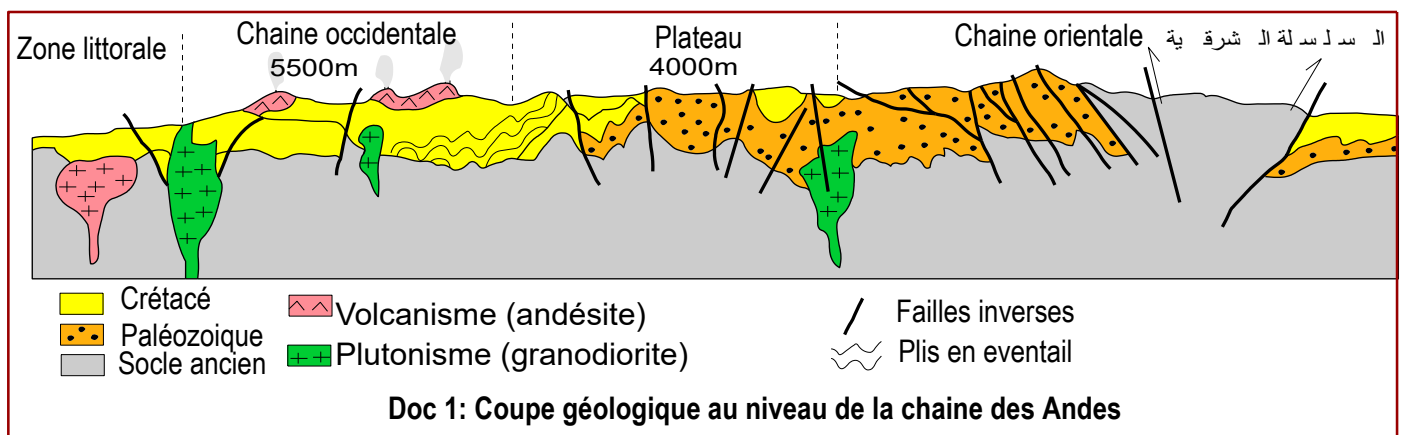
- Les déformations des roches aux limites des plaques dépendent de plusieurs facteurs : la nature de la roche (cassante ou plastique), la pression et la température (faibles en surface → failles, élevées en profondeur → plis), et le temps d'action des forces (rapide → cassure, lent → déformation plastique).

- Les mouvements tectoniques influencent aussi ces déformations : la compression provoque des plis et des failles inverses, tandis que la distension engendre des failles normales.



## Les chaînes de subduction et leur relation avec la tectonique des plaques

### I/ Caractéristiques des Andes



Les chaînes de subduction présentent des propriétés structurales, pétrographiques géologiques et géophysiques:

⚙️ **Caractéristiques structurales** = les déformations tectoniques : représentées essentiellement par des failles inverse et des plis, indicateurs que la zone est le siège d'une compression.

⚙️ **Caractéristiques pétrographiques** (nature des roches) : essentiellement des roches magmatiques volcaniques (l'andésite) et plutonique (la granodiorite) : (voir doc 2)

- L'andésite est une roche **volcanique** grise et poreuse, composée de cristaux de tailles variées dans une pâte vitreuse : **structure microlitique**. Elle se forme lorsque le magma atteint la surface et se refroidit.

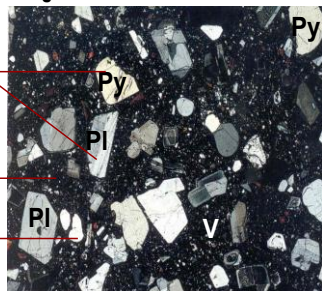
- La granodiorite est une roche **plutonique** à gros cristaux soudés, sans pâte vitreuse: **structure grenue**, formée par le refroidissement lent du magma en profondeur.

Doc 2: Roches caractéristiques des chaînes de subduction

Fig a: Andésite

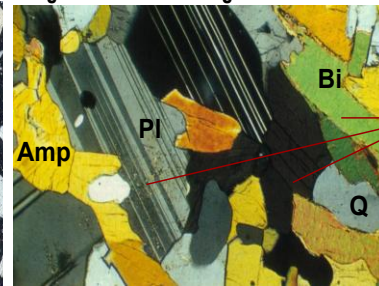


Fig b: lame mince d'andésite



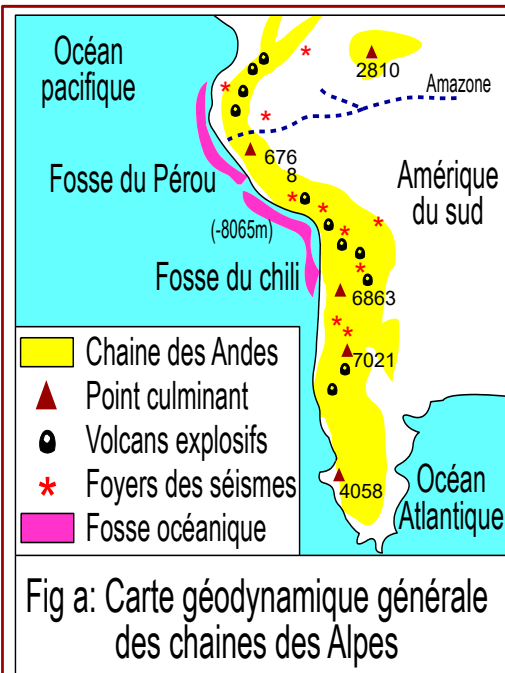
Phénocristaux  
(pyroxène et plagioclase)  
Verre  
microlites

Fig c: lame mince de granodiorite

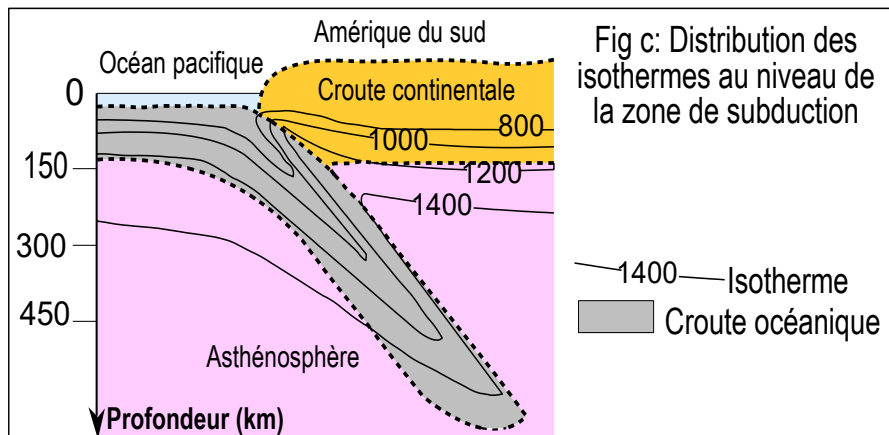
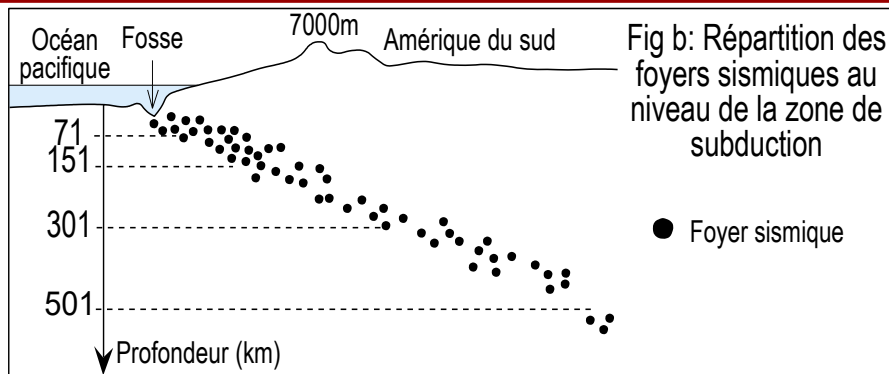


Phénocristaux  
soudés:  
plagioclase: Pl  
Amphibole: Amp  
Biotite: Bi  
Quartz: Q

**Caractéristiques géologiques et géophysiques :** voir doc 4 et 5



**Doc 4: Caractéristiques géophysiques des chaînes de subduction**



**Isotherme** : Ligne imaginaire passant par les points du globe où la température moyenne est la même.  
**Foyer d'un séisme ou hypocentre** : le point où prend naissance la rupture à l'origine du séisme.

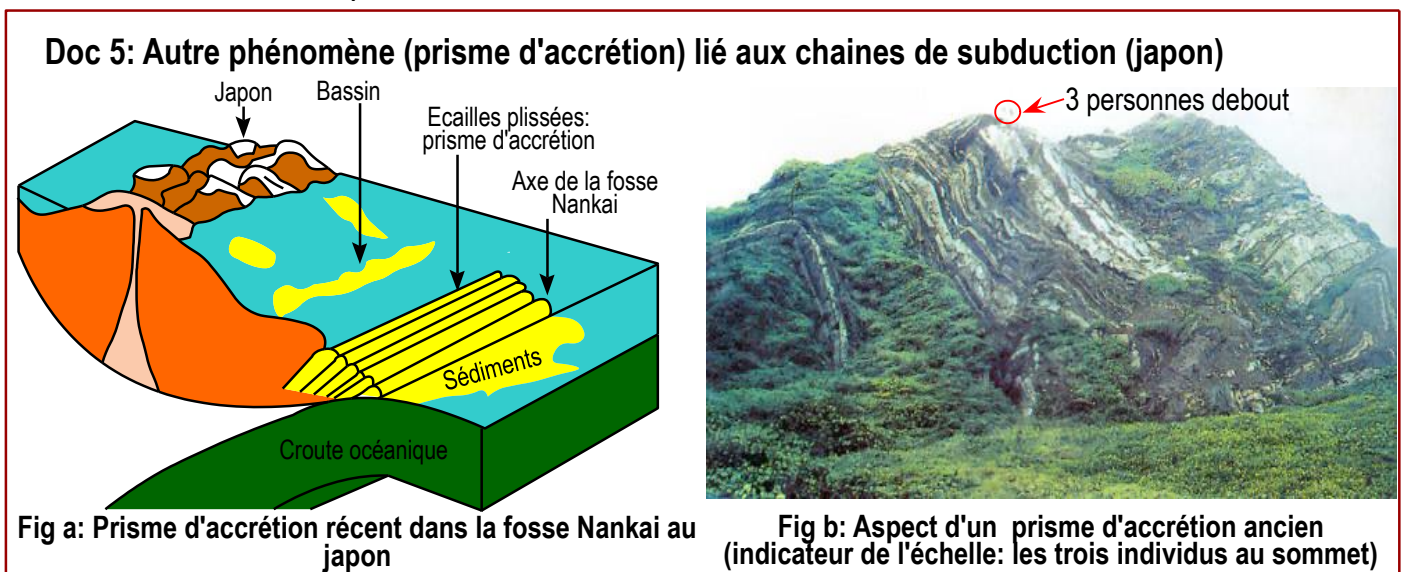
Les Andes sont situées dans la zone de confrontation (تجابه) entre la plaque du Pacifique et la plaque sud-américaine. La marge ouest de cette chaîne, qualifiée par **active** est caractérisée par des activités géologiques particulières:

- **La présence de reliefs** : تضاريس: fosses océaniques profondes (6 à 12km de profondeur) bordant l'océan et de reliefs de grande altitude bordant le continent.
- **Une activité Volcanique** : volcanisme explosif بركانية انفجارية (magma visqueux et riche en gaz) de type andésitique.
- **Une activité sismique importante** : les foyers sismiques ont des profondeurs différentes, en effet, de la fosse océanique vers le continent, la profondeur des foyers sismiques augmente suivant un plan incliné sous le continent, ce plan est appelé **plan de Bénihoff**.

