

Introduction

I. LES PROCESSUS MECANIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

I.1. Les actions de l'eau et de la température

1. Les fragmentations d'origine hydrique

1.1. Les facteurs de l'érosion hydrique

1.2. Les fragmentations d'origine hydrique

a. L'haloclastie

b. L'hydroclastie

2. Les fragmentations d'origine thermique

2.1. Le thermoclastie

2.2. Le cryoclastie

I.2. L'action des facteurs biologiques

II. LES PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

II.1. La dissolution des roches

II.2. Les altérations chimiques

II.2.1. Principales réactions chimiques impliquées dans l'altération

II.2.2. Les paramètres qui contrôlent l'altération chimique

II.2.3. Exemple: l'altération des roches magmatiques

III. LES PROCESSUS BIOCHIMIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

III.1. L'action des microorganismes

III.2. L'érosion anthropique

Introduction

Bien qu'ils soient en réalité très interactifs, les processus de météorisation se regroupent en deux principales catégories : mécanique et chimique.

Les principales formes d'érosion intervenant sont :

- **L'érosion mécanique** : Les forces physiques qui arrachent des morceaux de roches plus ou moins volumineux font intervenir la gravité, l'eau (écoulements liquides et glaciers), les températures (éclatements des roches dus au gel ou à la chaleur) et les vents.
- **L'érosion chimique** : Elle se manifeste par la dissolution et les altérations.

I. LES PROCESSUS MECANIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

Dans les processus mécaniques, des masses de roches se fragmentent mais ne subissent aucune modification minérale profonde.

I.1. Les actions de l'eau et de la température

1. Les fragmentations d'origine hydrique

1.1. Les facteurs de l'érosion hydrique

Le taux et l'amplitude de l'érosion hydrique dépendent des facteurs suivants :

- L'intensité des précipitations et le ruissellement ;
- La susceptibilité des sols à l'érosion : le compactage réduit l'infiltration et augmente le ruissellement. La structure dégradée d'un sol augmente sa susceptibilité à l'érosion ;
- Le gradient et la longueur de la pente : Plus la pente est raide, plus l'eau érodera le sol. L'érosion hydrique augmente aussi avec la longueur de la pente à cause de l'augmentation du ruissellement ;
- La végétation : L'érosion augmente lorsque le sol n'a qu'un faible couvert végétal ;
- Les opérations culturales ont un effet sur les risques d'érosion (profondeur, direction et période des labours, le type d'équipement utilisé, etc.).

1.2. Les fragmentations d'origine hydrique

a. L'haloclastie

L'haloclastie, ou le gonflement et l'expansion thermique des cristaux de sels dans la roche et dans les interstices du sol, contribue probablement à la météorisation.

L'existence de diaclases, les plans de schistosité ou de sédimentation, les microfissures fréquentes dans les calcaires et les micro-interstices entre les grains des roches cristallines.

L'haloclastie est la fragmentation due à la cristallisation de sels. Lorsque l'eau, suffisamment riche en sels dissous, pénètre dans les cavités des roches puis s'y évapore, les sels y cristallisent à la manière de la glace.

Ce processus de météorisation est particulièrement efficace dans les zones côtières ainsi que dans les déserts (milieux très riches en sels).

Les solutions salines pénètrent dans la roche via les fissures, les diaclases et surtout le réseau de pores, lorsqu'il y a évaporation de cette eau, les sels cristallisent. Les cristaux de sel exercent alors une pression importante sur les parois des pores pouvant entraîner une rupture des cloisons rocheuse. Une répétition de ce cycle entraîne une rupture mécanique de la roche, grain à grain, ou par plaque millimétriques.

Quelques modèles particuliers sont associés à ce processus : taffoni



Haloclastie (cristallisation de sel) d'une croûte calcaire en milieu évaporitique.

b. L'hydroclastie :

C'est une fragmentation provoquée par les variations importantes de la teneur en eau dans les roches. Ce mécanisme ne peut fonctionner qu'en présence d'argiles, car celles-ci varient de volume en fonction de leur teneur en eau. On parle, dans ce cas, des limites d'Atterberg (plasticité, liquidité).



L'hydroclastie (alternant dissection/ humectation)

Une argile qui se dessèche se traduit par la formation de fentes de retrait qui, en période pluvieuse, favorisent l'infiltration des eaux. Le coefficient de rétraction varie d'ailleurs considérablement en fonction de la nature des argiles. Faible pour la kaolinite, il est très élevé pour les montmorillonites, argiles qui se forment en milieu alcalin.

