

**ATTENTION : ENCADRE ROUGE = BILANS A SAVOIR ABSOLUMENT + VOCABULAIRE A MAITRISER EN ORANGE**

**Pb. Scientifique général du CHAP. 8 :**

***Quels processus entraînent la disparition des chaînes de montagne et que deviennent les produits de leur démantèlement ?***

**- CHAPITRE 8 - LA DISPARITION DES RELIEFS**

**Acquis à mobiliser :**

▪ **Revoir en 5<sup>ème</sup> :**

**Le modelé actuel du paysage résulte de l'action de l'eau sur les roches.**

- Les roches, constituant le sous-sol, subissent à la surface de la Terre une érosion dont l'eau est le principal agent.
- Les roches résistent plus ou moins à l'action de l'eau.
- Au cours de l'érosion des roches, des particules de différentes tailles peuvent s'accumuler sur place et participer à la formation d'un sol ou être entraînées par des agents de transport.

**Les roches sédimentaires sont des archives permettant de reconstituer des éléments de paysages anciens.**

- La sédimentation correspond essentiellement au dépôt de particules issues de l'érosion.
- Les sédiments, après transformations donnent des roches sédimentaires.
- Les roches sédimentaires peuvent contenir des fossiles : traces ou restes d'organismes ayant vécu dans le passé.
- Les observations faites dans les milieux actuels, transposées aux phénomènes du passé permettent de reconstituer certains éléments des paysages anciens.

**Introduction :**

**Les reliefs en surface du globe terrestre évoluent au cours du temps ce qui nous permet actuellement d'observer des chaînes de montagnes récentes et des chaînes de montagnes anciennes.**

***Pb. Quelles sont les principales différences entre chaînes de montagnes anciennes et récentes ?  
Comment évoluent ces caractéristiques ?***

**I- L'évolution des caractéristiques des chaînes de montagnes**

L'étude comparée de plusieurs chaînes de montagnes montre que **les caractéristiques de ces dernières évoluent au cours des temps géologiques.** (Doc. p. 200)

**• ACTIVITE 1 : LA TOPOGRAPHIE DES CHAINES DE MONTAGNES**

- **Objectif :** - Recenser, extraire et organiser des données de terrain entre autres lors d'une sortie. Exploiter des données cartographiques.

- **Les massifs anciens** (Massif Central, Massif Armoricaïn, Vosges) sont les vestiges d'anciennes chaînes de montagnes, dont les reliefs étaient comparables à ceux d'une chaîne récente.

**Ils se caractérisent par :**

- un relief et une racine crustale réduits
- une forte proportion de roches plutoniques et métamorphiques à l'affleurement, c'est à dire de matériaux transformés et/ou formés en profondeur.

- **Les chaînes de montagnes récentes** (Alpes, Pyrénées) **se caractérisent par :**

- de hauts reliefs et une racine crustale profonde.
- Les roches visibles à l'affleurement sont surtout des roches sédimentaires et les roches formées et/ou transformées en profondeur sont peu présentes.

**BILAN**

Les chaînes de montagnes anciennes ont des reliefs **moins élevés** que les plus récentes. On y observe à l'affleurement **une plus forte proportion de matériaux transformés et/ou formés en profondeur.**

### **Pb. Comment peut-on évaluer quantitativement le processus d'érosion ?**

#### • **ACTIVITE 2 : QUANTIFIER LE PROCESSUS D'ÉROSION**

- **Objectifs :** - Utiliser des images ou des données satellites pour qualifier et éventuellement quantifier l'érosion d'un massif actuel (ordre de grandeur).
- Exploiter des données cartographiques.

#### • Une estimation de la vitesse d'érosion

L'estimation de la vitesse d'érosion d'une chaîne de montagne est **complexe**.

Elle peut se fonder sur une estimation de la masse des matériaux transportés puis déposés par tous les cours d'eau issus de cette chaîne de montagne.

Elle peut aussi être réalisée par thermochronologie. Cette technique consiste à estimer la vitesse de remontée vers la surface des roches profondes en se fondant sur des traces présentes dans certains minéraux qui sont dépendantes de la température de la roche. On peut, par exemple, déterminer à quelles époques un minéral a franchi l'isotherme 110 °C, puis l'isotherme 60 °C, lors de cette remontée.

En faisant une hypothèse sur le **gradient géothermique** de l'époque sous la chaîne de montagnes, on peut évaluer la distance verticale qui sépare ces deux isothermes. Et, si l'on suppose que l'altitude de la chaîne a peu changé

### **Pb. : Que deviennent les produits issus de l'érosion des reliefs ?**

## **II- La disparition progressive des reliefs**

Les roches subissent une **altération physique** et une **altération chimique**, puis sont déblayées par l'eau de ruissellement, les glaciers ou le vent. Ainsi, l'érosion enlève une quantité importante de roches aux chaînes de montagnes et modifie le relief.