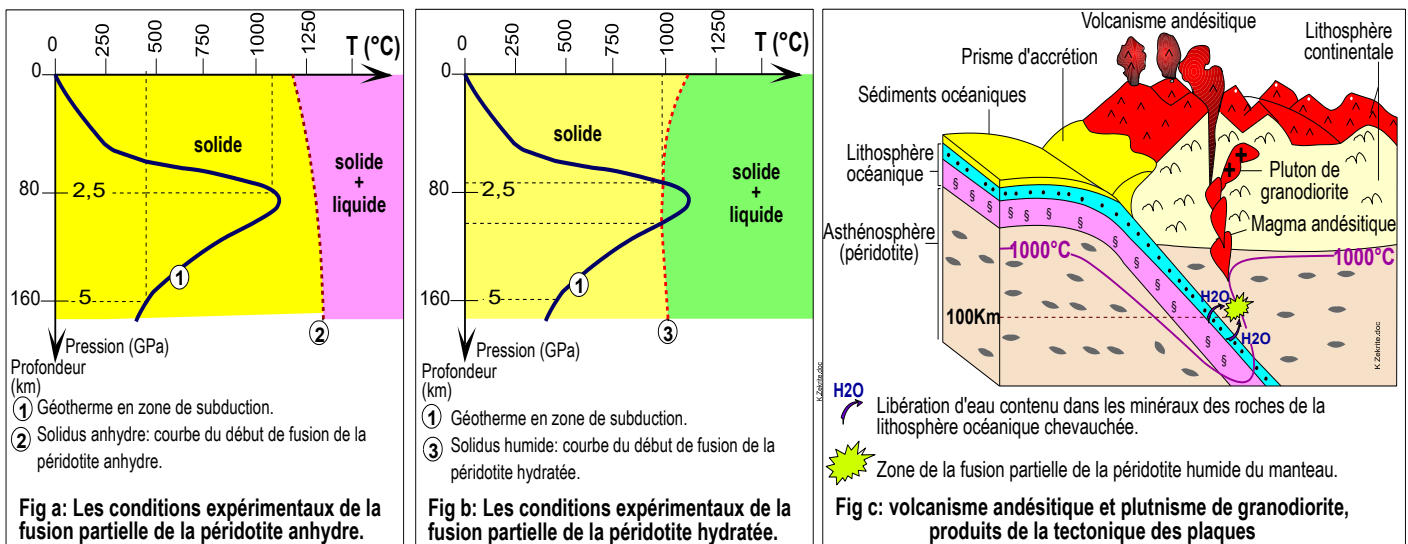
Le mouvement de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale se fait de manière inclinée, et c'est la cause des foyers sismiques disposés selon le plan de Benioff.

- **Une anomalie thermique** : les isothermes sont inclinés vers la profondeur suivant le plan de Bénéioff, on parle d'anomalie thermique négative شذوذ حراري سلبي. La lithosphère océanique, en vieillissant et en s'éloignant de la dorsale, se refroidit et devient plus dense. Lors de la subduction, elle conserve sa température froide, ce qui explique les anomalies thermiques négatives observées dans ces zones.

- **Un prisme d'accrétion** : Au-dessus de la croûte océanique chevauchée, une couche sédimentaire se dépose, arrivée au niveau de la subduction, cette couche est arrêtée par la plaque chevauchante qui agit alors comme un véritable rabot منجر qui fait accumuler les sédiments meubles (غير متماسكة) sous formes d'écailles قشور plissées et faillées dont l'ensemble constitue le prisme d'accrétion.



### III/ Conditions de formation du magma andésitique



● Le magma andésitique et les plutons de granodiorite proviennent de la fusion partielle de la péridotite du manteau supérieure de la plaque chevauchante.

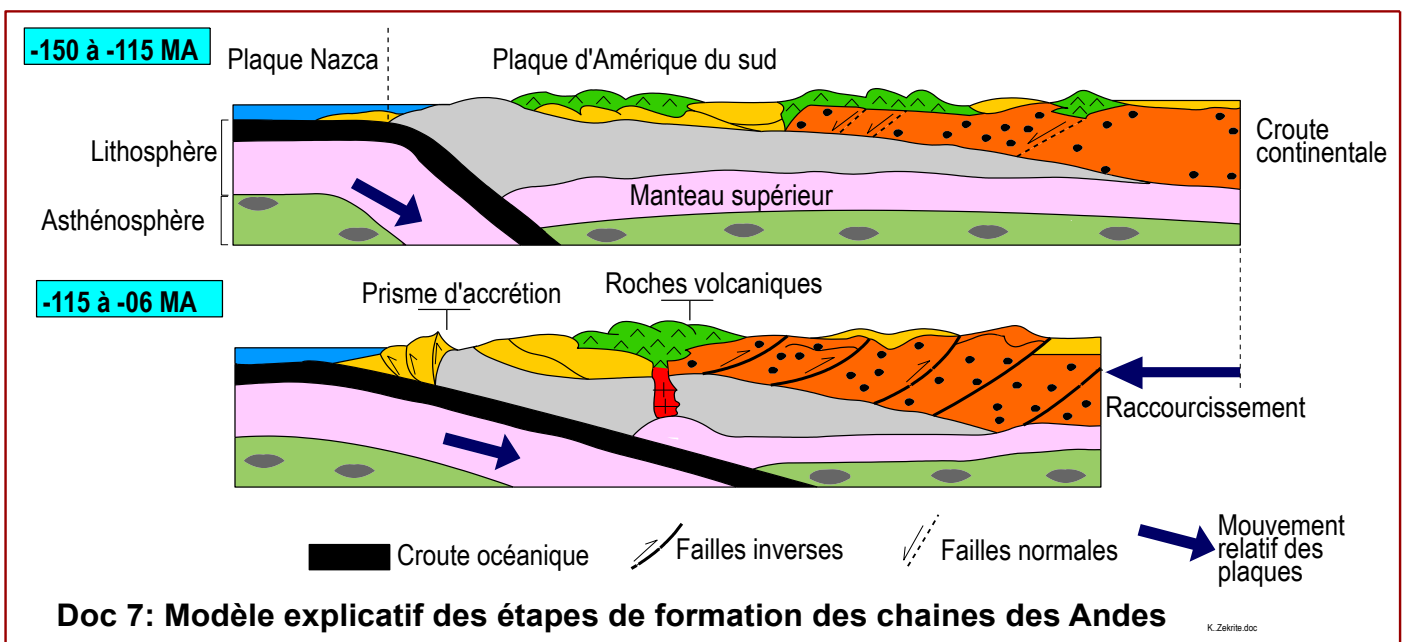
**Quelles sont les conditions expérimentales de formation du magma andésitique ?**

- Dans les conditions expérimentales : En absence d'eau, la courbe du gradient géothermique de la zone de subduction ne coupe pas la courbe de fusion partielle de la péridotite. Donc la péridotite ne fusionne pas quel que soit la profondeur de la péridotite anhydre. En présence d'eau, les deux courbes se croisent, a fusion partielle de la péridotite est devenue possible, l'eau a facilité cette fusion. Donc la condition essentielle pour la fusion partielle de la péridotite est **la présence d'eau**, cette fusion s'établit entre **80 et 100 km de profondeur** à une température voisine de 1000 à 1100°C.

**Comment se forme Le volcanisme andésitique et le plutonisme, au niveau des zones de subduction ?**

- Lors de la subduction, les roches de la lithosphère océanique subissent une forte augmentation de pression et de température, provoquant la libération de l'eau contenue dans leurs minéraux.
- Cette eau hydrate le manteau (péridotite) et facilite sa fusion partielle vers 100 km de profondeur sous la plaque chevauchante.
- Le magma formé, moins dense, remonte vers la surface : soit il atteint la surface et forme des volcans produisant de l'andésite, soit il se solidifie en profondeur en plutons donnant de la granodiorite.
- Ainsi, le volcanisme et le plutonisme sont directement liés à la subduction, et cessent lorsque celle-ci s'arrête.

**IV/ Etapes de la formation des chaînes de subduction**



La formation des Andes commence il y a environ 150 millions d'années avec la convergence entre la plaque Nazca et la plaque sud-américaine. La plaque Nazca, plus dense, subducte sous la plaque continentale, provoquant une fosse océanique, un prisme d'accrétion et un volcanisme intense.