L'hydroclastie est la fragmentation provoquée par les variations de teneur en eau dans les roches ou dans les minéraux par des phénomènes alternant dissection/ humectation. L'eau qui s'insinue dans les moindres failles de la roche fait gonfler les minéraux capable de l'absorber, tels les argiles.

2. Les fragmentations d'origine thermique

La chaleur extrême fait subir à la roche une contrainte de dilatation suffisante pour fendre des rochers et produire des copeaux ou des lamelles.

La fissuration par le gel survient là où se trouvent des cycles de gel-dégel.

2.1. Le thermoclastie

Dans les régions de forte amplitude thermique (climat continental, polaire, déserts, haute montagne, etc.), les chocs thermiques répétés par la répétition des cycles jour/nuit, fait éclater certaines roches, à différentes échelles micro et/ou macroscopique ; c'est la thermoclastie



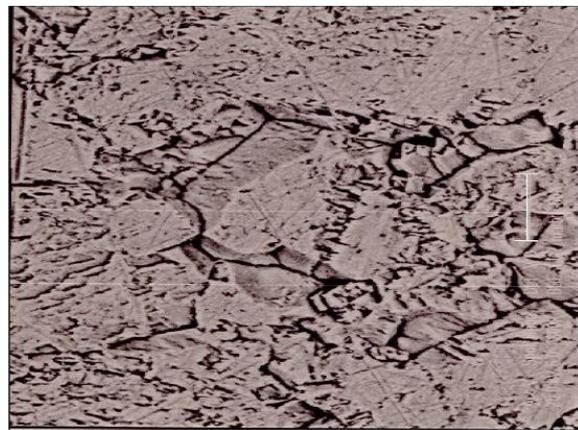
La température attaque les parties supérieures de la roche (détachement en lamelles)



Thermoclastie



Macrofissuration



Microfissuration

L'efficacité des variations de température est mise en doute par divers auteurs qui avancent les arguments suivants :

- Des expériences menées en étude n'ont pas provoqué de thermoclastie,
- Le cisaillement suppose une discontinuité dans la pénétration des ondes thermiques. Cette pénétration étant graduelle, la desquamation n'intervient que lorsqu'il y a une nette variation du pouvoir de conduction thermique dans la roche ;
- Le coefficient de dilatation des roches est très variable (les granites coefficient élevé, les calcaires : coefficient plus bas)
- La conductibilité thermique est très variable d'une roche à l'autre et pour une même roche, selon le degré de consolidation, sa porosité, son état d'humidité ;
- L'échauffement superficiel dépend de la couleur de la roche et de son pouvoir réflecteur (Albédo), les plus sombres s'échauffent plus vite.

2.2. Le cryoclastie :

La cryoclastie (ou gélifraction ou gélivation) est un cas particulier de thermoclastie. Elle fait intervenir les phases solides et liquides de l'eau. Elle est commandée par les variations de volume d'eau se transformant en glace (accroissement de volume voisin de 1/10), entraînant une augmentation de pression et un éclatement de la roche.



La cryoclastie (éclatement de la roche)

Les alternances de gel-dégel, en climat suffisamment humide, fragmentent les roches. Il s'agit du phénomène de cryoclastie.



A: cryoclastie d'un basalte (roche macro-gélive) B: cryoclastie d'un schiste (roche micro-gélive)

I.2. L'action des facteurs biologiques

En forêt, les racines des plantes qui pénètrent et croissent dans le sol encouragent la fissuration des roches.

Les animaux fouisseurs contribuent également à la décomposition de la matière rocheuse.

Une foule d'animaux, en creusant des galeries et des terriers, accroissent la porosité des formations meubles, facilitant la percolation de l'eau.



L'action des facteurs biologiques

II. LES PROCESSUS PHYSICO-CHIMIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

Ils se manifestent par la dissolution et les altérations des roches.

II.1. La dissolution des roches

La dissolution est une action correspondant à une dissociation de la molécule en ions par un solvant qui dans le cadre de la météorisation est l'eau atmosphérique.

L'activité de la dissolution dépend de

- 1- la constitution minéralogique des roches : les roches dites solubles sont : le sel gemme, les roches gypseuses, les roches calcaires. la solubilité des roches peuvent être considérées sous deux aspects
 - le degré de solubilité
 - La vitesse de mise en solution

Les roches sédimentaires y sont plus sensibles que les roches magmatiques et métamorphiques, celles de la famille des évaporites constituées par des chlorures (sel gemme) ou des sulfates (anhydrite, gypse) comptent parmi les plus solubles.

