



# CHAPITRE 4: LA DISPARITION DES RELIEFS

# INTRODUCTION

- Tout relief est un système instable qui tend à disparaître dès qu'il se forme.

**Les Alpes**



Temps  
qui  
passe

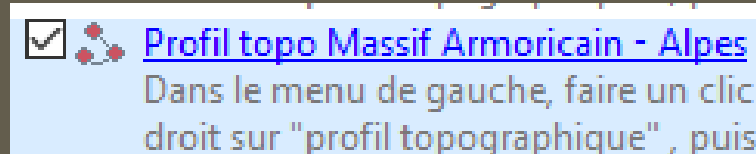
**Le massif armoricain  
( ici le roc de Trevezel)**



# I) COMPARAISON D'UNE MONTAGNE JEUNE ET ANCIENNE :TP 29

## Activité I: Caractéristiques générales observées avec Google earth

- **Ouvre le fichier** « Montagnes jeunes et anciennes.kmz »
- **Affiche le profil topographique** depuis le massif armoricain jusqu'aux Alpes en cliquant sur le profil choisis et en suivant les instructions données

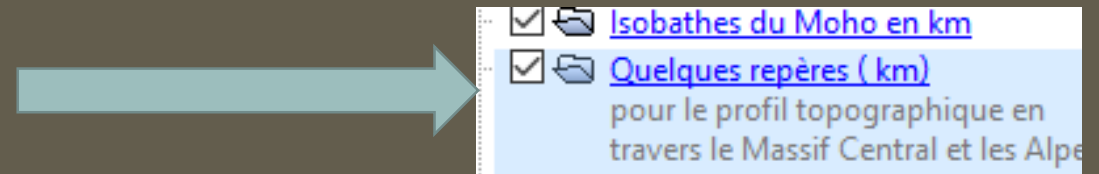


Remarque : éviter de superposer trop de données pour une meilleure lisibilité des informations.

- **Capture l'image, légende- la puis imprime-la.**

➤ **Dessine le MOHO sur du papier millimétré pour le faire correspondre au profil**

⇒ **Pour cela repère les variations de profondeur du Moho** ( afficher les isobathes du MOHO et cliquer sur quelques repères en KM)

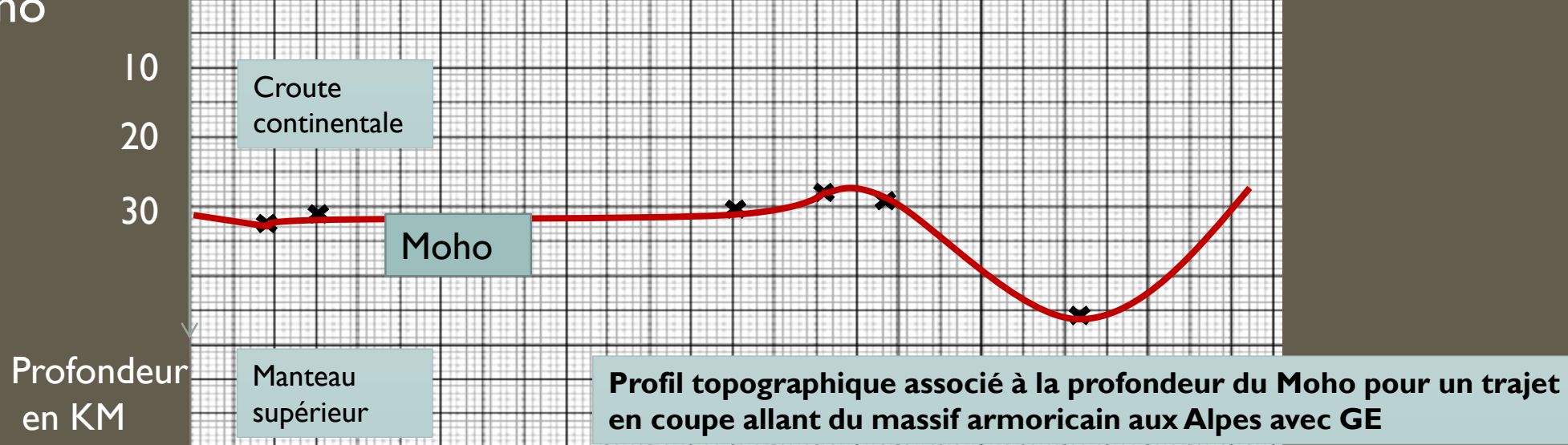
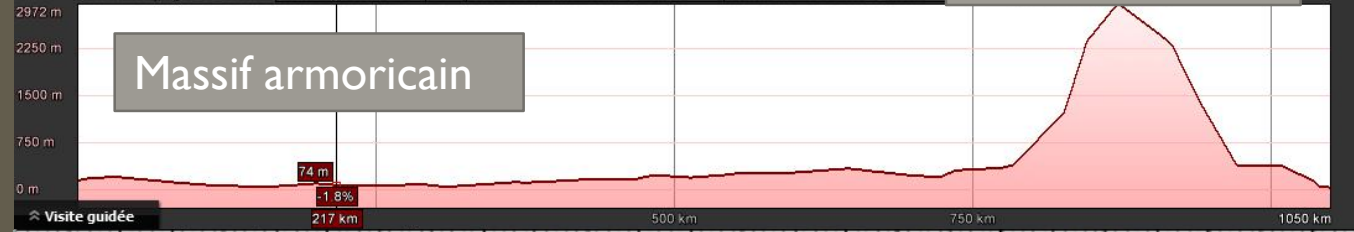


➤ **Compare** ces 2 chaînes de montagne pour dégager deux différences entre les chaînes récentes et les chaînes anciennes.

# CORRECTION

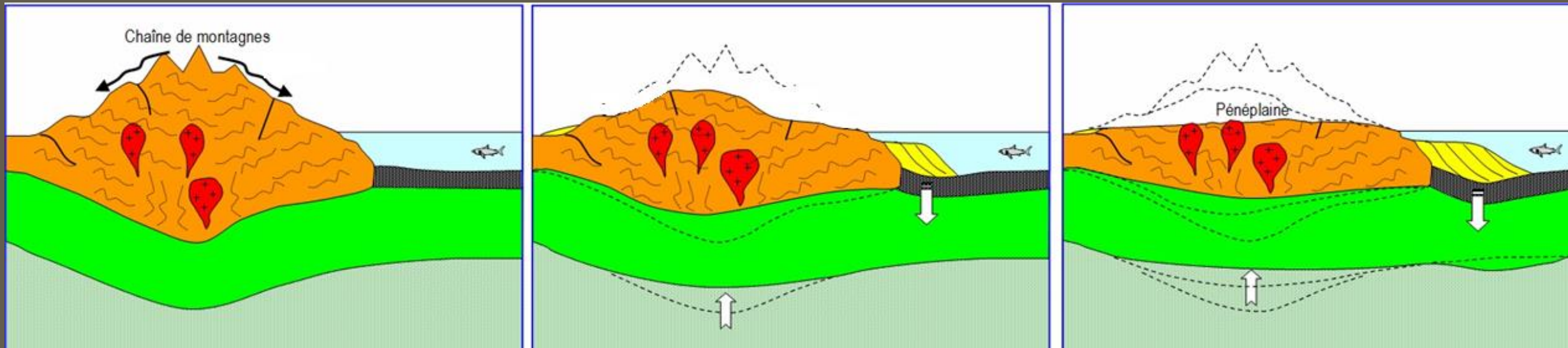
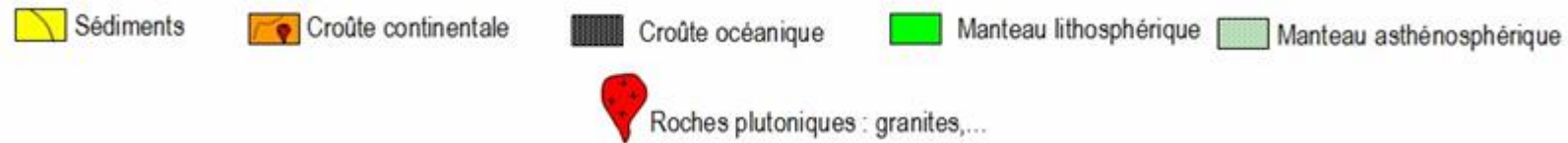
On a :

- une racine crustale associé aux jeunes reliefs
- une profondeur normale du moho pour un massif ancien