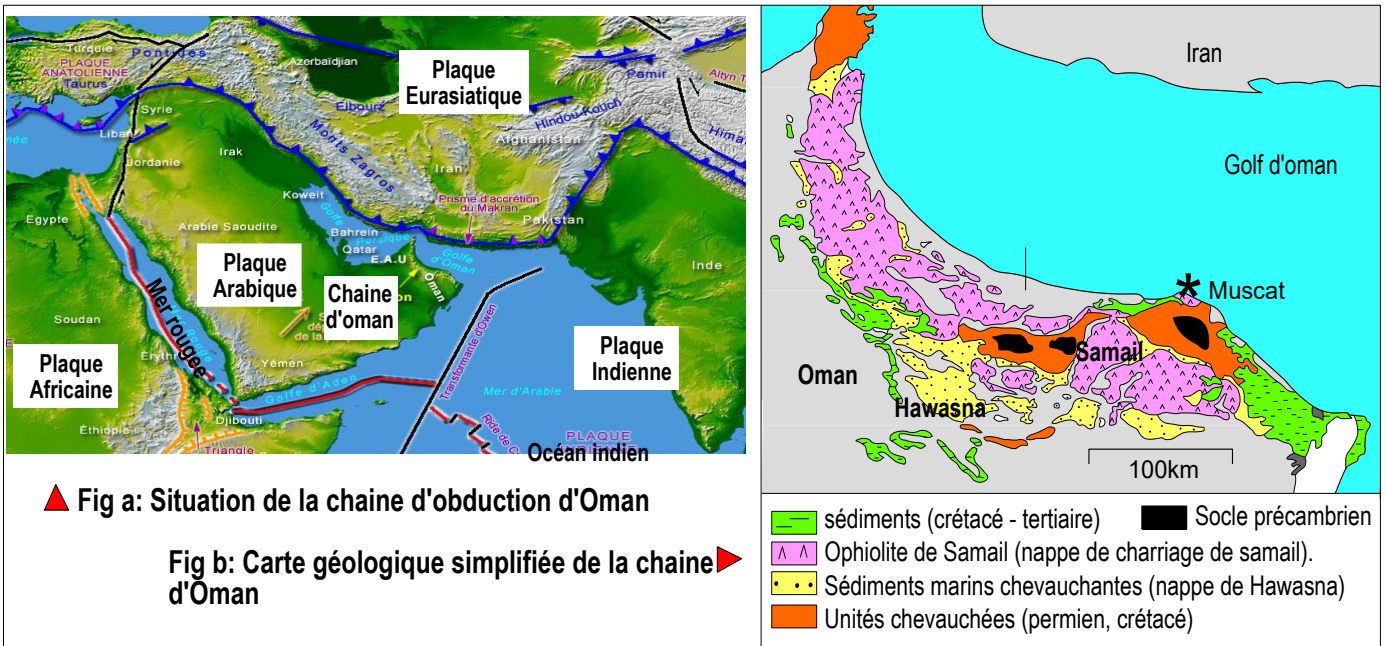
Les fortes compressions déforment la croûte continentale en plis et failles inverses, entraînant son épaissement et son raccourcissement sur une très longue période.

Ces processus, associés au volcanisme, ont conduit à la formation de la chaîne des Andes sur la marge ouest de l'Amérique du Sud.

## Les chaînes d'obduction et leur relation avec la tectonique des plaques

### I/ Caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes d'obduction

#### Doc 1 : Chaîne d'Oman, un exemple de chaînes d'obduction



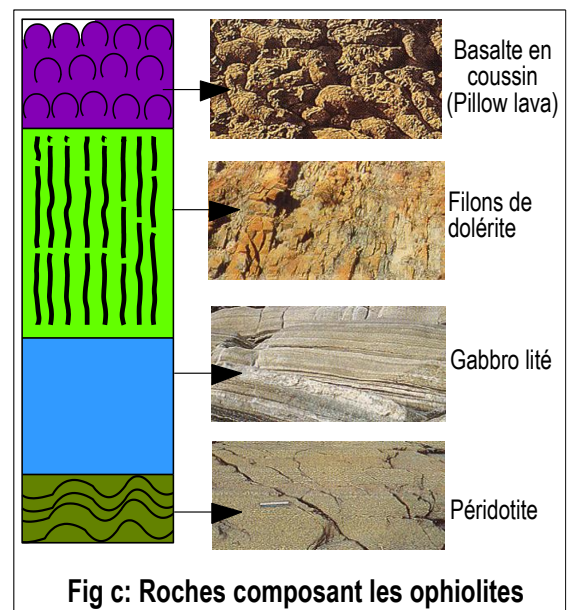
La chaîne d'Oman est située au sud-est de la péninsule arabique (شبه الجزيرة العربية) au nord de Sultanat Oman, elle s'étend sur les bordures du golf Oman. Elle présente :

- Des caractéristiques structurales: surtout des déformations tectoniques sous forme de nappes de charriage.

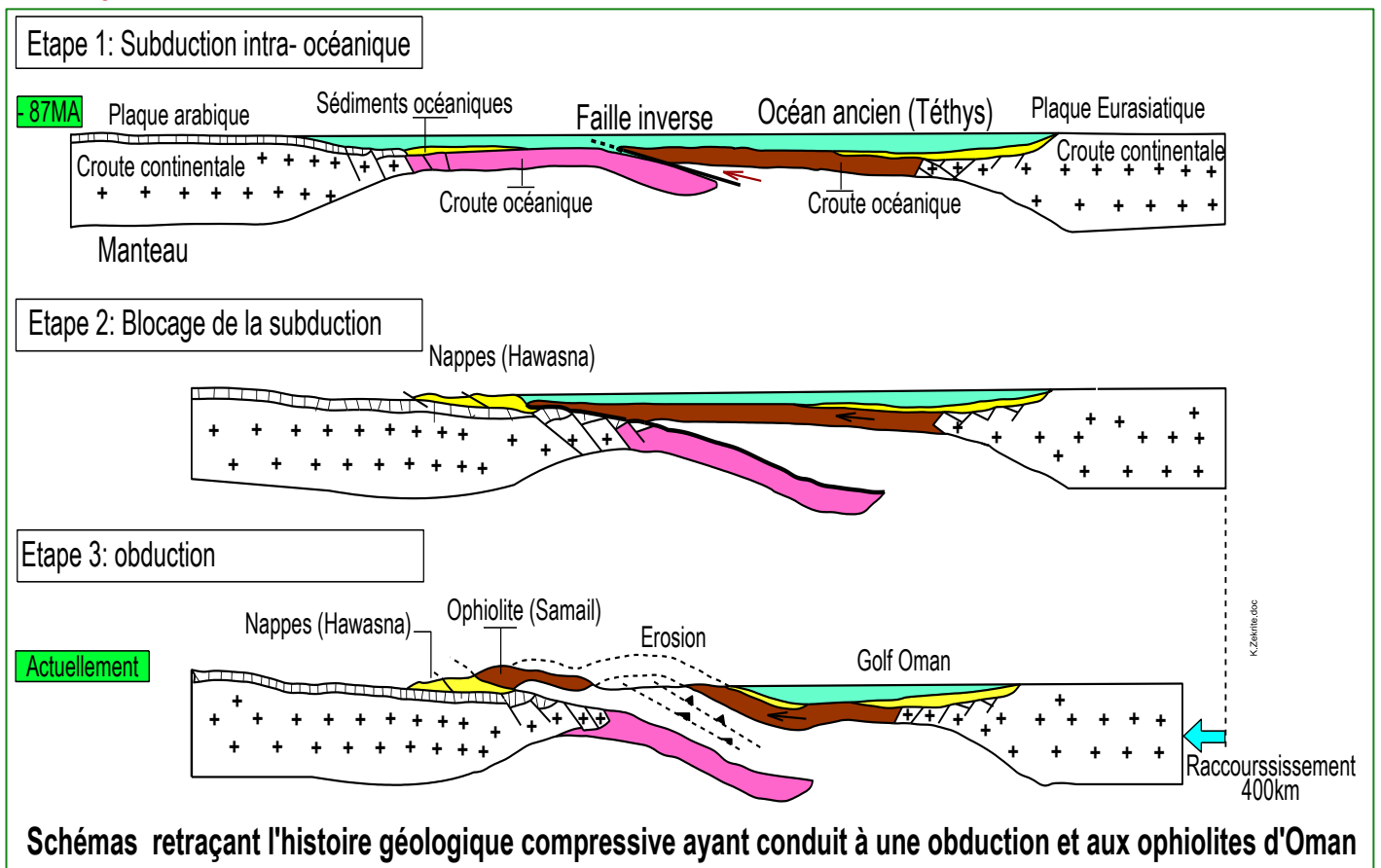
- Des caractéristiques pétrographiques : des roches sédimentaires et surtout un complexe rocheux appelé ophiolite.

- L'ophiolite est un complexe constitué des mêmes roches de la lithosphère océanique qui sont : le basalte, la dolérite, le gabbro et la péridotite. L'ophiolite d'Oman est donc une lithosphère océanique ancienne.

La présence d'ophiolite dans la chaîne d'Oman indique la présence d'un océan ancien (exocéan) entre la plaque arabique et la plaque eurasiatique et que la croûte océanique a remontée sur le continent arabique. Il s'agit du phénomène d'obduction. La chaîne d'Oman est donc une chaîne d'obduction.



## II/ Etapes de formation de la chaîne d'Oman



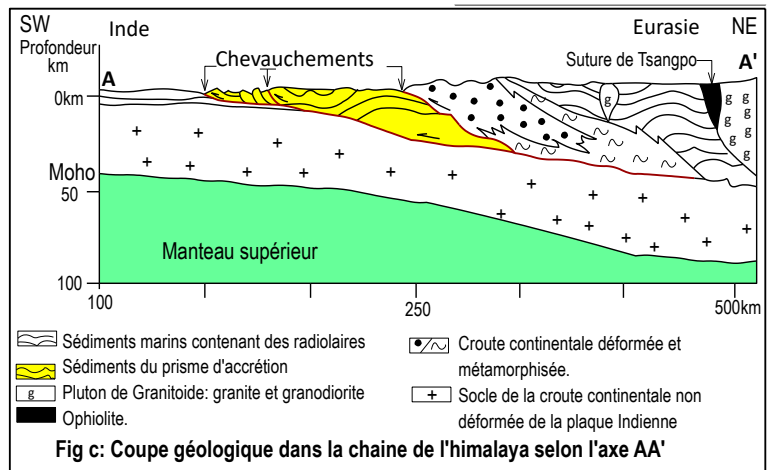
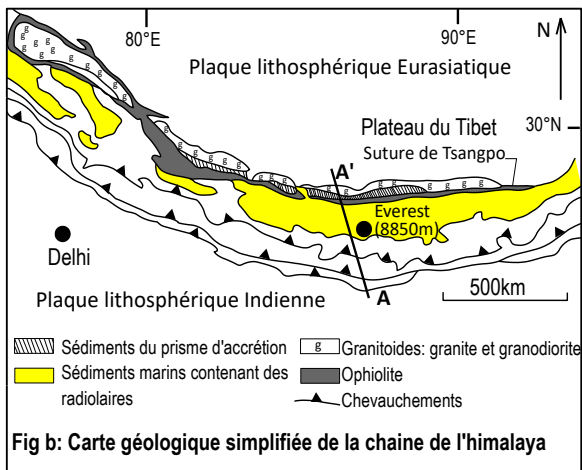
La chaîne d'Oman s'est formée en plusieurs étapes liées à la tectonique des plaques :

- **Une subduction intra-océanique** dans l'océan Téthys a entraîné la fermeture progressive du domaine marin.
- **Blocage de la subduction** : la subduction s'est bloquée car la croûte continentale, moins dense, ne pouvait pas s'enfoncer davantage.
- **Obduction** : Sous la poursuite des compressions, un phénomène d'obduction a eu lieu : la lithosphère océanique a été charriée sur la croûte continentale, formant des nappes ophiolitiques et un prisme d'accrétion. L'accumulation de ces matériaux a épaissi la croûte et provoqué l'élévation du relief, donnant naissance à la chaîne d'Oman.