### **A- Erosion et altération des roches**

#### • **ACTIVITE 3 : ÉROSION, ALTERATION ET DES ROCHES**

**Objectif :** - Comprendre les mécanismes à l'origine de l'altération et de l'érosion des roches

Tout relief à la surface de la Terre est soumis aux phénomènes **d'érosion et d'altération**, qui tendent à le démanteler. **L'érosion agit dès la formation des reliefs et jusqu'à leur disparition.**

- **Erosion** : ensemble des **phénomènes externes** qui **enlèvent tout ou une partie des terrains existants** et modifient le relief

- **Altération** : ensemble des **modifications physiques et chimiques d'une roche** sous l'action d'un agent naturel de surface comme l'eau.

**Différents agents** sont **responsables de l'altération mécanique** des roches : alternance gel-dégel (cryofracturation), la glace, les variations de température, les végétaux (doc1 p. 213).

Le **principal agent de l'altération chimique** est l'eau.

#### **Ex1 : Altération d'une roche calcaire.**

L'eau produit la solubilisation des calcaires sous l'action du CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau.



Il en résulte des paysages particuliers, associés aux régions calcaires (reliefs karstiques)

Les **hydrolyses** constituent les principales réactions d'altération et s'attaquent à la structure des minéraux.

Elles peuvent être totales lorsque le minéral est détruit en plus petits composés possibles (hydroxydes, ions) ou partielles lorsque la dégradation est incomplète et donne directement des composés argileux

**Ex2 : altération d'un granite** (doc. ci-contre) Au contact de l'eau, du gel, des êtres vivants, la roche se fragmente, puis finit par se désagréger en une **arène granitique** : sable grossier, hétérogène, constitué de fragments de granite, de grains de quartz, de cristaux de feldspaths et de micas altérés, d'argiles.

**Minéral primaire + Eau = Minéral secondaire (=minéral argileux) + solution de lessivage (ions)**

### • Une altération physique

Un certain nombre d'agents sont responsables de la désagrégation mécanique des roches et donc d'une modification du relief. Les principaux agents sont le gel, la glace, les variations de température et les végétaux.

Dans les régions où l'eau subit des phénomènes de gel - **dégel**, elle peut entraîner la fracturation des roches. En effet, en se solidifiant, l'eau augmente de volume d'environ 10 %. Ainsi, quand l'eau infiltrée dans les fissures d'une roche gèle, elle provoque l'éclatement de la roche (d'où l'expression « geler à pierre fendre »).

La pression et les frottements exercés sur les roches par le **déplacement des glaciers** peuvent les transformer en matériaux très fins (limons, poussières...) : on parle de « farine glaciaire ».

Les **variations brutales de température** (par exemple entre le jour et la nuit) peuvent entraîner la désagrégation d'une roche, surtout si celle-ci est composée de minéraux n'ayant pas le même **coefficient de dilatation**. Ce phénomène est particulièrement important en haute montagne et dans les déserts.

Enfin, les **racines des végétaux**, en se développant, agrandissent des fissures et contribuent à la désagrégation ces roches.

### • Une altération chimique

La principale réaction chimique responsable d'une altération est l'hydrolyse, c'est-à-dire la destruction des minéraux par l'eau. Dans le cas d'un granite soumis à l'action de l'eau, on constate des auréoles

d'altération autour des micas et des feldspaths. Ces minéraux appartiennent à la famille des silicates, c'est-à-dire qu'ils présentent une charpente formée par des molécules  $\text{SiO}_4$  entre lesquelles se trouvent différents cations ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ...). Sous l'action de l'eau, ces cations vont être mis en solution de façon plus ou moins importante. Ainsi, la structure du minéral est modifiée avec

formation de nouveaux minéraux et lessivage de certains ions.

Dans les différents cristaux, les ions ne réagissent pas tous de la même façon au cours du phénomène d'hydrolyse :

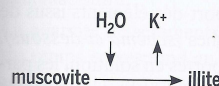
- certains **cations** sont **solubles** ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ...), ils peuvent être évacués vers les océans et constituer des calcaires, par exemple ;
- d'autres **cations** sont **insolubles** ( $\text{Al}^{3+}$ ...) et précipitent sous la forme d'hydroxydes (ils sont à l'origine de gisements métallifères, par exemple de bauxite) ;
- enfin, certains **anions** sont **solubles** ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ...) et peuvent être évacués vers les océans où ils réagiront avec ces cations solubles permettant ainsi la formation de carbonates, sulfates ou phosphates, par exemple.