# Activité 2: Recherche des processus de démantèlement et d'aplanissement des reliefs

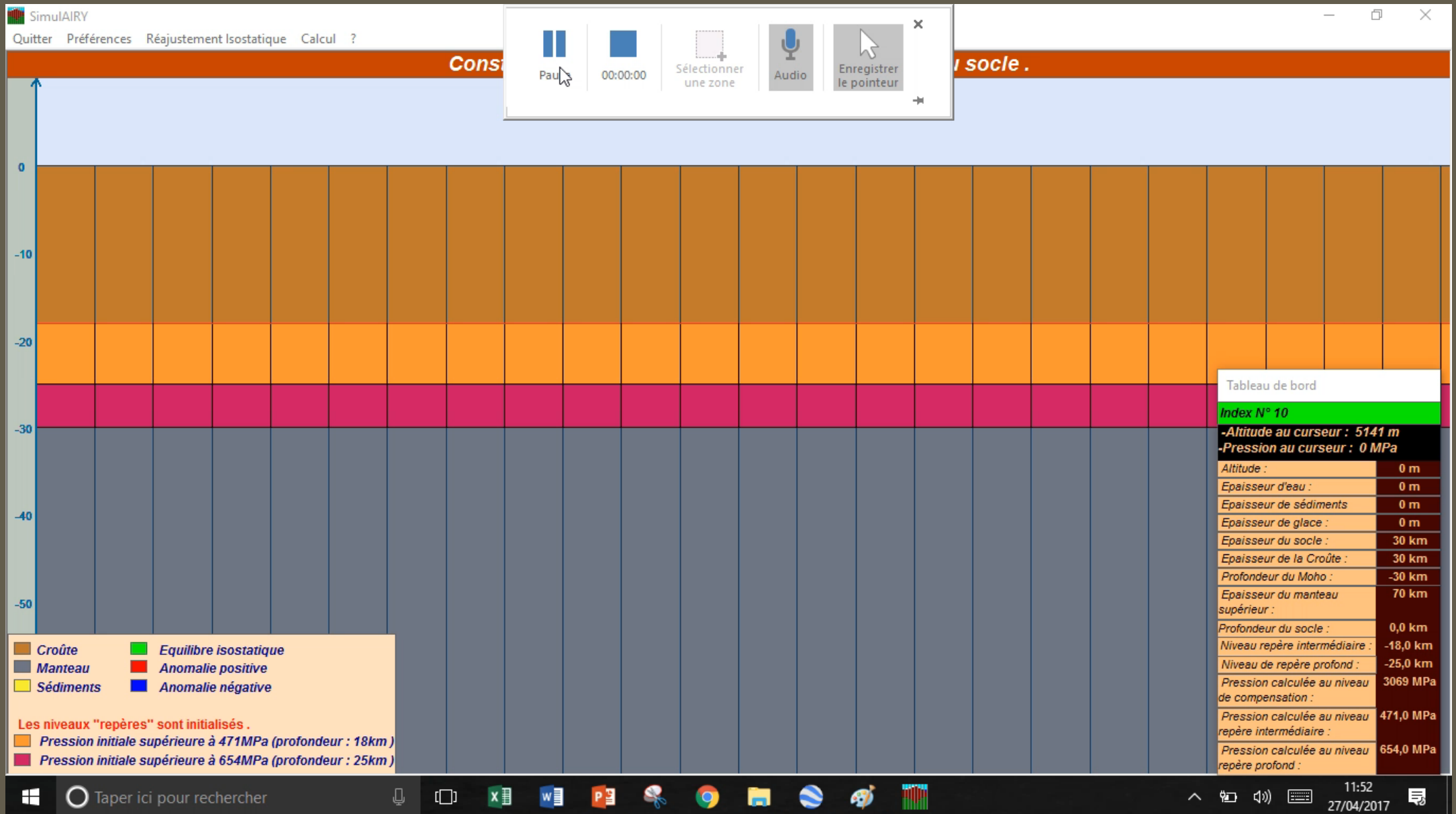
- Emets des hypothèses et leurs conséquences vérifiables sur les processus participant à la modification des reliefs.



## CORRECTION

- Hypothèse : érosion vers les fleuves et delta donc amincissement de la croûte donc réajustement isostatique
- Conséquences : Observation en aval des produits de démantèlement, observation d'un flux sédimentaire dans les fleuves et les deltas proportionnel aux facteurs d'érosion, remontée et diminution de la racine, apparition à l'affleurement de roches profondes, reliefs plus faibles,

# - Visualise la modélisation avec le logiciel AIRY puis retrouve une conséquence vérifiable de ta précédente hypothèse



## Activité 3: Identification et mesure des roches présentes à l'affleurement

- On veut vérifier la dernière conséquence vérifiable ( celle issue du logiciel AIRY)
- **Affiche** dans le KMZ « Montagnes jeunes et anciennes » la carte géologique 1/10<sup>6</sup> et sa notice pour obtenir le nom, l'origine et l'âge des roches les plus abondantes qui affleurent dans ces deux chaînes de montagnes (Alpes et Massif armoricain, voir photos capturées pour une visualisation de l'étendue des massifs).
- A l'aide du logiciel MESURIM, **mesure les surfaces** occupées par ces roches les plus abondantes par rapport aux roches sédimentaires, pour chacune des chaînes de montagne. Note les valeurs en km<sup>2</sup>. Remarque : *création d'une échelle indispensable ( voir fiche technique Mesurim)*
- **Communique** tes résultats dans le tableau de la diapositive suivante
- **Conclue** sur les conséquences de l'isostasie au niveau de l'érosion des reliefs

# Comparaison des caractéristiques de deux massifs ( jeune et ancien)

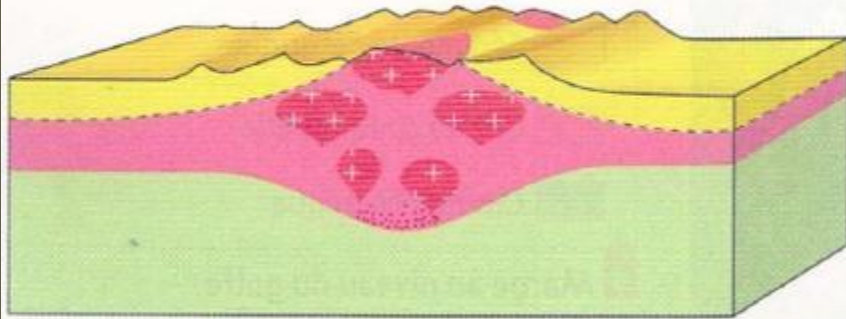
Caractéristiques	Montagne	Alpes	Massif armoricain
Age du début de la collision		Quelques 10aine de Ma	Quelques 100 aine de Ma
Relief			
Racine crustale			
Proportion des roches à l'affleurement ( mettre en KM2 puis calculer en % total)		Granodiorite, granite et gneiss:  Ophiolite:  Roches sédimentaires :  Total =  On a .....	Granodiorite, granite et gneiss:  Ophiolite :  Roches sédimentaires:  Total=  On a .....  ....

# CORRECTION: LES CARACTÉRISTIQUES DE DEUX MASSIFS JEUNE ET ANCIEN

Caractéristiques	Montagne Alpes	Massif armoricain
Age du début de la collision	Quelques 10aine de Ma	Quelques 100 aine de Ma
Relief	Elevé	Faible
Racine crustale	Profonde jusqu'à 46Km par endroit	Aucune
Proportion des roches à l'affleurement	<p>Granodiorite, granite et gneiss: 3000km<sup>2</sup> ( 10%)</p> <p>Ophiolite 1000Km<sup>2</sup>( 3,4%)</p> <p>Roches sédimentaires :25000 Km<sup>2</sup> (86%)</p> <p>Total = 29000 Km<sup>2</sup></p> <p><b>On a un plus grande proportion de roches sédimentaires et ophiolites par rapport au massif armoricain</b></p>	<p>Granodiorite, granite et gneiss: 6130Km<sup>2</sup>( 26,7%)</p> <p>Ophiolite :500 KM<sup>2</sup>(2,3%)</p> <p>Roches sédimentaires: 15000 Km<sup>2</sup> (71%)</p> <p>Total= 21130 Km<sup>2</sup></p> <p><b>On a une plus grosse proportion de roches type granitoïdes et roches métamorphiques ( gneiss) que dans le massif jeune</b></p>

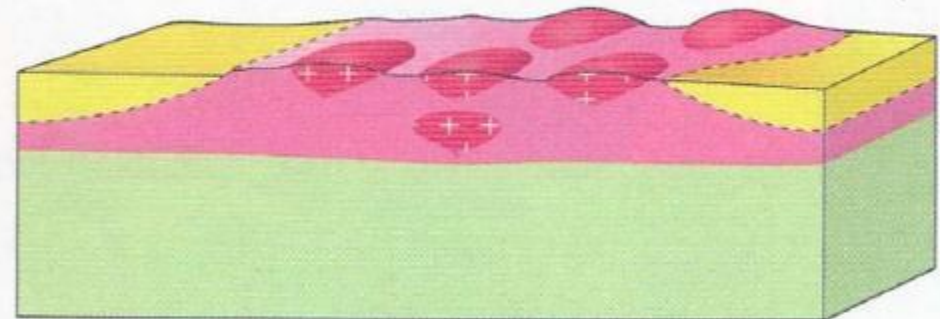
# BILAN SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES MONTAGNES JEUNES ET ANCIENNES

Chaîne récente





**Chaîne récente** : les roches sédimentaires sont importantes, les roches formées en profondeur commencent à affleurer. La racine crustale est profonde.