## Les chaînes de collision et leur relation avec la tectonique des plaques

### I/ Caractéristiques structurales et pétrographiques des chaînes de collision

## Doc 1 : Caractéristiques de la chaîne de l'Himalaya : exemple de chaînes de collision



L'Himalaya est une chaîne de montagnes intracontinentale formée par la collision entre la plaque indienne et la plaque eurasiatique, et elle abrite le mont Everest.

Elle présente :

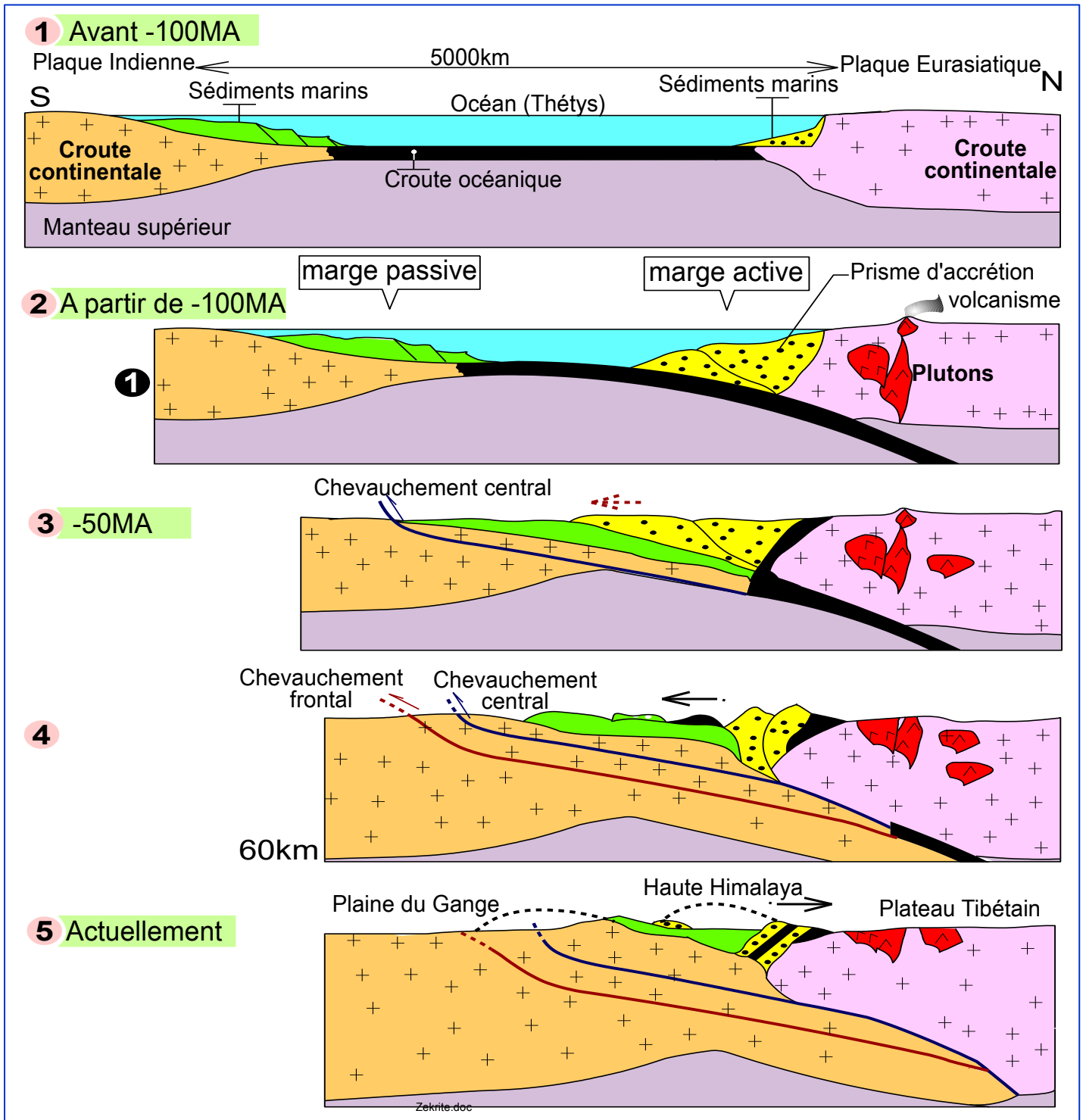
- De fortes déformations (plis, failles, chevauchements).
- Une croûte continentale très épaissie.
- Des roches ophiolitiques, des sédiments marins profonds, des roches métamorphiques et des roches plutoniques, témoignant de la fermeture d'un ancien océan par subduction. Ces éléments montrent qu'il y a eu une subduction suivie d'une collision continentale, entraînant le chevauchement des deux plaques et la formation de la chaîne himalayenne.

### II/ Etapes de la formation de la chaîne de l'Himalaya doc 3

La chaîne de l'Himalaya s'est formée en trois étapes liées à la tectonique des plaques :

- La subduction de la Téthys sous la plaque eurasiatique a accompagné le déplacement de la plaque indienne vers le nord.
- La collision des deux continents a bloqué la subduction et a laissé une suture ophiolitique entre les deux continents.
- La poursuite de la collision a provoqué de fortes compressions, formant des plis, des failles et des chevauchements, ce qui a épaissi la croûte et donné naissance à la haute chaîne de l'Himalaya

### Doc 3 : Model explicatif de formation de la chaine de l'Himalaya



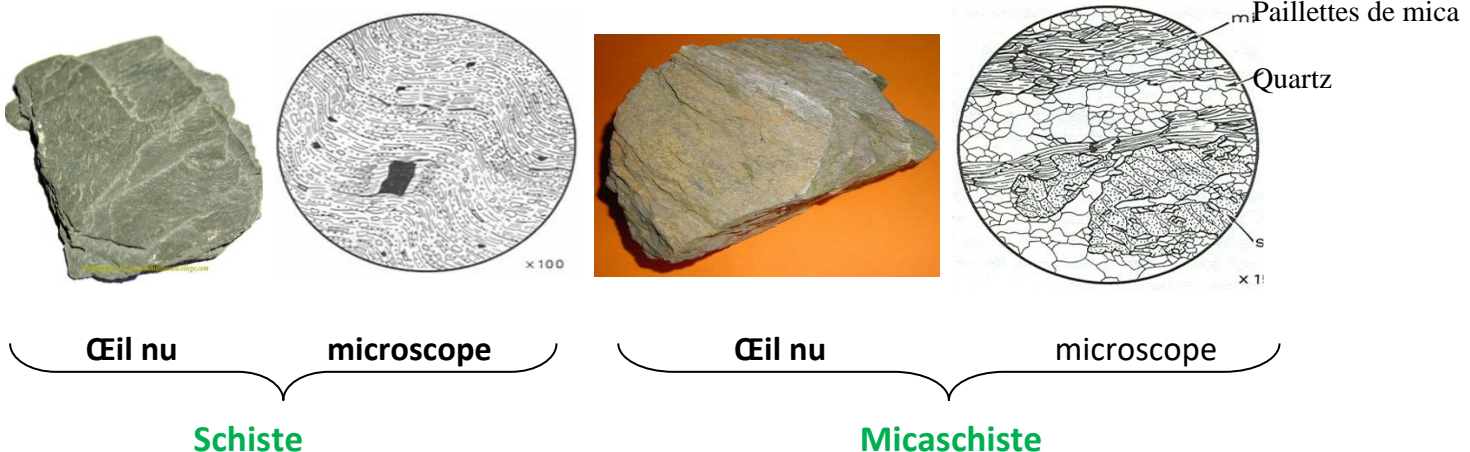
## Chapitre 2 : Le métamorphisme et sa relation avec la tectonique des plaques

- Le métamorphisme est l'ensemble des transformations structurales et minéralogiques à l'état solide d'une roche préexistante (sédimentaire ou magmatique ou métamorphique) sous l'effet de la variation des facteurs physiques : la pression et la température.
- Les roches métamorphiques apparaissent à la surface dans les chaînes de montagnes, anciennes ou récentes : chaînes de collision et chaînes de subduction.

### I/ Caractéristiques structurales et minéralogiques des roches métamorphiques dans les zones de collision et de subduction

#### 1/ dans les zones de collision

- Les roches métamorphiques les plus rencontrées dans les chaînes de collision sont : les schistes, les micaschistes et les gneiss.
- Ces roches métamorphiques sont liées à des roches magmatiques (le granite) et à une intense déformation cassante (failles), ce qui impose que ces roches dérivent des roches magmatiques (de la croûte continentale).
- **L'argile** se caractérise par **le litage** : aspect de succession en couches, généralement horizontales, Le litage est une caractéristique des roches sédimentaires
- **Le schiste vert** et **le micaschiste** se caractérisent par **la schistosité**, elle est plus marquée dans le micaschiste. La schistosité est une structure des roches métamorphiques caractérisée par :
  - À l'œil nu : des plans parallèles qui permettent à la roche de se diviser facilement en fines couches (feuilletés comme millfeuille).
  - Au microscope (lame mince) : une organisation orientée des minéraux, qui sont étirés et alignés dans la même direction.