#### B L'altération chimique

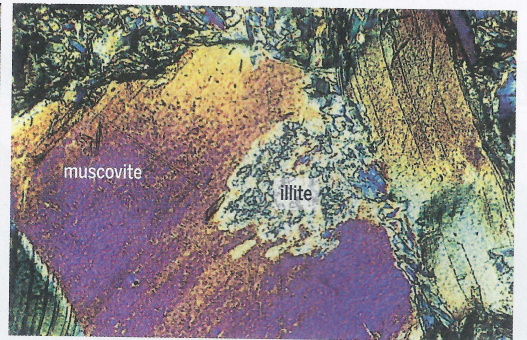
La principale réaction chimique responsable d'une altération est l'hydrolyse, c'est-à-dire la destruction des minéraux par l'eau. Dans le cas d'un granite soumis à l'action de l'eau, on constate des auréoles d'altération autour des micas et des feldspaths (*photographies*). Ces minéraux appartiennent à la famille des silicates, c'est-à-dire qu'ils

présentent une charpente formée par des molécules  $\text{SiO}_4$  entre lesquelles se trouvent différents cations ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ...). Sous l'action de l'eau, ces cations vont être mis en solution de façon plus ou moins importante. Ainsi, la structure du minéral est modifiée avec formation de nouveaux minéraux et d'ions pouvant être lessivés.

L'altération par hydrolyse de la muscovite (mica blanc présent dans le granite) entraîne la formation de l'illite, un minéral argileux, pouvant lui-même être altéré par la suite.



Granite altéré observé à l'œil nu



Lame mince d'un granite altéré observée au microscope en lumière polarisée analysée

#### Doc. 2 L'altération par le phénomène d'hydrolyse.

### BILAN

Les parties superficielles des reliefs tendent à disparaître.

**Altération** et **érosion** contribuent à l'effacement des reliefs. Les produits de l'érosion et de l'altération sont :

- Des débris de roches de taille variable, les sédiments.
- Des ions dissous dans l'eau.



**Pb. Scientifique : Comment sont transportés ces produits d'érosion ?**

**B- Transport et sédimentation des produits issus du démantèlement (doc. p. 203)**

Les **eaux en mouvement**, les torrents, les rivières **transportent les produits de l'altération et de l'érosion**, soit sous forme de **particules solides**, soit sous forme d'**ions solubles**.

- **ACTIVITE 4 : DEVENIR DES PRODUITS DU DEMANTELEMENT D'UNE CHAINE DE MONTAGNE**  
**Objectif :** - Utiliser des images ou des données satellites pour qualifier l'érosion d'un massif actuel  
- Exploiter des données cartographiques.

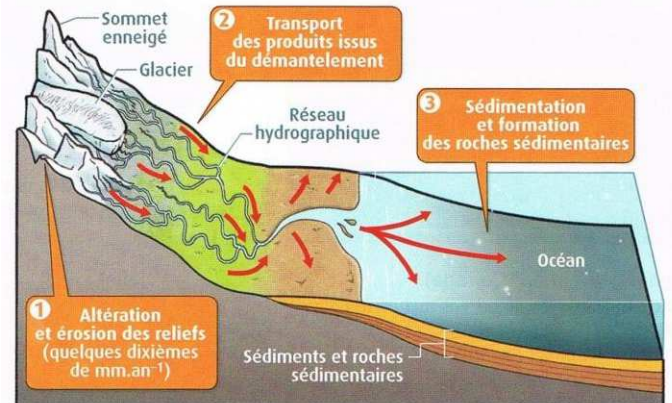
Les **produits de ce démantèlement** sont **transportés** par le **réseau hydrographique** et **déposés** dans les **bassins sédimentaires continentaux ou océaniques** en fonction de leur **taille** et de la **vitesse des courants**.

Les **sédiments s'y déposent (sédimentation)** et forment, après consolidation, des **roches sédimentaires détritiques** (ex, les grès).

Les **ions dissous y précipitent**, formant d'**autres roches sédimentaires (calcaires)**.

La quantité de sédiments déposés dans un bassin en fonction du temps correspond au **flux sédimentaire**.

En connaissant les surfaces continentales concernées par chaque bassin fluvial, une vitesse d'érosion totale par bassin peut être calculée.



Altération et érosion des reliefs.