Chaîne ancienne



**Chaîne ancienne** : les roches sédimentaires sont érodées, les roches formées en profondeur, granite et gneiss, affleurent.

 Roches sédimentaires

 Roches métamorphiques

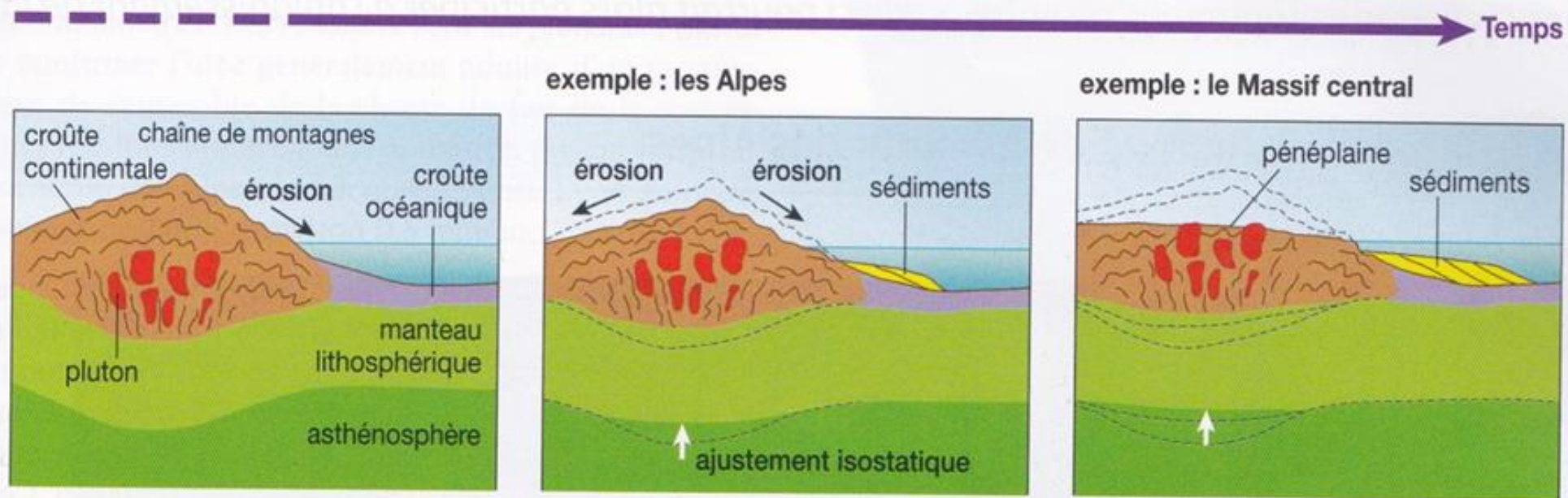
 Roches granitiques

 Manteau supérieur

Le rééquilibrage isostatique par rapport à l'érosion se fait dans une proportion de 4/5, c'est-à-dire que, pour 5 m d'érosion, il y a une remontée de 4 m (ou 800 m de rebond pour 1 km d'érosion).

Le taux initial d'érosion de la chaîne est évalué à 1 mètre par 1 000 ans (soit  $1\,000\text{ m}\cdot\text{Ma}^{-1}$ ), ce qui donne un

taux net d'abaissement de la chaîne de  $200\text{ m}\cdot\text{Ma}^{-1}$ . Le *modèle global présenté ci-dessous* montre comment des roches plutoniques, formées à la base de la croûte continentale épaissie par la collision, affleurent en surface quelques millions d'années plus tard.



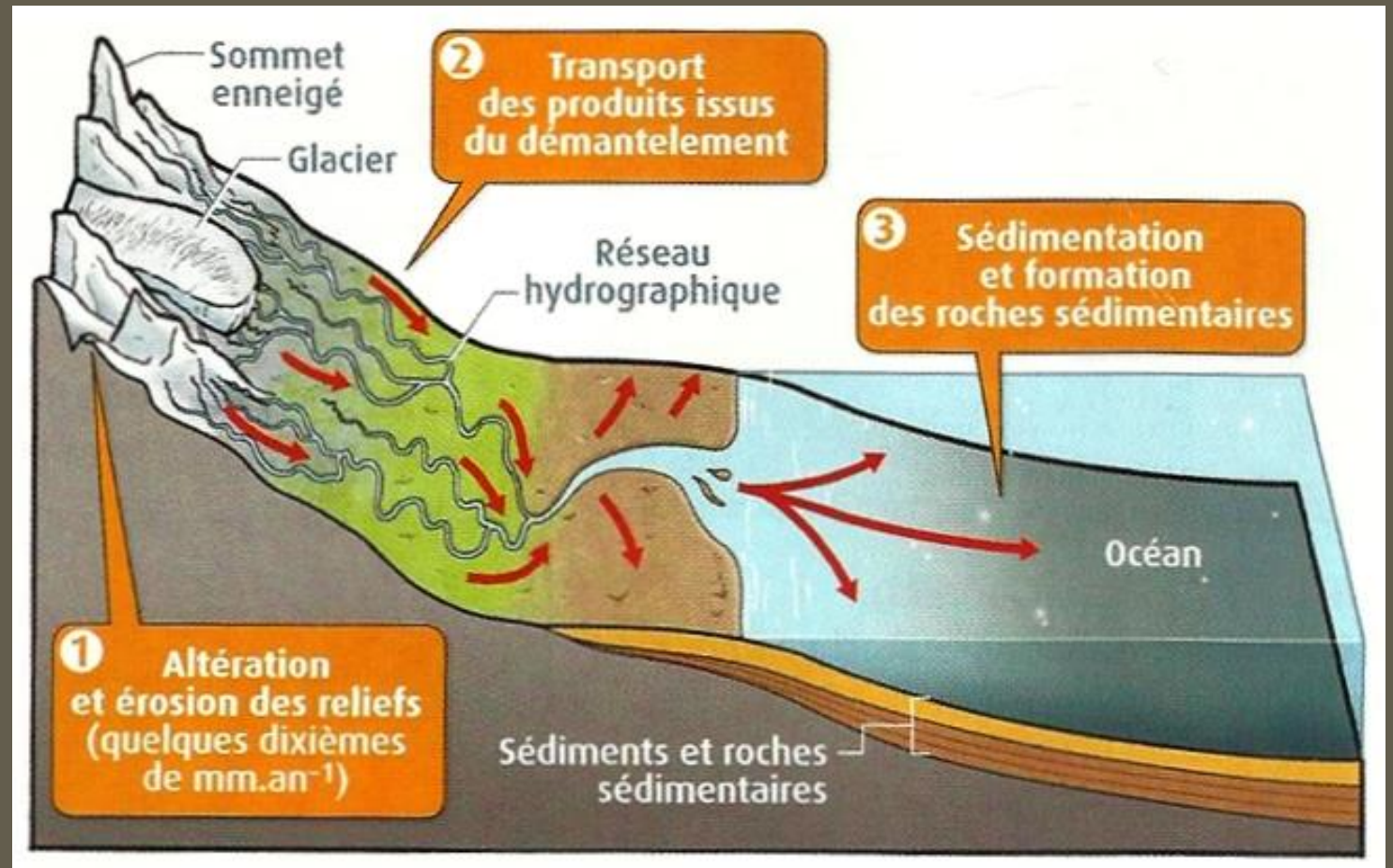
**Doc. 3** Un modèle de remontée de roches plutoniques liée à l'isostasie.

## II) L'EFFACEMENT DES RELIEFS

### I- Erosion et altération

L'altération correspond à l'action physique ou chimique de l'eau localement sur la roche.

L'érosion correspond à tous les mécanismes qui enlèvent et déplacent superficiellement des particules des roches, modifient les reliefs.



## 1 Érosion des hautes montagnes

► En haute altitude, les reliefs sont soumis à une intense **érosion**. Sous l'action du gel et du dégel dans les **diaclasses**, la roche éclate et forme des éboulis qui sont entraînés par les glaciers et les eaux de ruissellement.



**Face ouest des Drus (3 764 m)**, sommets granitiques du massif du Mont Blanc. Un éboulement a eu lieu en 2005 et a mis à nu la zone en gris clair au centre de l'aiguille.