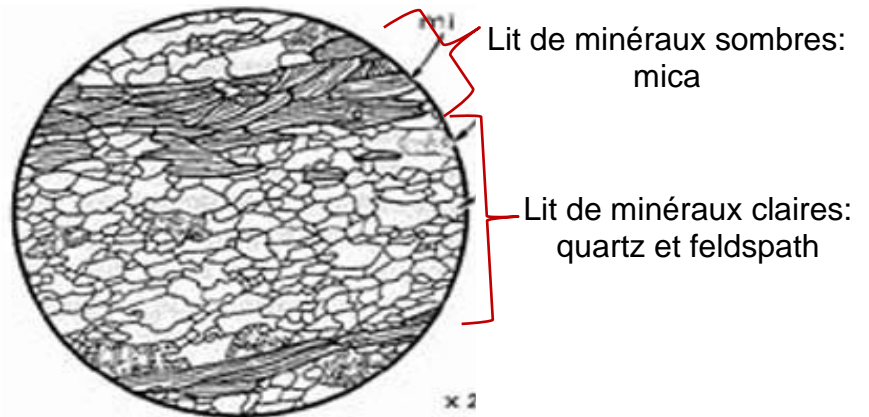


- **Le gneiss** se caractérise par **la foliation** : structure des roches métamorphiques caractérisée par :
  - À l'œil nu : un aspect rubané, avec alternance de bandes claires et sombres, sans clivage facile.

- Au microscope : une alternance de feuillets de compositions minéralogiques différentes (minéraux clairs et sombres).



**Gneiss à l'œil nu**



**Gneiss au microscope**

- Comparaison structurale et minéralogique de ces roches: en passant de l'argile au gneiss (argile → schiste → micaschiste → gneiss), le litage disparaît, puis apparaissent la schistosité et la foliation. Les minéraux argileux disparaissent au profit de nouveaux minéraux, et leur taille augmente progressivement.

- Comparaison chimique : ces roches gardent presque la même composition chimique que l'argile, avec une diminution de la teneur en eau.

- Conclusion : les schistes, micaschistes et gneiss des zones de collision proviennent tous de l'argile (transformation de la croûte continentale) Leurs différences s'expliquent par le degré de métamorphisme subi.

## 2/ dans les zones de subduction

- Les roches métamorphiques caractéristiques des zones de subduction sont les schistes verts, les schistes bleus et l'éclogite. Ces roches métamorphiques affleurent au voisinage des roches ophiolitiques (roches magmatiques de la croûte océanique ancienne).

- La composition minéralogique et structurale de ces trois roches est différente.

- Le gabbro est constitué de plagioclase et de pyroxène, sa structure est grenue.

- Le schiste bleu est constitué de glaucophane et d'épidote, il présente une structure orientée : la schistosité.

- L'éclogite est caractérisée par les grenats et l'épidote, sans structure particulière.

- La composition chimique du schiste bleu et de l'éclogite est très proche de celle du gabbro et du basalte.

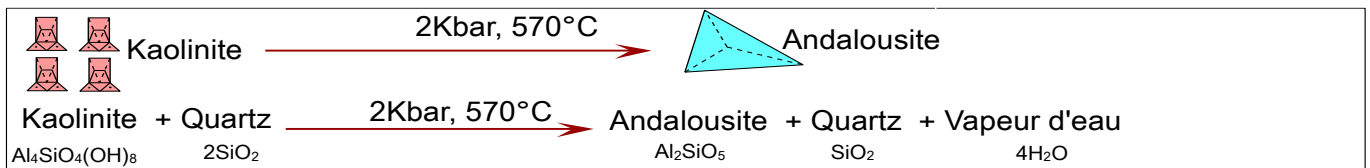
- Conclusion : Le schiste vert, le schiste bleu et l'éclogite des zones de subduction sont des roches métamorphiques qui dérivent des roches magmatiques de la croûte océanique (le basalte ou le gabbro), ils ont subi une transformation dans leur composition minéralogique et leur structure, sans modification de la composition chimique.

## II/ Les facteurs qui interviennent dans le phénomène du métamorphisme

Comment explique-t-on la transformation minéralogique et structurale des roches métamorphiques ??:

- La pression provoque l'étirement et l'orientation des minéraux, la température provoque la déshydratation des minéraux et leur transformation.
- Lorsque les minéraux d'une roche sont portés à l'action combinée de la température et de la pression, ils deviennent instables dans les nouvelles conditions, ainsi ils se déshydratent et subissent une modification à l'état solide pour devenir plus denses, les minéraux anciens se transforment en de nouveaux minéraux plus en équilibre avec les nouveaux facteurs : on parle de réactions minéralogiques.

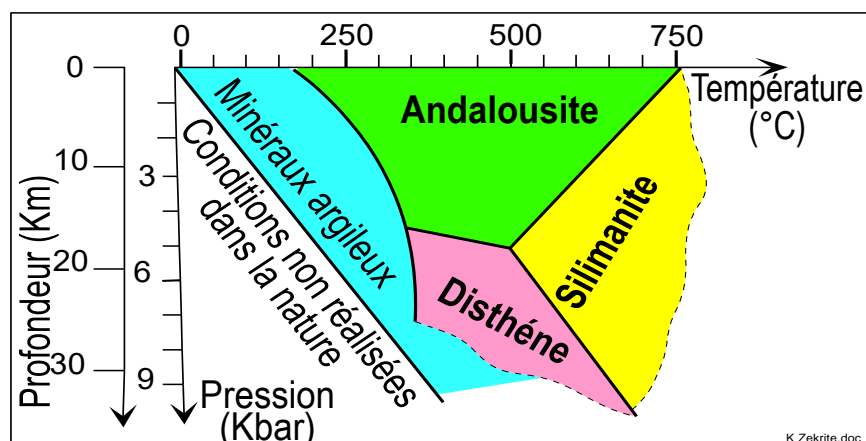
**Exemple de réaction minéralogique :**



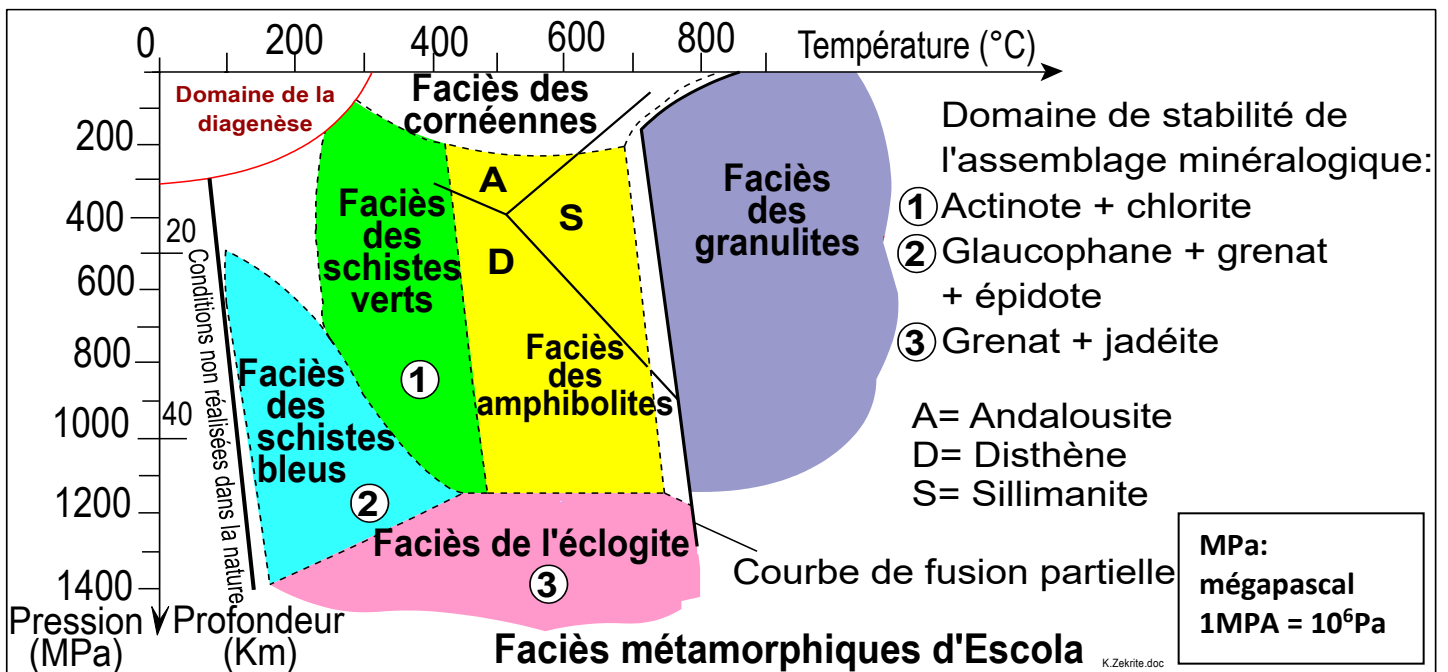
- La différence minéralogique observée lorsqu'on passe d'une roche métamorphique à une autre s'explique par le fait que chaque roche a subi des conditions de températures et de pression qui lui sont propres et qui ont permis l'apparition de minéraux bien déterminés stables dans ces conditions.
- La pression et la température sont les deux facteurs essentiels qui contrôlent le type et le degré de métamorphisme dans la nature, ces deux facteurs varient selon :
  - La profondeur : la température et la pression augmentent en fonction de la profondeur ; les roches vont subir donc des degrés croissants de métamorphisme en s'enfonçant en profondeur.
  - Le cadre géodynamique de la lithosphère : une roche située dans une zone de subduction va subir des conditions de métamorphisme propres différentes des conditions d'une autre roche soumise à une collision.