**BILAN**

Les produits de démantèlement sont transportés sous forme **solide** ou **soluble**, le plus souvent par **l'eau**, jusqu'en des lieux plus ou moins éloignés où ils se déposent (**sédimentation**)

**Pb. Scientifique : Quels processus tectoniques participent à la disparition des reliefs ?**

**C- Intervention de phénomènes tectoniques**

- **ACTIVITE 5 : LES PHENOMENES TECTONIQUES ET LA DISPARITION DES RELIEFS**  
**Objectifs :** - Utiliser des images ou des données satellites pour évaluer l'influence des mouvements tectoniques  
- Exploiter des données de terrain

La mise à l'affleurement de roches formées en profondeur il y a des centaines de millions d'années n'est pas le seul fait de l'érosion. En effet, à mesure que l'érosion « allège » la chaîne de montagnes, la croûte continentale profonde remonte par **réajustement isostatique**. La baisse d'altitude engendrée par l'érosion est ainsi en grande partie compensée par la remontée isostatique. (doc. p. 205)

**L'érosion et la remontée concomitante des racines profondes ne permettent pas de faire disparaître une chaîne de montagnes en quelques dizaines de millions d'années, il faut faire appel à un autre mécanisme, l'extension.**

De **nombreux indices** sont **présents** dans la **zone interne des chaînes de montagnes récentes** (failles normales, données GPS).

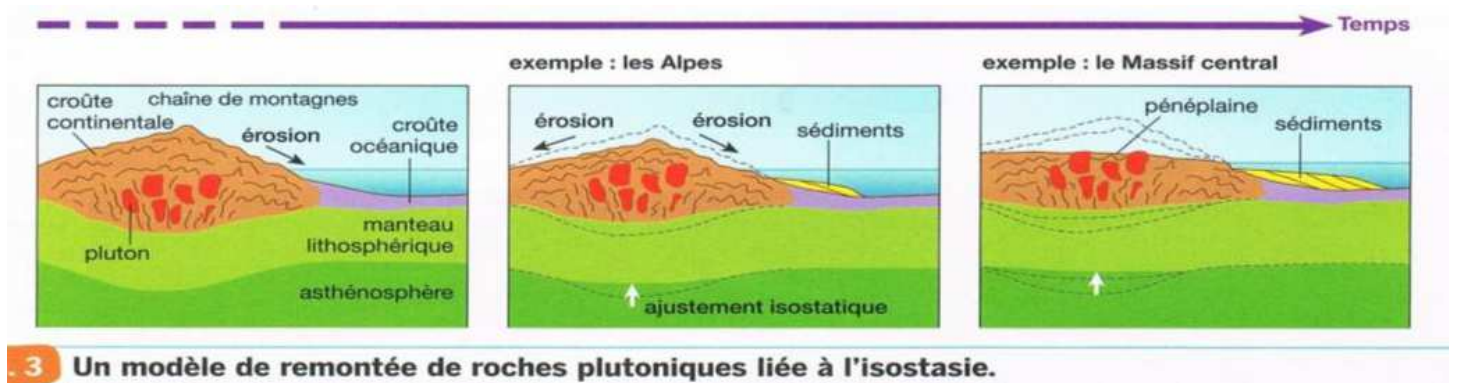
Lorsque les **mouvements de convergence** et la **poussée d'Archimède** ne sont plus suffisants pour soutenir les reliefs, la croûte s'étire et s'amincit.

**En surface**, plus **froide** et plus **fragile**, la **croûte se casse** : la **chaîne de montagnes a tendance à s'effondrer** dans sa **région centrale** par le **jeu de nombreuses failles normales**.

**Plus en profondeur**, ramollie par des **phénomènes thermiques**, la **croûte est plus plastique** et s'amincit sans rupture.

**BILAN**

Ces **phénomènes tectoniques** participent aussi à la disparition des reliefs.



**Pb. :** Comment la lithosphère continentale a-t-elle pu conserver les roches les plus anciennes de la Terre ?

### III- Le recyclage de la lithosphère continentale

L'âge des roches les plus anciennes de la lithosphère océanique n'excède pas 200 Ma, tandis que la lithosphère continentale comprend les roches les plus anciennes de la Terre, âgées de plus de 4 Ga.

#### • ACTIVITE 6 : LE RECYCLAGE DE LA LITHOSPHERE CONTINENTALE

**Objectif :** - Expliquer comment les roches les plus anciennes de la lithosphère ont pu être conservées.

**BILAN** - L'ensemble de ces phénomènes débute **dès la naissance du relief** et constitue un **vaste recyclage** de la croûte continentale.

#### SCHEMA-BILAN – La disparition des reliefs