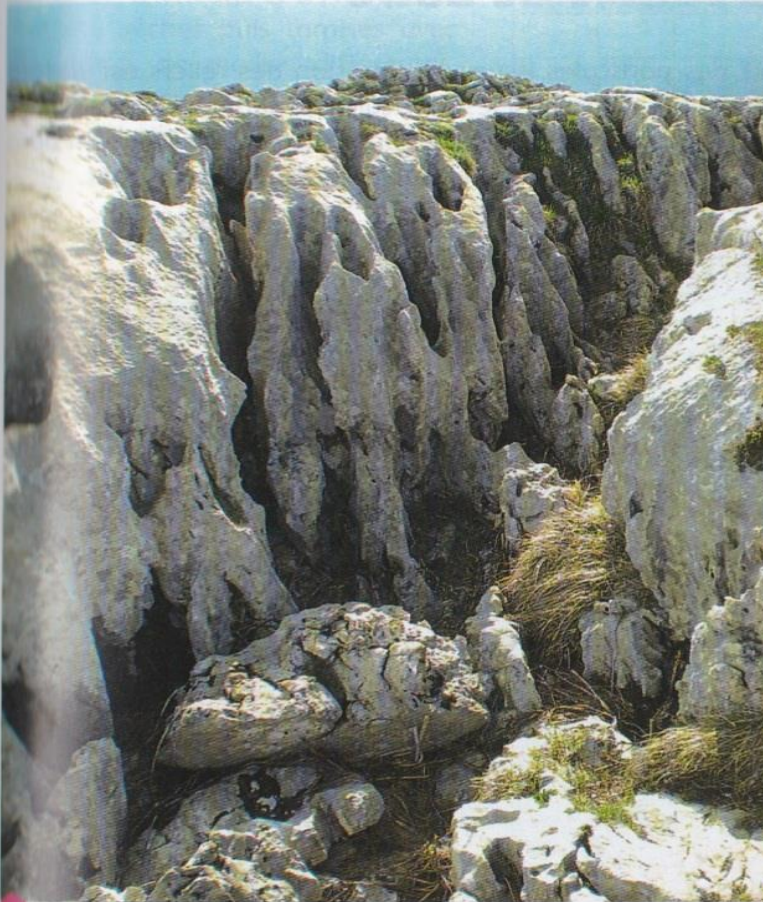
Les reliefs disparaissent par enlèvement de matériaux qui s'éboulent de la roche éclatée.

Origine:

- Les végétaux, des changements de températures brusques entre la nuit et le jour...
  - La pente ( gravité)
  - L'eau agit par le gel et le dégel
- => **Altération physique**

□ Pour les roches calcaires:  
 Altération par dissolution des carbonates (équation)  
 L'eau chargée en CO<sub>2</sub> (pluie acide) dissout les roches calcaires et met en solution une partie des éléments de la roche, on obtient des paysages karstiques ou la roche est creusée profondément

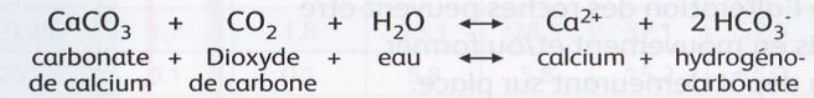
## 2 Altération d'une roche calcaire



**a** Karst dans le massif de la Chartreuse.

► L'eau de pluie, chargée de gaz carbonique s'écoule dans les failles ou fissures du massif de calcaire. Sous l'effet de l'**altération** chimique de la roche, les fissures s'élargissent et forment des paysages typiques de type karstique.

► Équation bilan des réactions chimiques responsables de la dissolution des carbonates :



	Eau de pluie (valeurs moyennes)	Eau circulant dans le calcaire
Ca <sup>2+</sup>	1,4	65
Mg <sup>2+</sup>	0,3	3,4
K <sup>+</sup>	0,3	0,3
Na <sup>+</sup>	1,9	1,3
Cl <sup>-</sup>	3,1	1,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	traces	199
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,1	9

**b** Tableau comparatif de la composition chimique d'une eau de pluie et d'une eau ayant circulé dans des calcaires (valeurs en mg.L<sup>-1</sup>).

=> altération chimique

□ Pour les roches type granite

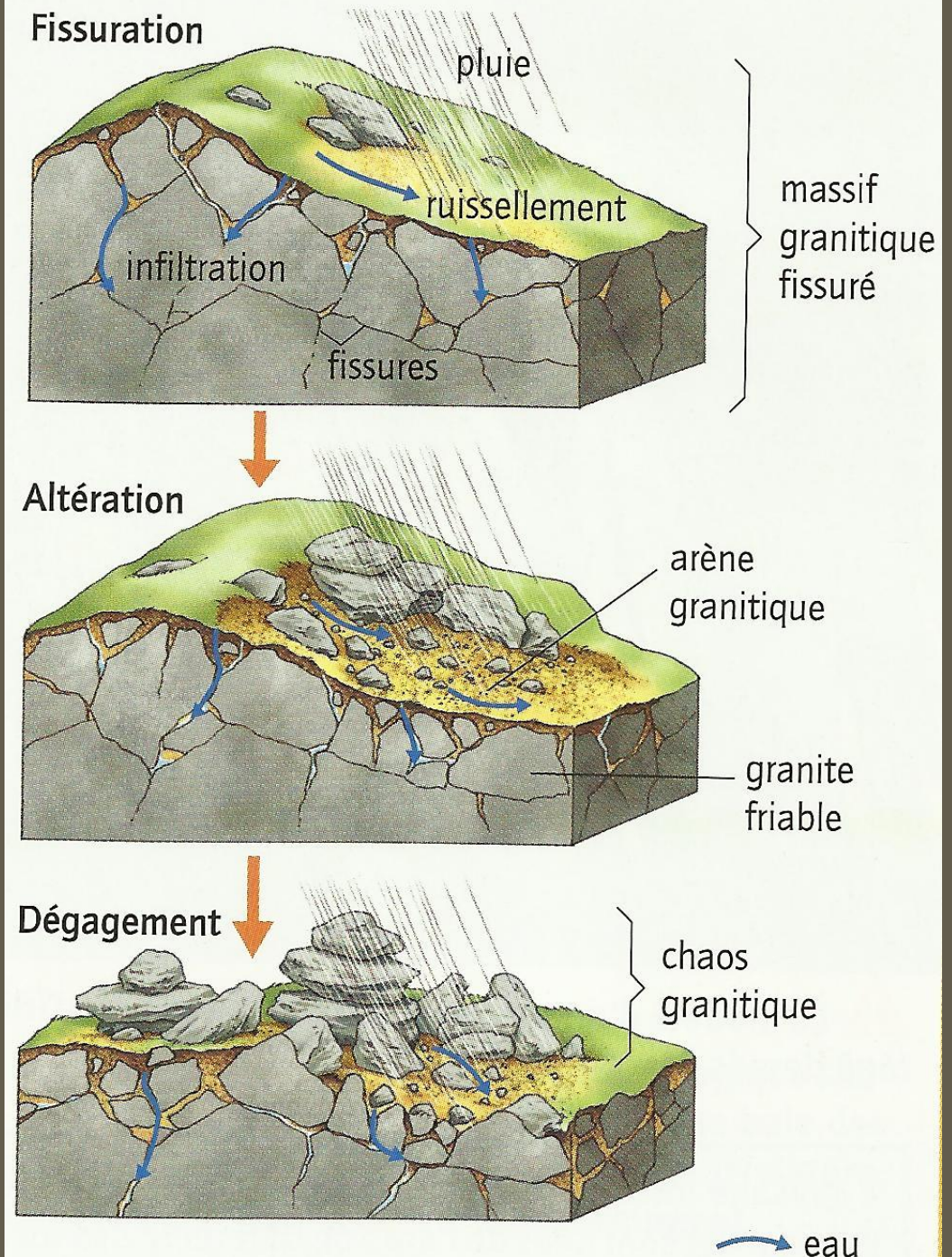
L'altération se fait par l'eau (Hydrolyse).

On a modification des minéraux type micas et feldspath => minéraux argileux, la roche devient plus fragile, plus meuble (arène granitique)

Ainsi la roche se désagrège et les reliefs granitiques sont érodés, des éléments sont emportés (solution de lessivage)

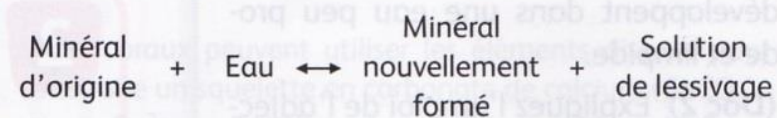
=> action chimique et physique

**Donc** avec l'érosion, les éléments qui restent sont modifiés et beaucoup sont transportés.



Le granite du Forez s'est formé il y a environ 400 Ma au cœur du Massif Central. Au contact de la pluie, du gel, et des êtres vivants, la roche s'altère ; elle se fragmente puis finit par se désagréger en arène granitique : sable très grossier, hétérogène, constitué de fragments de granite, de grains de quartz, de cristaux de feldspaths altérés, d'argiles, et d'oxydes de fer.