## III/ Notion de minéral indicateur, domaine de stabilité, séquence métamorphique et faciès métamorphique :

Domaine de stabilité des silicates d'alumine



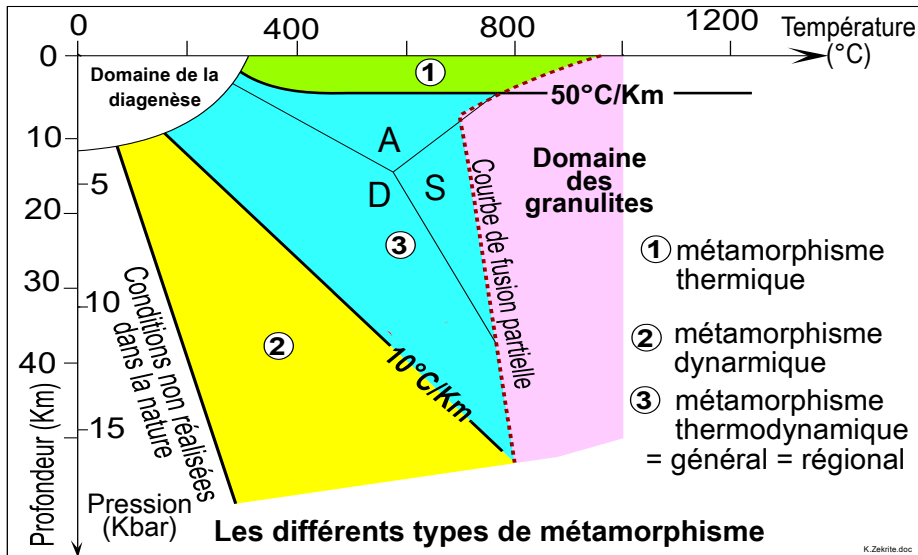
- Le **champ de stabilité** d'un minéral correspond aux conditions de pression et de température où il peut se former et rester stable.
- Un **minéral indicateur = index** est un minéral qui a un champ de stabilité limité, et qui n'apparaît que dans des conditions précises. Sa présence dans une roche métamorphique permet de déterminer les conditions de pression et de température qu'a subies la roche, car il en garde la trace.
- Une **séquence métamorphique** est un ensemble de roches métamorphiques provenant d'une même roche initiale, ayant la même composition chimique, mais des structures et des minéraux différents en raison de degrés de métamorphisme variés. Exemple :
  - La séquence qui provient de l'argile : Schiste → micaschiste → gneiss → leptynite.
  - La séquence qui provient du basalte ou du gabbro : Schiste vert → schiste bleu → éclogite.
  - La séquence qui provient du calcaire : Calcschiste → marbre (الرخام) → cipolin



- Un **faciès métamorphique** regroupe des roches (ou des minéraux) formées dans les mêmes conditions de pression et de température, caractérisées par des minéraux indicateurs spécifiques (ex : éclogite = jadéite + grenat). Le faciès rassemble des roches d'origines différentes mais ayant subi les mêmes conditions, indépendamment de leur composition chimique (ex : faciès du schiste vert : comprend le schiste vert provenant du basalte, le schiste provenant de l'argile, le quartzite provenant du grès, le marbre provenant du calcaire)

#### IV/ Les types de métamorphismes en relation avec les types de chaînes de montagnes

Selon l'importance de la température et de la pression, on distingue trois types de métamorphismes : (voir le document)



### 1/ Le métamorphisme dynamique :

• Il est caractérisé par une basse température et une haute pression. Ce type de métamorphisme se développe dans les zones de subduction. En effet, dans ces zones le facteur pression est plus dominant, en lien avec la profondeur, alors que le gradient thermique est faible.

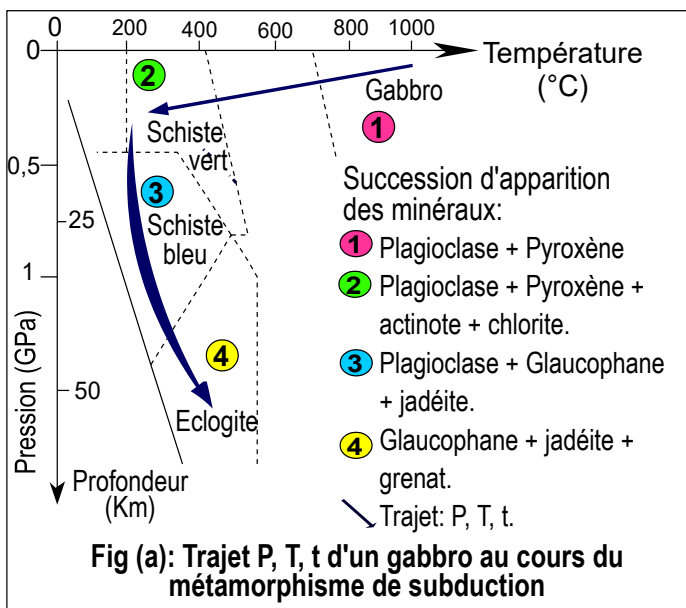


Fig (a): Trajet P, T, t d'un gabbro au cours du métamorphisme de subduction

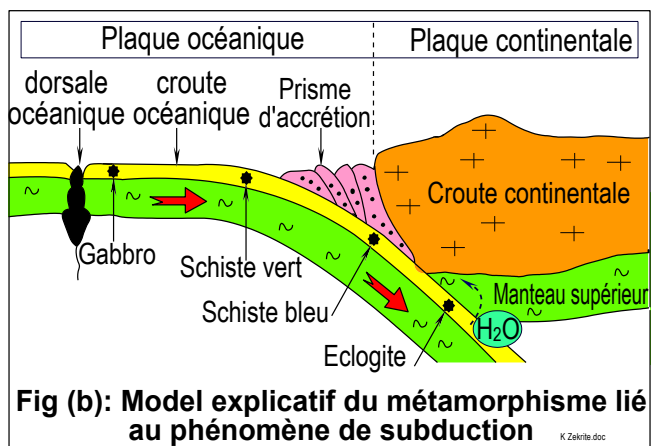


Fig (b): Model explicatif du métamorphisme lié au phénomène de subduction

Fig (c): Deux réactions minéralogiques au cours du métamorphisme dynamique des roches de la lithosphère océanique :

Plagioclase + Chlorite + Actinote → Glaucophane + eau  
 Plagioclase + Glaucophane → Grenat + Jadéite + eau

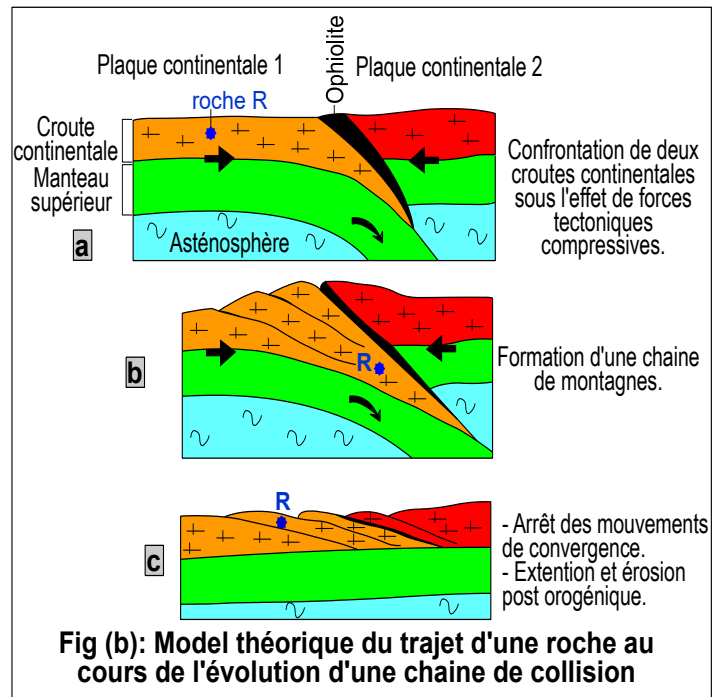
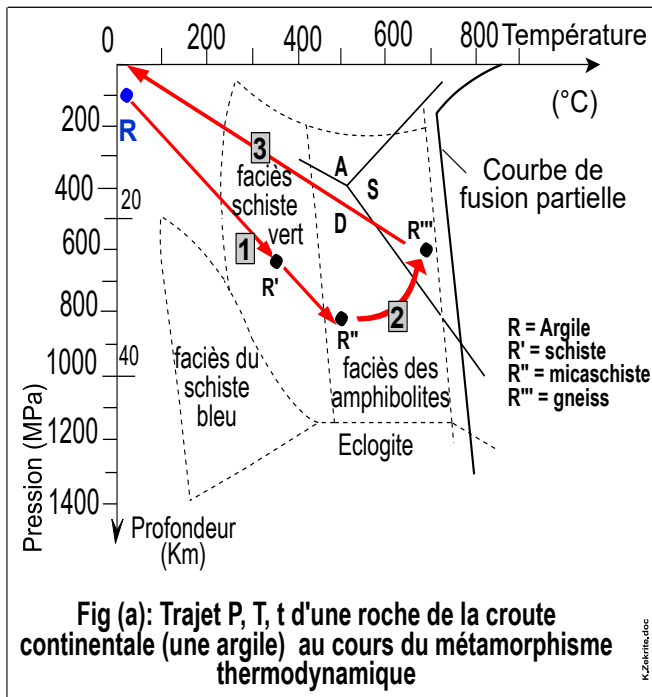
• Dans les zones de subduction, le gabbro ou le basalte, formé à haute température à la dorsale, se refroidit en s'éloignant et devient un schiste vert. Lors de la subduction, il subit une forte pression et se transforme successivement en schiste bleu puis en éclogite. Cette évolution constitue une série métamorphique typique : gabbro → schiste vert → schiste bleu → éclogite.

En parallèle, les transformations libèrent de l'eau, qui hydrate le manteau et provoque une fusion partielle à l'origine de magmas andésitiques.

Conclusion : la subduction relie métamorphisme dynamique et magmatisme, tous deux liés à la tectonique des plaques.

## 2/ Le métamorphisme thermodynamique = métamorphisme général = régional :

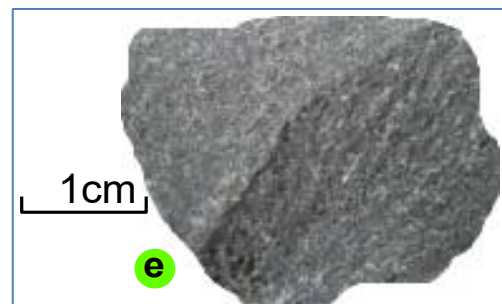
- Il est caractérisé par une haute température et une haute pression. Ce type de métamorphisme se développe dans les racines des chaînes de collision et affecte les roches de la lithosphère continentale soumise à l'effet combiné de la pression et de la température dû à la collision.
- Dans une zone de collision continentale, la compression enfouit les roches, augmentant la pression et la température, ce qui provoque un métamorphisme prograde (schiste vert → amphibolite, jusqu'au gneiss). Après la compression, l'extension et l'érosion amincissent la croûte, entraînant la remontée des roches profondes avec un métamorphisme rétrograde.