- 2- de leur perméabilité liée à leur porosité et à leur fissuration :

La vitesse de mise solution dépend de la porosité de la roche qui permet la circulation de l'eau.

Le mécanisme de dissolution :

- Mécanisme d'érosion

L'eau qui s'infiltré au travers d'un sol charge de dioxyde de carbone (à partir de la décomposition de matière organique) CO_2 . avec H_2O cela donne H_2CO_3 c'est l'acide carbonique qui peut dissoudre le CaCO_3 (carbonate de calcium).

- Mécanisme d'accumulation

Lorsque l'eau chargée de Ca dissous et de CO_2 arrive dans une cavité souterraine remplie d'air, elle peut céder une partie du CO_2 à l'atmosphère locale, perdre une partie de sa capacité à dissoudre le Ca et celui-ci précipite alors sous forme de CaCO_3 .

$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$ acide carbonique

$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 = \text{Ca (bicarbonate en solution)} + 2\text{HCO}_3$

Les formes d'érosion par dissolution (forme karstiques)

L'eau coule au travers les roches comme le calcaire, la craie, le gypse, elle ne se contente pas de les user par frottement, elle les dissout et creuse par le moyen des forme particulières que l'on appelé karstique

- 1- **Doline** : une dépression fermée due à la dissolution et l'infiltration verticale.

Doline



- 2- Plusieurs dolines coalescentes forment une **ouvala**
- 3- **Lapiès** : les sillons de dissolution, est une forme de surface du modelé karstique. Il s'agit d'une surface de roches calcaires (ou dolomitiques) creusée par dissolution de trous, de cannelures ou de rigoles, larges de 1 cm à 1 m, séparées par des lamelles tranchantes.

Lapiès



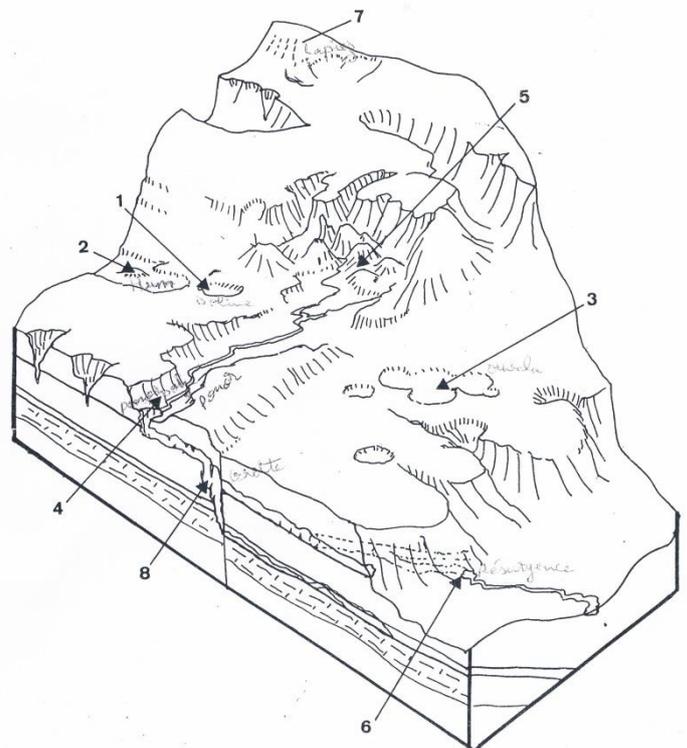
- 4- Un **poljé** est une dépression plus vaste dans laquelle un petit réseau hydrographique commence à s'organiser. l'exutoire est un **ponoir**.
- 5- Un petit relief résiduel est un **Hem**.
- 6- Les rivières disparaissent dans des pertes et réapparaissent dans des **résurgences**.

Processus Karstiques et modelés

- 1- Doline
- 2- Hum
- 3- Ouvala
- 4- Ponor drainant un poljé
- 5- Destruction ruiniforme
- 6- Résurgence
- 7- Lapiéz
- 8- Grotte à spéléothèmes

Les formes d'accumulations karstiques

Des résidus insolubles important résultent de la dissolution



- Ceux fournis par les calcaires constituant des argiles de décalcification (**la terra rossa méditerranéenne**)
- l'argile à silex des régions crayeuses
- les éléments dissous peuvent précipiter après migration verticales ou latérales, ils donnent des accumulations importantes (superficielles) telles les encroutements, et les craies, calcaires, gypseux ou siliceux.
- **Les stalagmites-stalactites** : dessinent des paysages souterrains.