La principale réaction chimique d'altération des roches est l'hydrolyse, dont le bilan s'écrit :



Photographie : Pierre Thomas



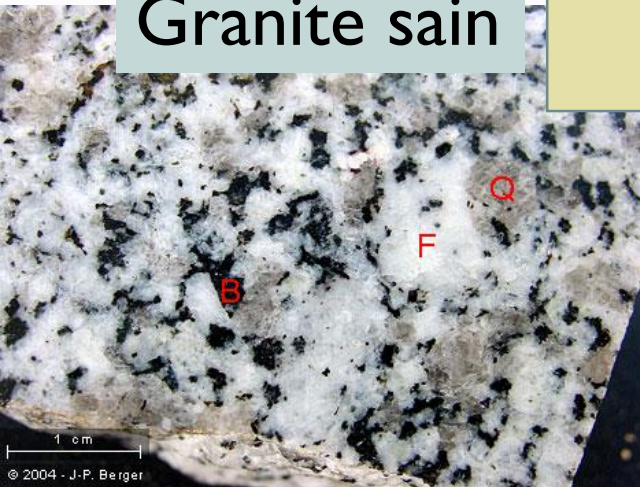
**b** Arène granitique.



**c** Lame mince de granite altéré (LPA).

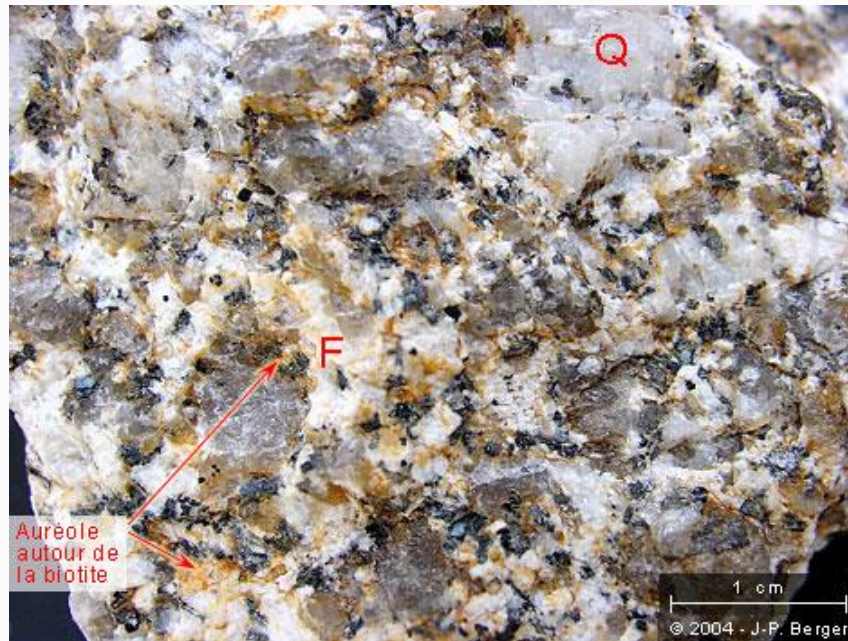
# BILAN : ALTÉRATION DU GRANITE

**Granite sain**



Auréoles couleur rouille autour de la biotite  
Feldspaths sont ternes, une très fine pellicule poudreuse recouvre l'échantillon qui est friable.

Altération physique et chimique des minéraux avec l'eau



**Granite altéré**

**Arène**



argile (A), de feldspath altéré (F), de quartz intact (Q) et de petits fragments de granite pourri (G). Plus de biotite.

Sables (dunes , plages, fleuves)  
Argiles (marécages, deltas...)