## 3/ Le métamorphisme thermique = métamorphisme de contact :

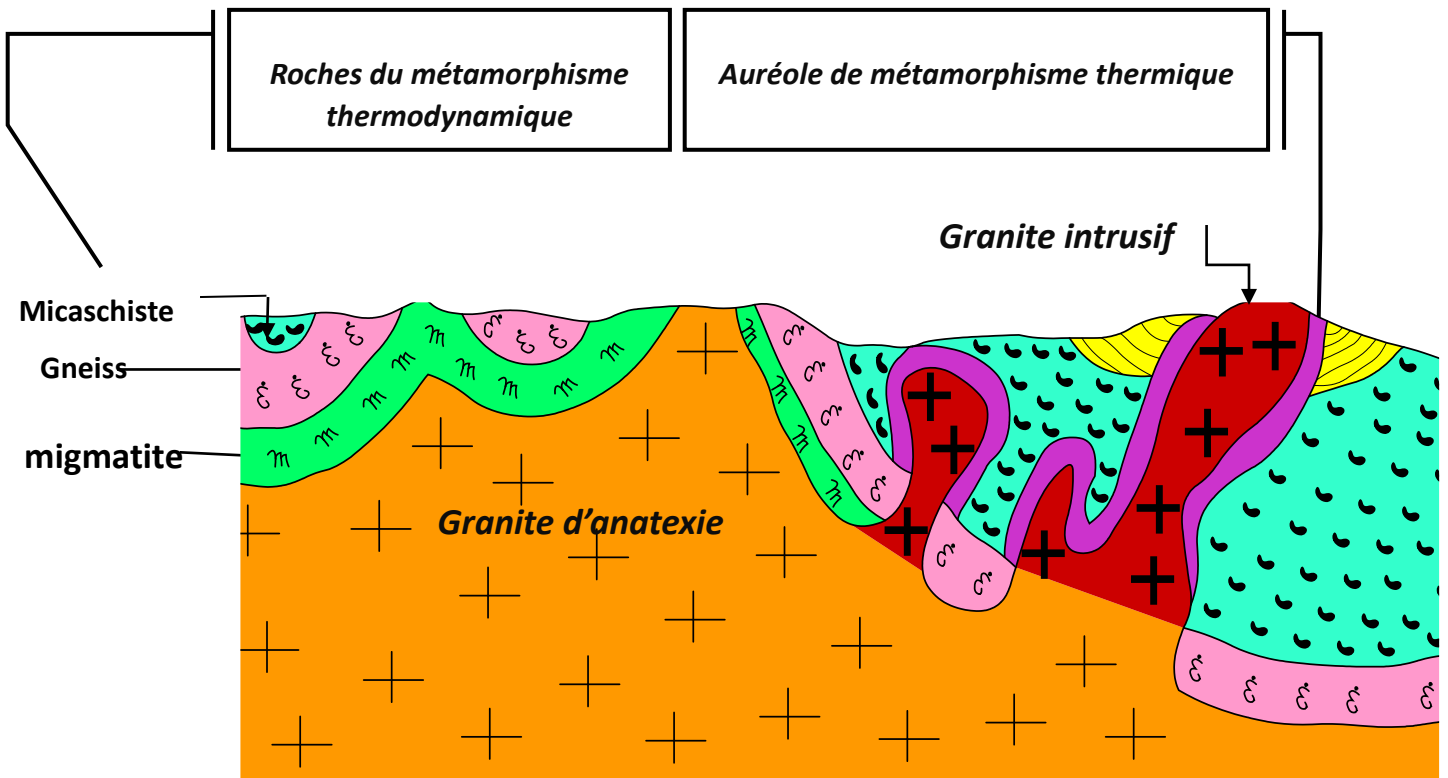
- Il est caractérisé par une haute température et une basse pression. Ce type de métamorphisme se développe au contact d'un granite intrusif. C'est principalement la température qui intervient, c'est la chaleur du magma qui est responsable de la transformation des roches qui l'entourent formant une auréole (تاج = هالة) de métamorphisme.
- Les minéraux des roches métamorphiques ne sont pas orientés (parce que la pression est faible) mais il se caractérise par la cornéenne : roche de faible pression et haute température

**La cornéenne, une roche métamorphique qui provient de la transformation de l'argile lorsqu'elle est soumise à une grande température.**



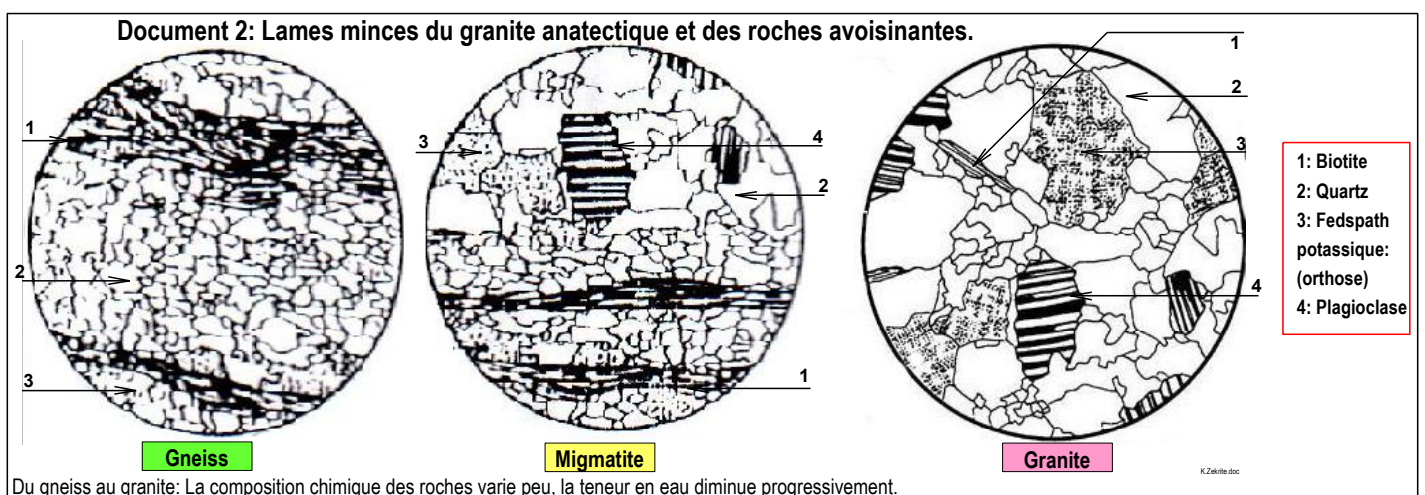
## Chapitre 3 : La granitisation et sa relation avec le métamorphisme

On identifie deux types de granites : **le granite d'anatexie** et **le granite intrusif**, tous les deux sont liés aux chaînes de montagnes et sont proches des roches métamorphiques.



### II/ Le granite d'anatexie et sa relation avec le métamorphisme thermodynamique :

- Le granite d'anatexie forme des massifs associés aux roches métamorphiques thermodynamiques (schistes, gneiss), avec un contact progressif via **la migmatite**, roche mixte (magmatique et métamorphique).



- Le granite a une structure **grenue** (refroidissement lent), le gneiss est **folié** (métamorphique), et la migmatite présente une **structure intermédiaire**.

Conclusion : granite, migmatite et gneiss ont une origine commune ; le granite d'anatexie résulte de la fusion partielle à totale du gneiss, représentant le stade final du métamorphisme.

### III/ Le granite intrusif et sa relation avec le métamorphisme thermique :

- Le granite intrusif forme un petit massif elliptique à limites nettes, intrusif et discordant, recoupant les roches plissées. Il est entouré d'une auréole de métamorphisme de contact, sans zone de transition comme la migmatite.
- Au voisinage du granite intrusif, les roches montrent un métamorphisme plus intense : apparition de nouveaux minéraux, augmentation de leur taille, disparition de leur orientation, et présence d'enclaves de cornéennes dans le granite. La cornéenne est une roche métamorphique de haute température et basse pression.



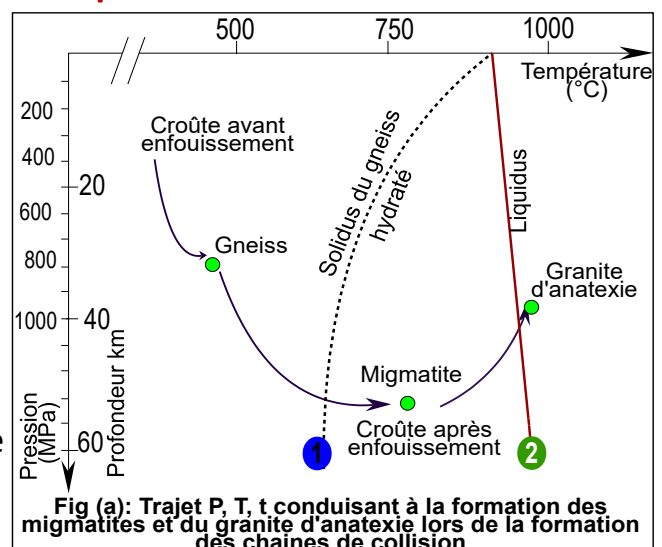
Une enclave de cornéenne (cor) dans une masse granitique

### IV/ Comparaison entre le granite intrusif le granite d'anatexie :

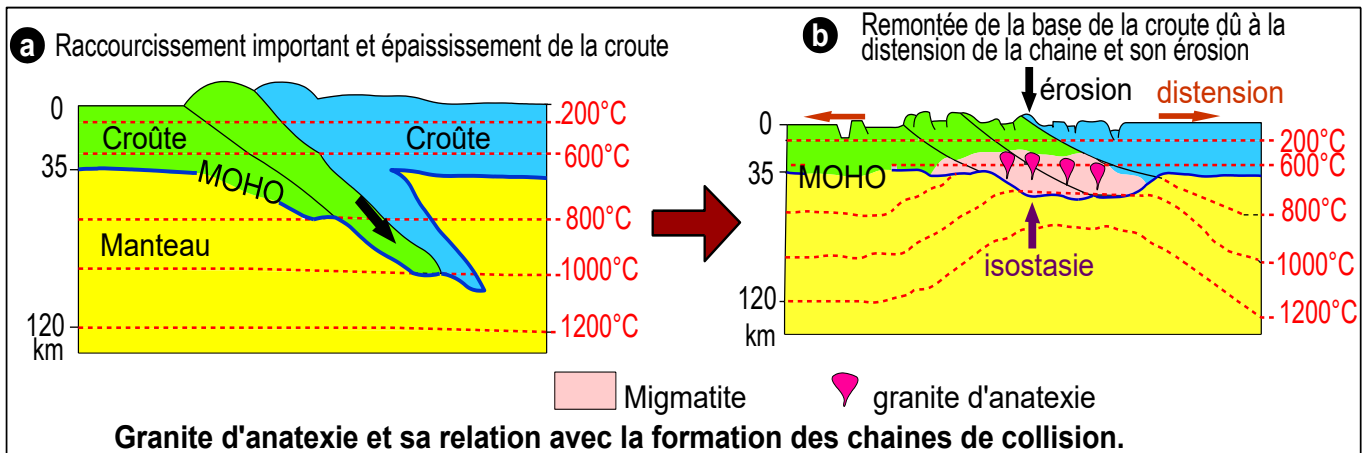
	Granite d'anatexie	Granite intrusif
<b>L'étendue</b>	Large surface (peu dépasser 25 km <sup>2</sup> )	Très limitée (moins de 10km <sup>2</sup> )
<b>Les limites</b>	floues	Nettes
<b>Roches avoisinantes</b>	Migmatites et roches métamorphiques du métamorphisme régional	Enclaves et auréole de métamorphisme
<b>Relation avec le métamorphisme</b>	Le granite s'inscrit dans le cadre du métamorphisme thermodynamique avoisinant.	Le granite provoque le métamorphisme de contact avoisinant.