Les stalagmites-stalactites

II.2. Les altérations chimiques

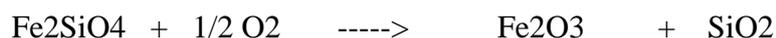
L'altération chimique agit de deux façons: certains minéraux (halite, calcite) sont dissous totalement et leurs ions sont évacués en solution. D'autres minéraux, comme les micas ou les feldspaths sont transformés en d'autres espèces minérales (surtout en argiles), souvent de granulométrie plus fine et plus facilement mobilisables par l'érosion. La plupart des réactions impliquées dans l'altération nécessitent la présence d'eau et d'air. Passons en revue les réactions les plus significatives.

II.2.1. Principales réactions chimiques impliquées dans l'altération

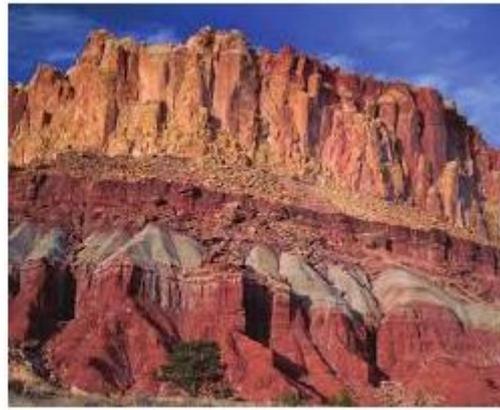
Les oxydations

Les oxydations concernent surtout le fer qui passe de l'état ferreux à l'état ferrique.

Exemple pour un minéral d'olivine : olivine + oxygène -----> oxyde ferrique + silice.



Les réductions sont plus rares : elles se déroulent dans les milieux hydromorphes (saturés d'eau de façon permanente ou périodique) et produisent en particulier du fer ferrique au fer ferreux soluble.

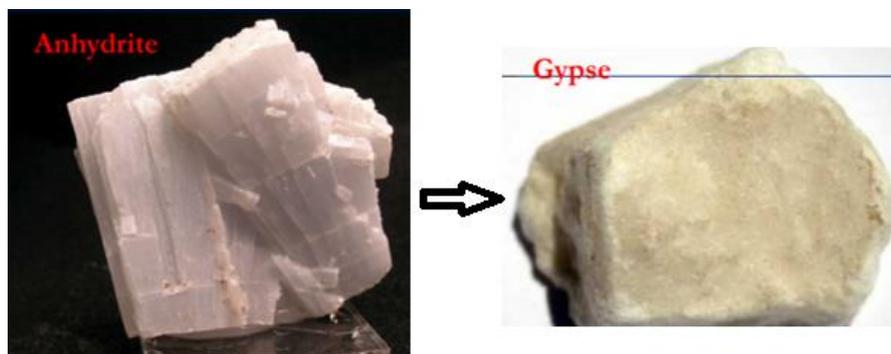


Les oxydations

L'hydratation

Hydratation et déshydratation, ou de manière plus concrète: minéral+eau=nouveau minéral hydraté; la déshydratation étant le processus inverse. Les réactions les plus importantes sont:

L'hydratation de l'anhydrite pour produire du gypse: $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



L'hydrolyse

Elle est définie comme étant la destruction d'un édifice moléculaire complexe en édifices moléculaires plus simples sous l'influence de l'eau. Les hydrolyses constituent les principales réactions d'altération.

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

Le bilan général d'une réaction d'hydrolyse peut s'écrire : Minéral primaire + Eau -----
--> Minéral secondaire + Solution de lessivage.

III. LES PROCESSUS BIOCHIMIQUES DE LA DESTRUCTION DES RELIEFS

1. L'action des microorganismes

Les micro-organismes (algues, bactéries, lichens), en prélevant leur nutriment directement sur les minéraux frais, contribuent à leur altération.

2. L'érosion anthropique

L'agriculture (mauvais labourages et surpâturage), la sylviculture (déforestation), l'extension des zones urbaines, le développement industriel et la construction de routes peuvent dans certains cas porter atteinte aux modelés des reliefs.