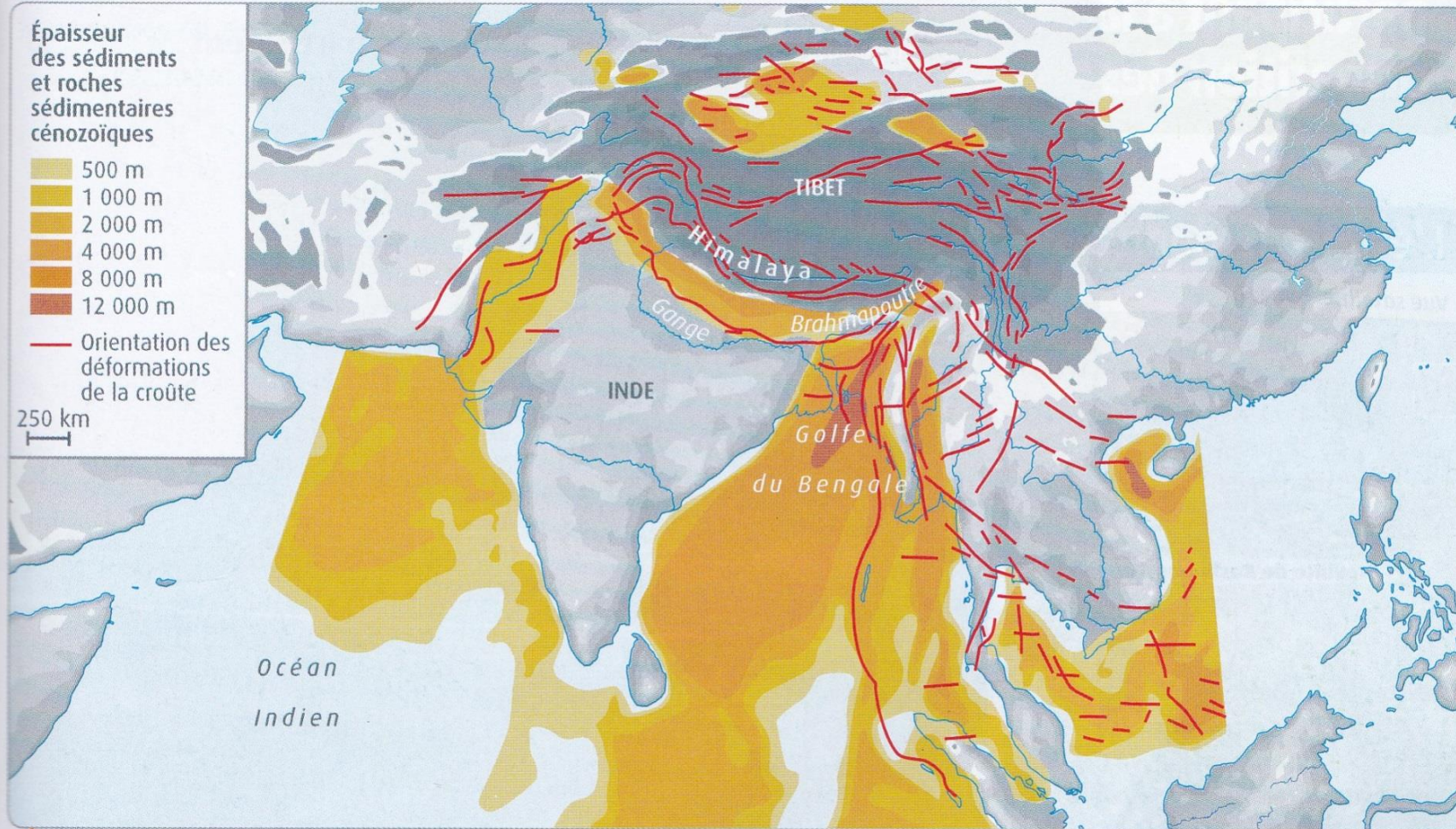
Erosion= Transport des matériaux

Particules solides  
+  
ions solubles

## 2-Transport et sédimentation

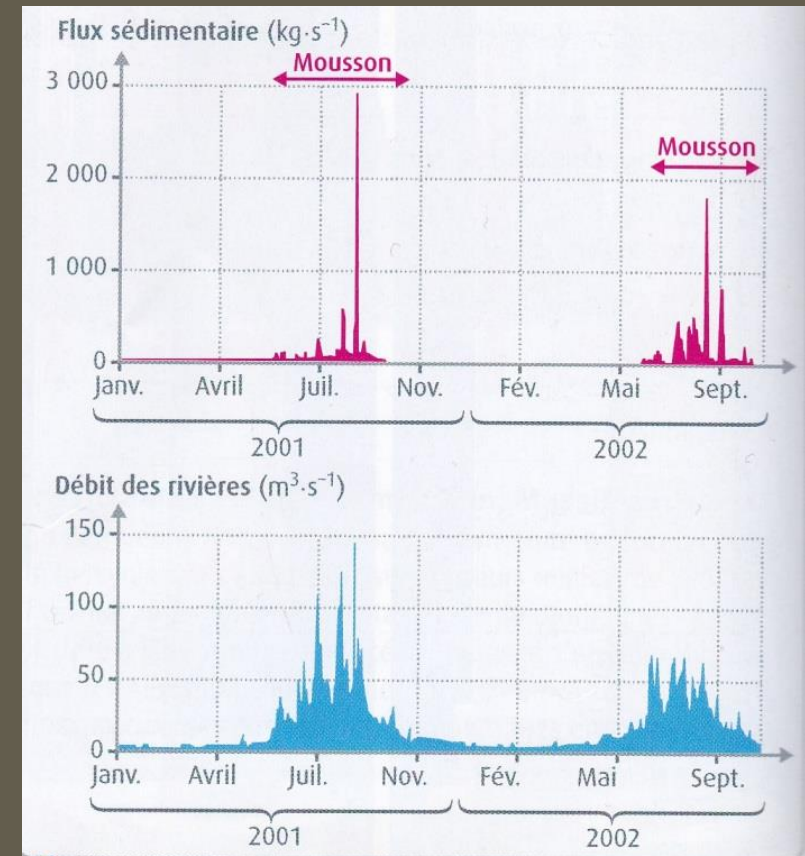
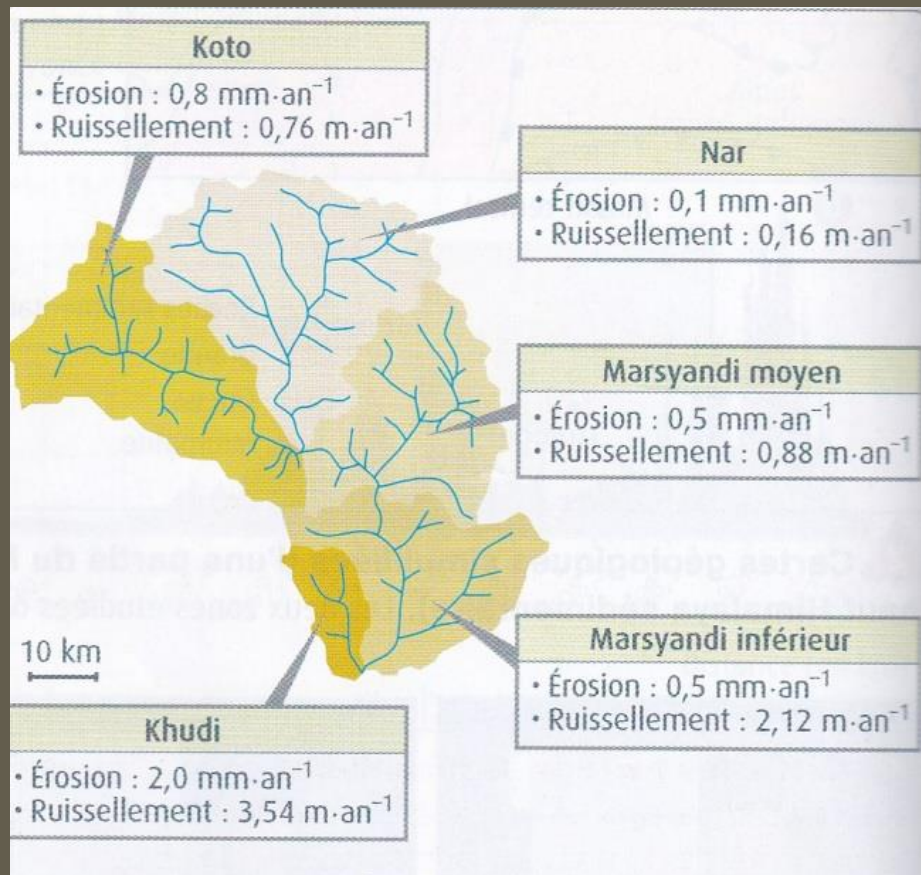
### Le devenir des produits du démantèlement de l'Himalaya-Tibet

PISTE



#### 4 Carte des bassins sédimentaires cénozoïques (de - 65 Ma à l'actuel) associés à l'Himalaya-Tibet.

Les sédiments transportés par le réseau hydrographique s'accumulent dans ces bassins. Après consolidation, ils forment des **roches sédimentaires détritiques**. Les ions transportés par le réseau hydrographique précipitent sous forme de carbonates (essentiellement de calcium et de magnésium), formant d'autres types de roches sédimentaires (calcaires).



**3 Étude quantitative de l'érosion des reliefs de la province de Khudi.** La province a été découpée en cinq zones. Dans chacune d'elle, la vitesse d'érosion et le taux de ruissellement (quantité d'eau ruisselant annuellement sur l'ensemble de la zone considérée) ont été quantifiés. Dans la zone de Khudi, des mesures du débit des rivières et du flux de sédiments qu'elles transportent ont été faites pendant deux ans.

## Le Tibet

- Plus le ruissèlement est grand plus l'érosion est intense( ruissèlement = eau qui s'évacue en surface )
- Plus les débits des rivières est fort plus le flux sédimentaire résultant de l'érosion est intense en (période de mousson).

Bilan:

Les paysages évoluent notamment sous l'action de l'eau: c'est l'érosion

**Les produits** issus du démantèlement des montagnes sont des **débris solides** ( sédiments ) et **des ions** dissous ( altération chimique principalement par l'hydrolyse)

Ils sont transportés par le réseau hydrographique dans des bassins sédimentaires continentaux ou océaniques associés aux chaînes de montagnes.

La roche qui reste se voit modifiée au niveau des minéraux : pour le granite les minéraux de la famille des silicates( feldspaths et micas ) sont altérés en argiles , des ions sont mis en solution et selon leur nature plus ou moins solubles vont précipiter ou être transporté jusqu'aux océans.

Les sédiments ( fraction solide) se déposent aussi et forment **des roches sédimentaires détritiques**.

**Les ions qui précipitent forment des roches sédimentaires différentes ( calcaires).**

Ce processus débute dès la formation de la chaîne.

On estime la vitesse d'érosion à quelques dixièmes de millimètres par an.

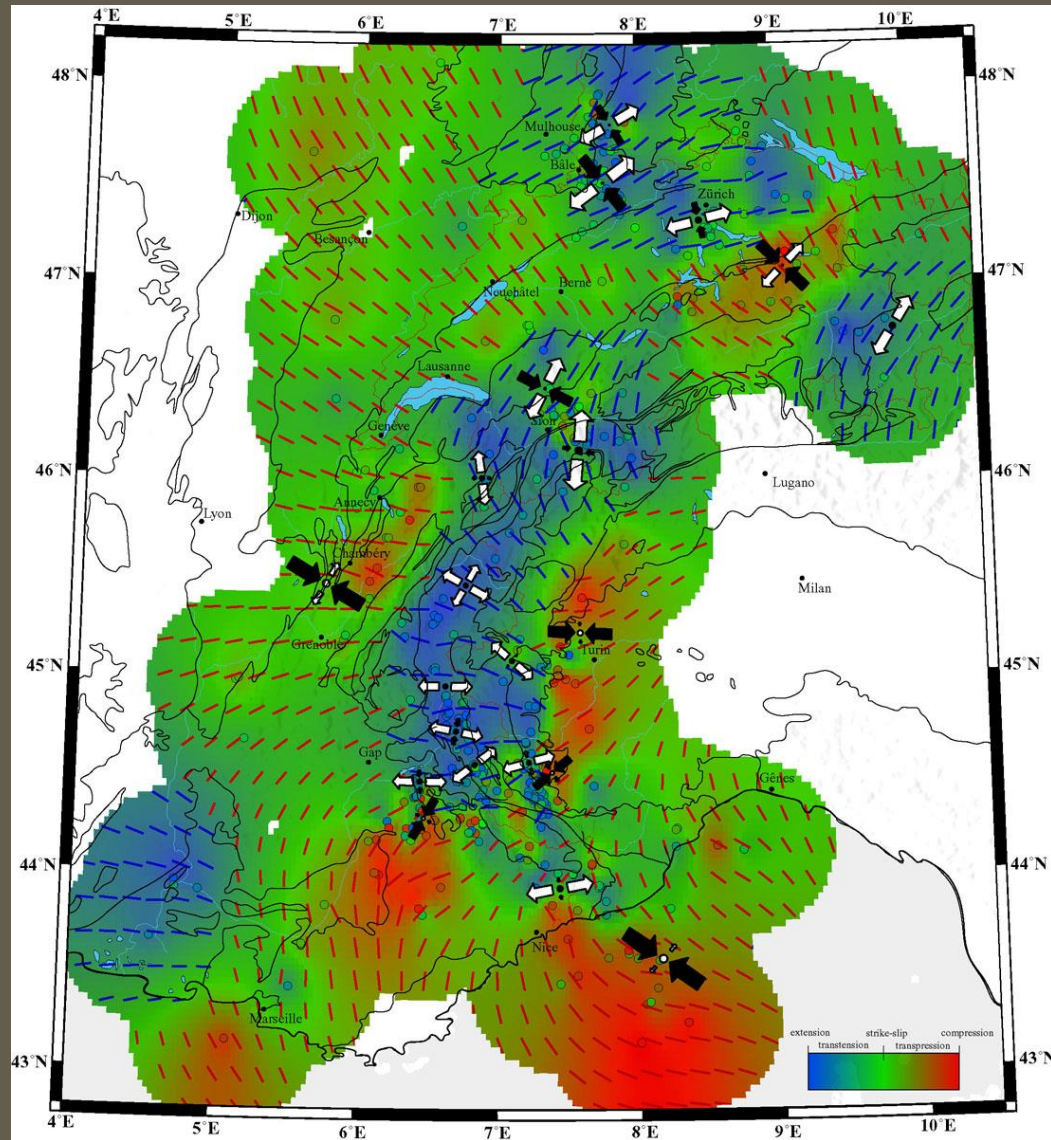
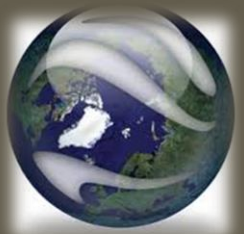
**Les géologues définissent la charge sédimentaire d'un fleuve à partir de la quantité de matériaux en suspension ou dissous qu'il contient.**