### V/ Comment se fait la formation du magma granitique ?

- Les granites sont très fréquents dans les cœurs des chaînes de collision.
- Lors d'une collision continentale, les roches sont enfouies en profondeur et subissent un métamorphisme régional intense, formant notamment du gneiss.
- Lors de la remontée, la baisse de pression et la forte température provoquent l'anatexie : une fusion partielle du gneiss.
  - Si la fusion est faible → formation de migmatite (mélange gneiss + granite).
  - Si la fusion est importante → formation d'un magma granitique.
- Ce magma peut soit se solidifier sur place (granite d'anatexie), soit remonter et former un granite intrusif.



Le granite intrusif s'insère dans des roches préexistantes, le flux de la chaleur « cuit » ces roches et y provoquent un métamorphisme thermique = de contact.

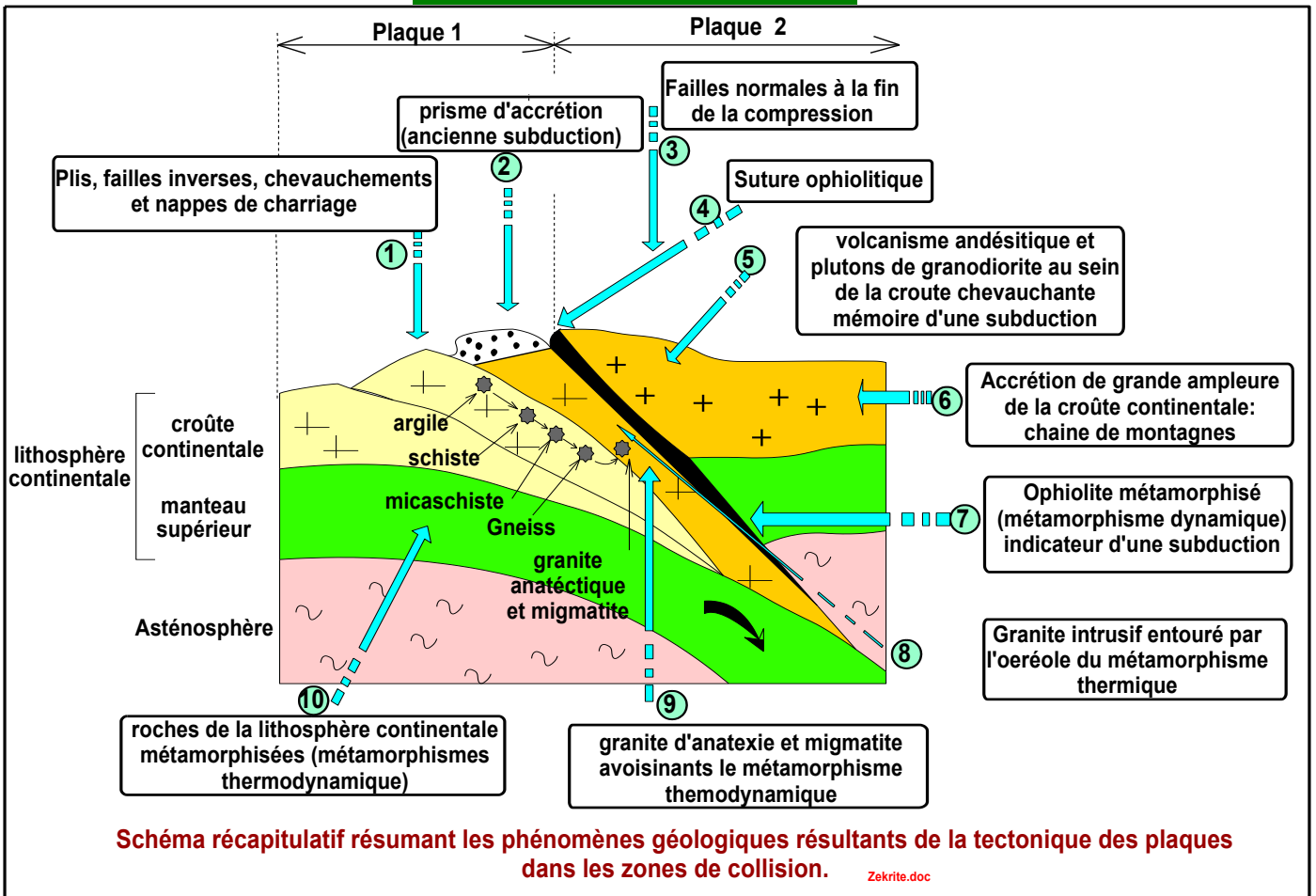


**Anatexie :** Processus de la fusion partielle (origine de la migmatite), ou totale des roches (origine du granite d'anatexie) suite à l'élévation très importante de la température ou à un enfouissement profond

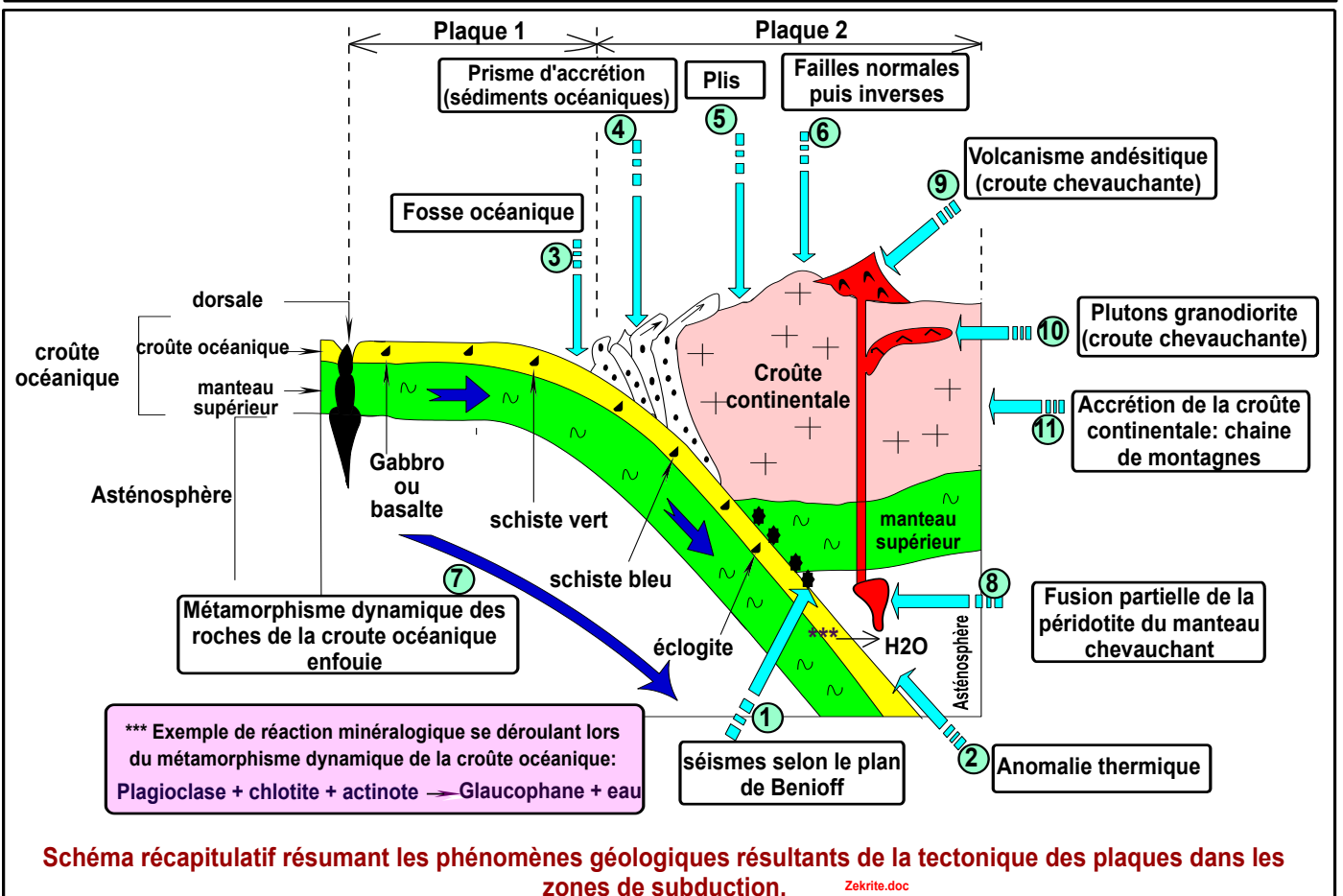
**Liquide anatectique :** liquide primaire issu de la fusion des roches sédimentaires, caractérisé par une composition chimique stable, quelle que soit la roche mère d'origine.

**Température anatectique :** température qui correspond au début de la fusion partielle de roches sédimentaires, elle est d'environ 700°C.

# Schéma récapitulatif



**Schéma récapitulatif résumant les phénomènes géologiques résultants de la tectonique des plaques dans les zones de collision.**



**Schéma récapitulatif résumant les phénomènes géologiques résultants de la tectonique des plaques dans les zones de subduction.**