**Le flux sédimentaire correspond, lui à la quantité de sédiments déposés dans un bassin en fonction du temps**

Ces phénomènes n'expliquent que partiellement la disparition des reliefs, il existe d'autres phénomènes

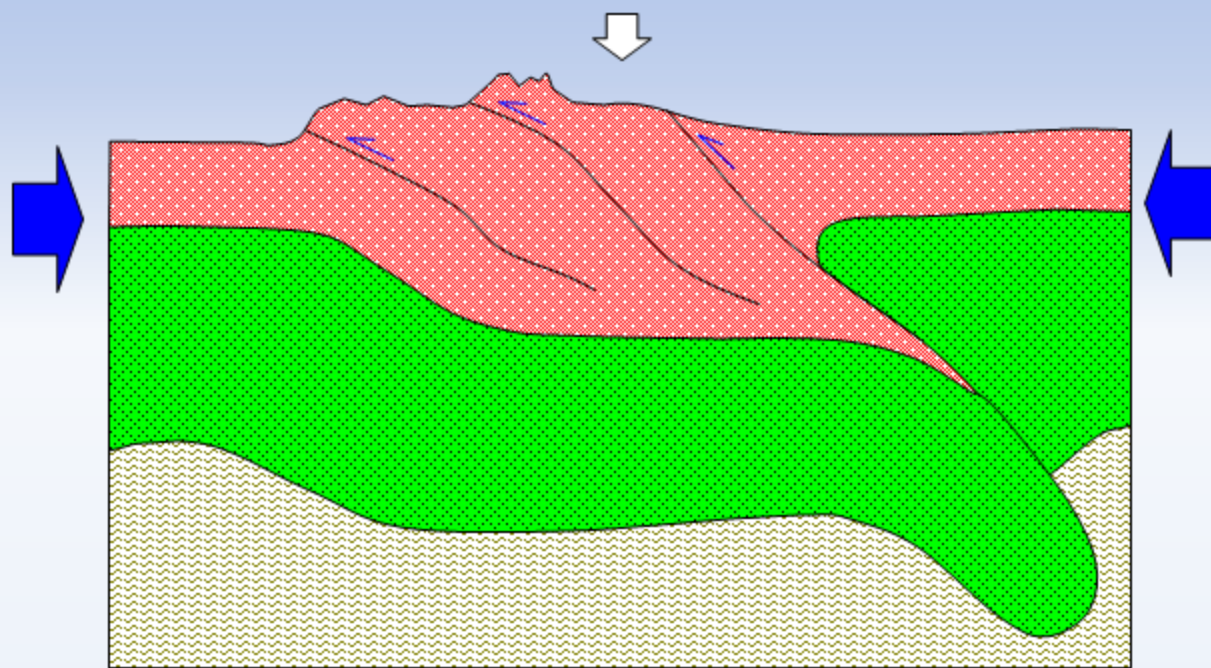
# 3- Phénomènes tectoniques

Voir GE Erosion des reliefs ,  
3 »La tectonique »



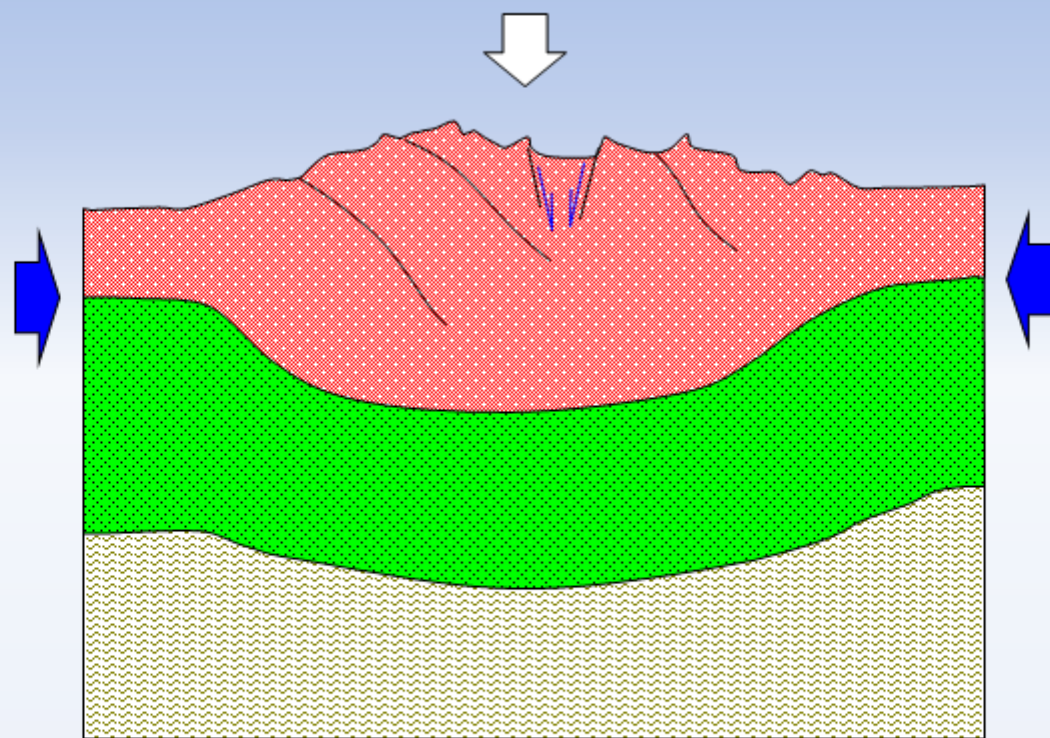
Au niveau des chaînes récentes ,on observe des zones en extension, des failles normales caractéristiques de mouvements divergents.

**Comment expliquez ces déformations?**



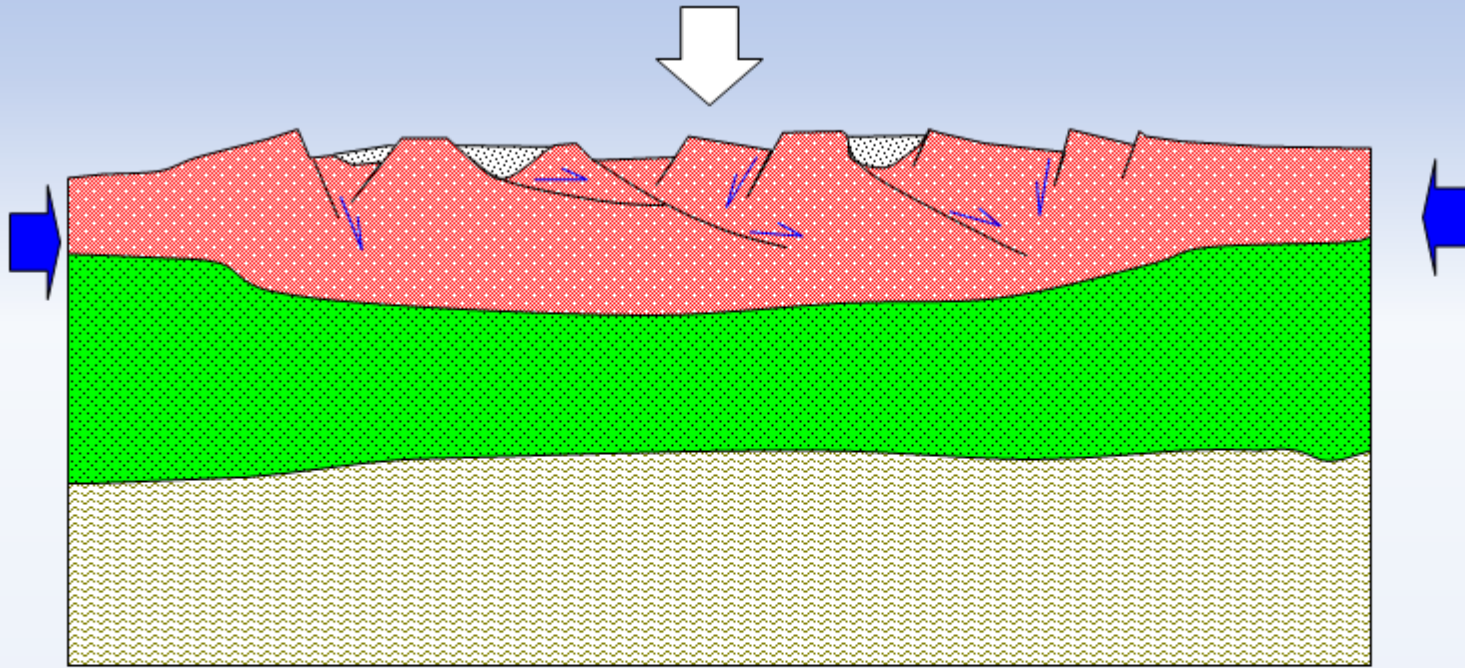
$$F_g < F_t$$

Épaississement crustal, phase active de collision, compression latérale, charriages, épaississement de la croûte et de la lithosphère.



$$F_g = F_t$$

Epaississement crustal  
maximum – cœur de la  
chaîne en extension



$$F_g > F_t$$

Fin du processus de convergence, compression réduite, étalement gravitaire non contrarié, effondrement, fluage dans la croûte inférieure, amincissement, dislocation dans la croûte supérieure cassante (failles, bassins et fossés d'effondrement)

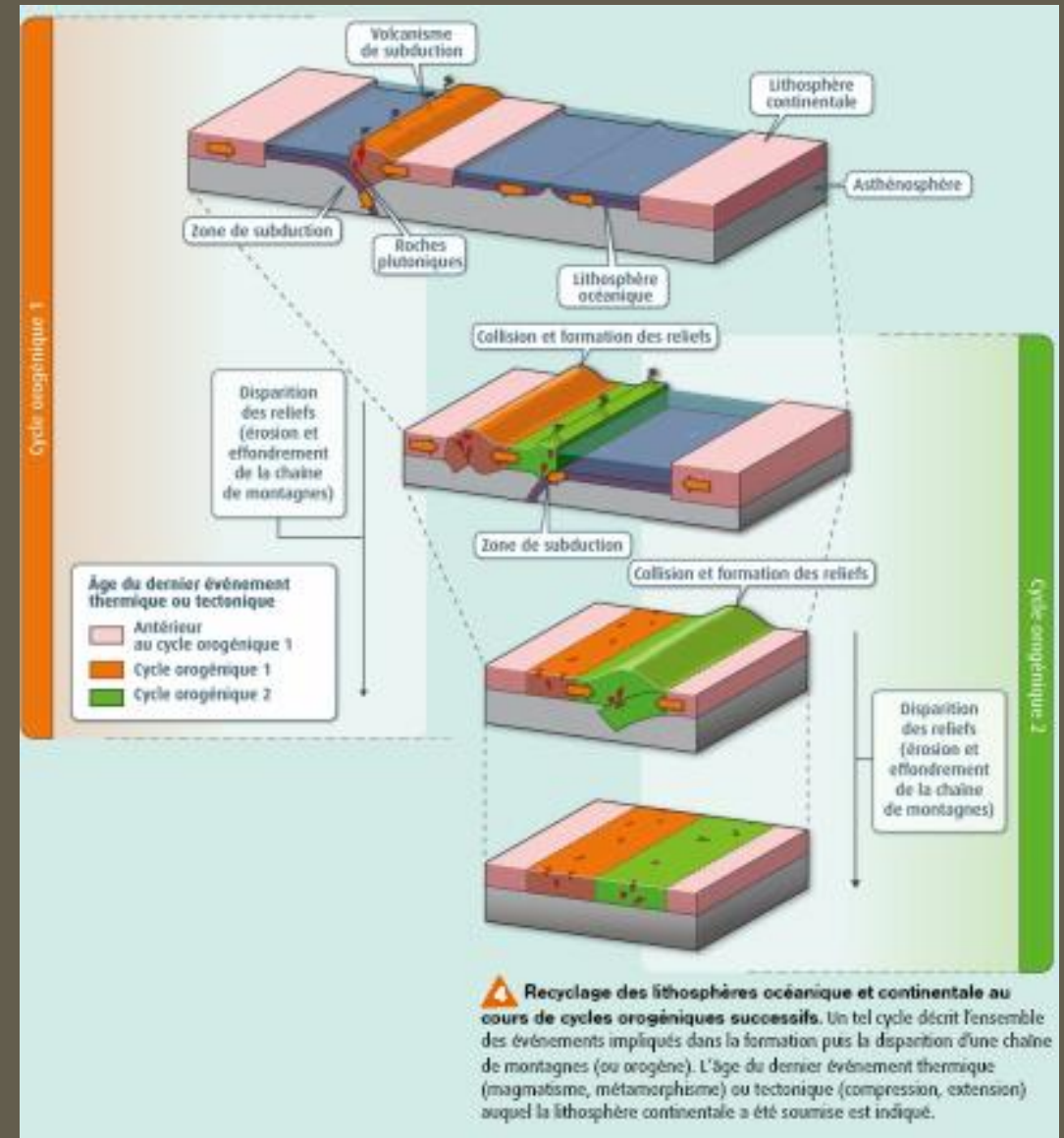
## JE RETIENS:

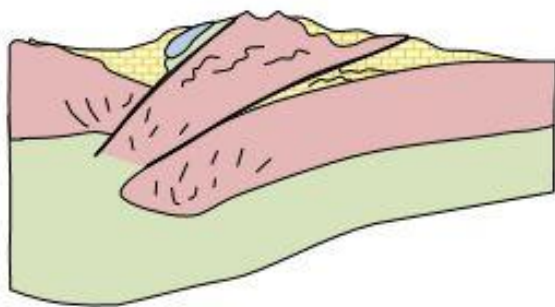
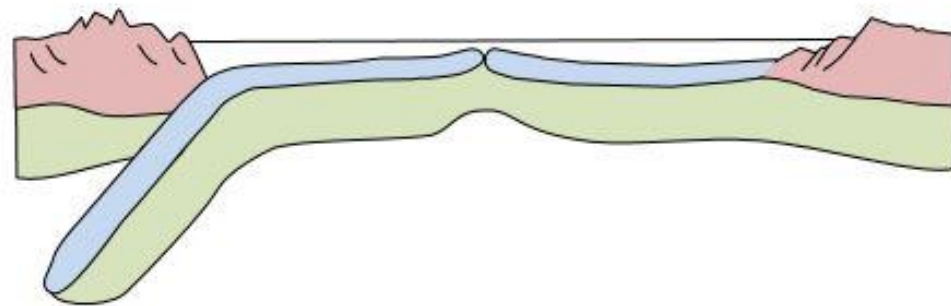
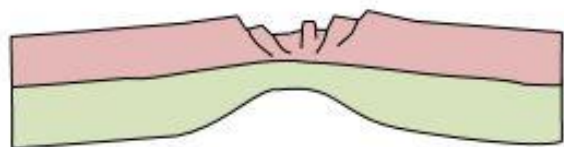
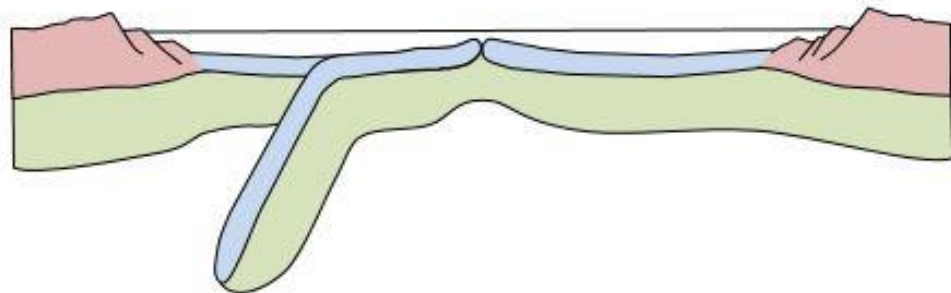
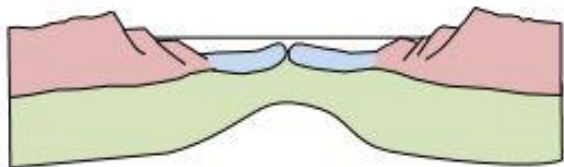
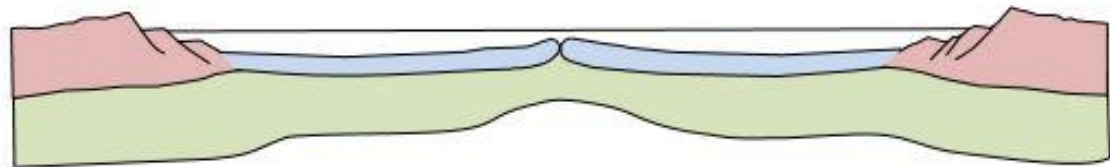
- Lorsque les mouvements de convergence et la poussée d'Archimède ne sont plus suffisants pour soutenir les reliefs, la croûte s'étire et s'amincit. En surface, plus froide et plus fragile, la croûte se casse; plus en profondeur, ramollie par des phénomènes thermiques, elle est plus plastique et s'amincit sans rupture. Ces déformations contribuent à l'amincissement des reliefs.

# III) LE RECYCLAGE DE LA CROUTE CONTINENTALE

Deux cycles orogéniques (Voir livre page 207)

Les roches de la lithosphère sont recyclées si elles disparaissent dans le manteau asthénosphérique ou si, après leur mise en place, elles sont affectées par des processus tectoniques, sédimentaires (érosion, sédimentation), magmatiques ou métamorphiques.





**Document :** Le recyclage de la lithosphère océanique et de la lithosphère continentale.

