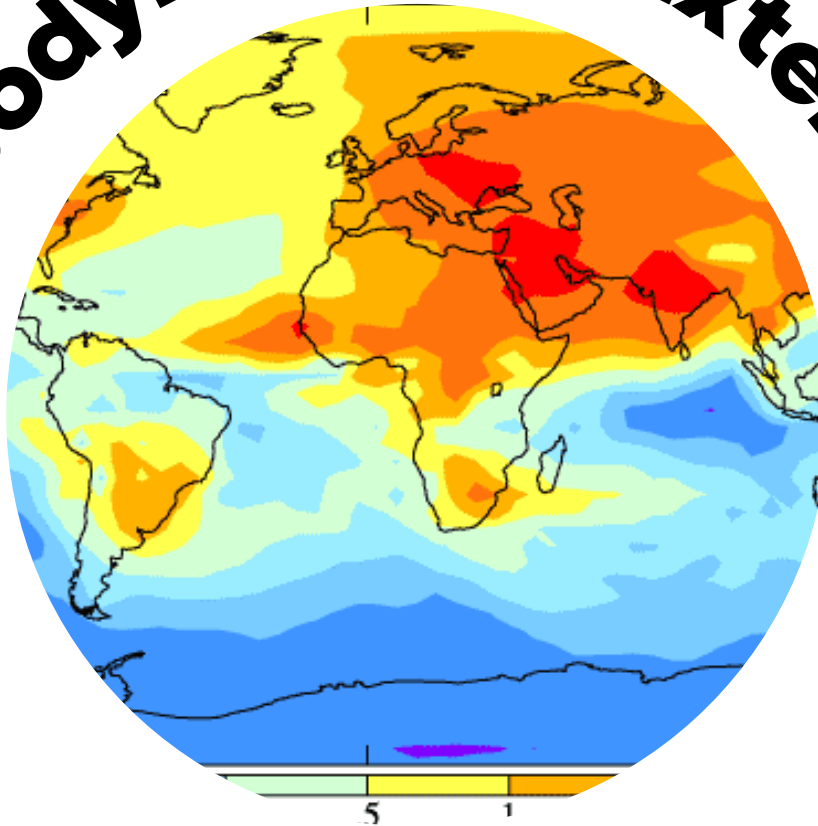


Géodynamique Externe



SCIENCES DE LA
VIE ET DE LA TERRE



Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



Emploi

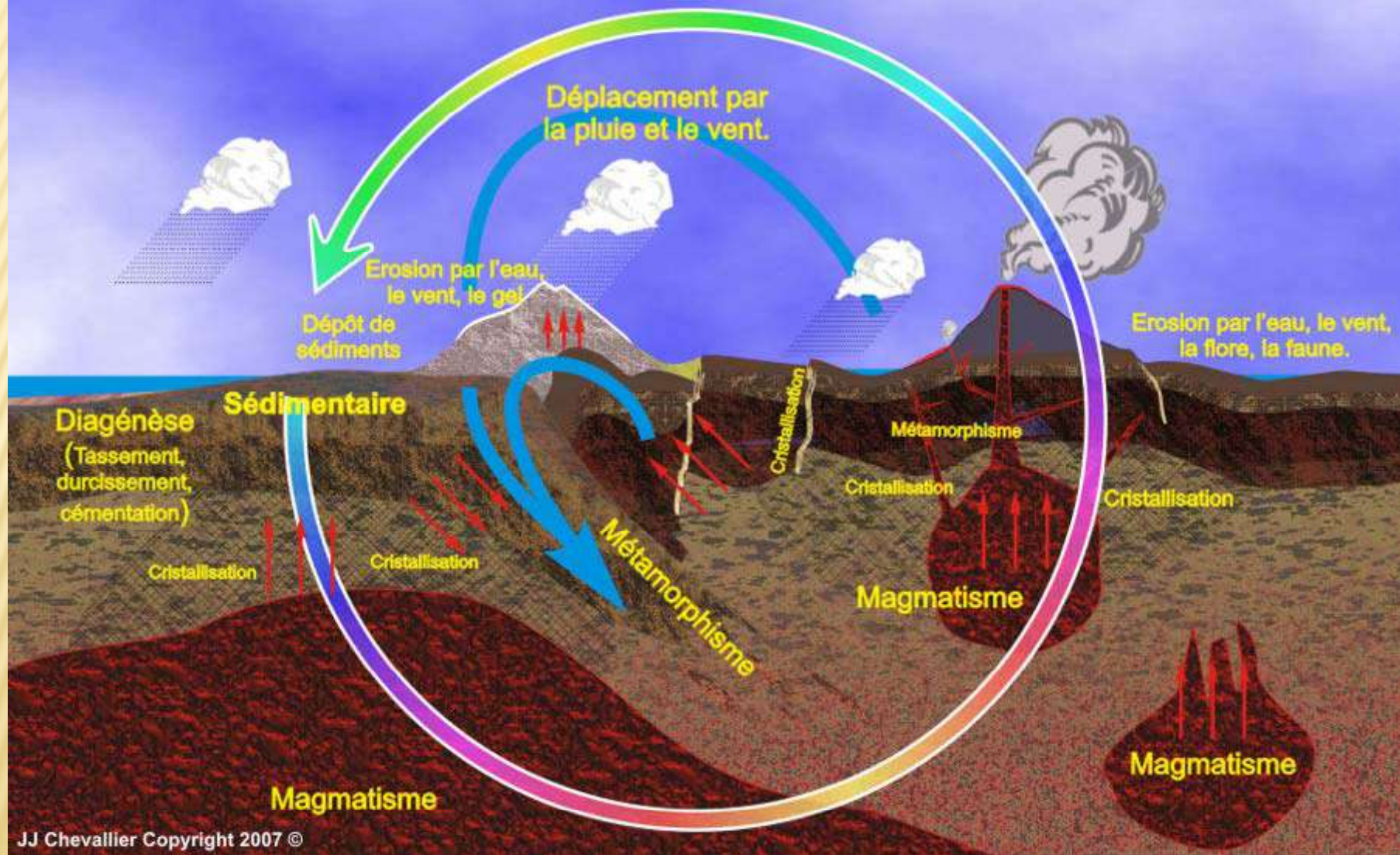


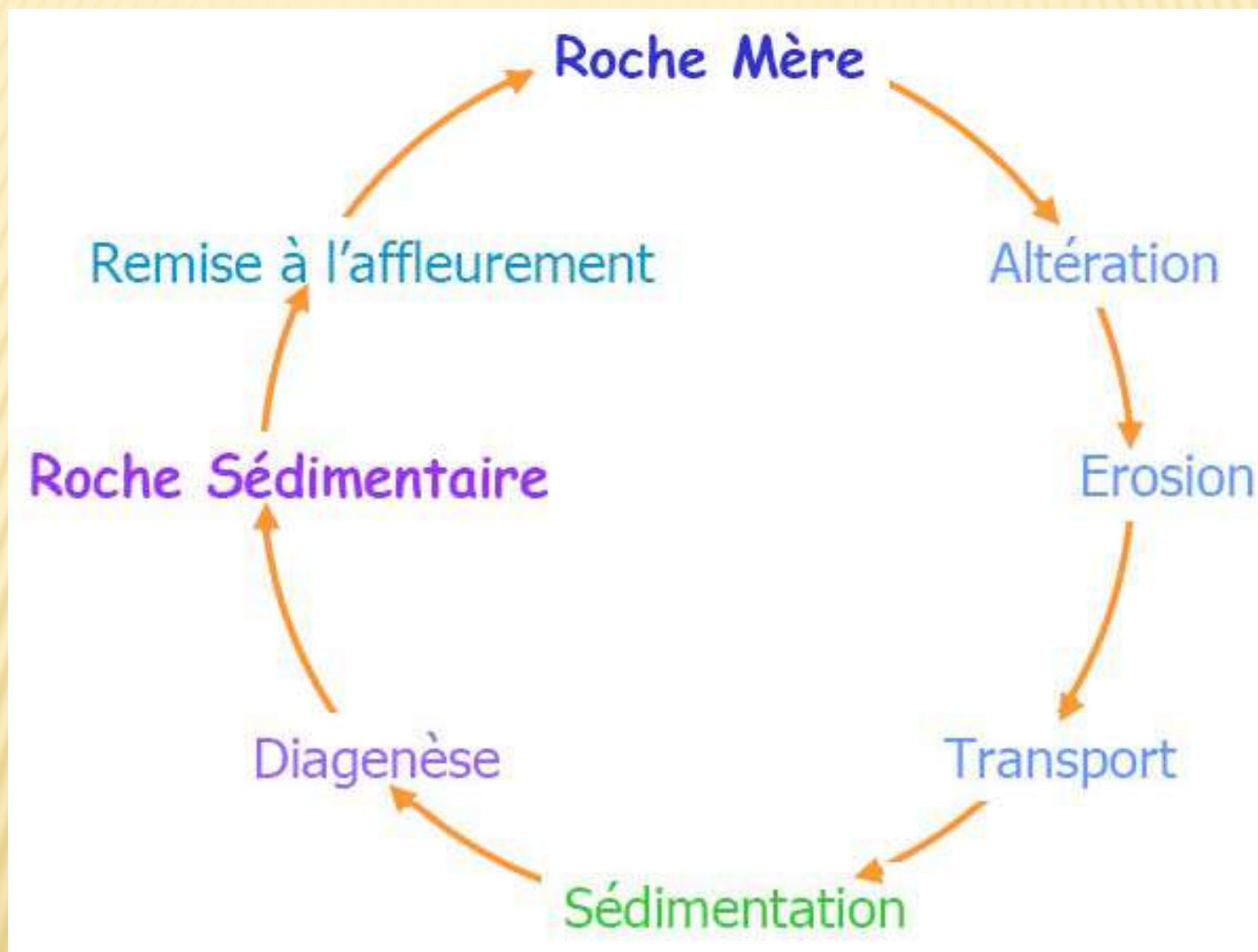
- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

L'ALTÉRATION

Revue de la littérature

CYCLE DE FORMATION DES ROCHES ET MINÉRAUX.





DÉFINITION

Modification des propriétés physico-chimiques des minéraux et donc des roches par les agents atmosphériques.

MINÉRAL

- ✗ Substance (généralement) inorganique
- ✗ Naturel ou synthétisé

+ Caractérisé par

- ✗ Composition chimique
- ✗ Agencement des atomes



QUARTZ

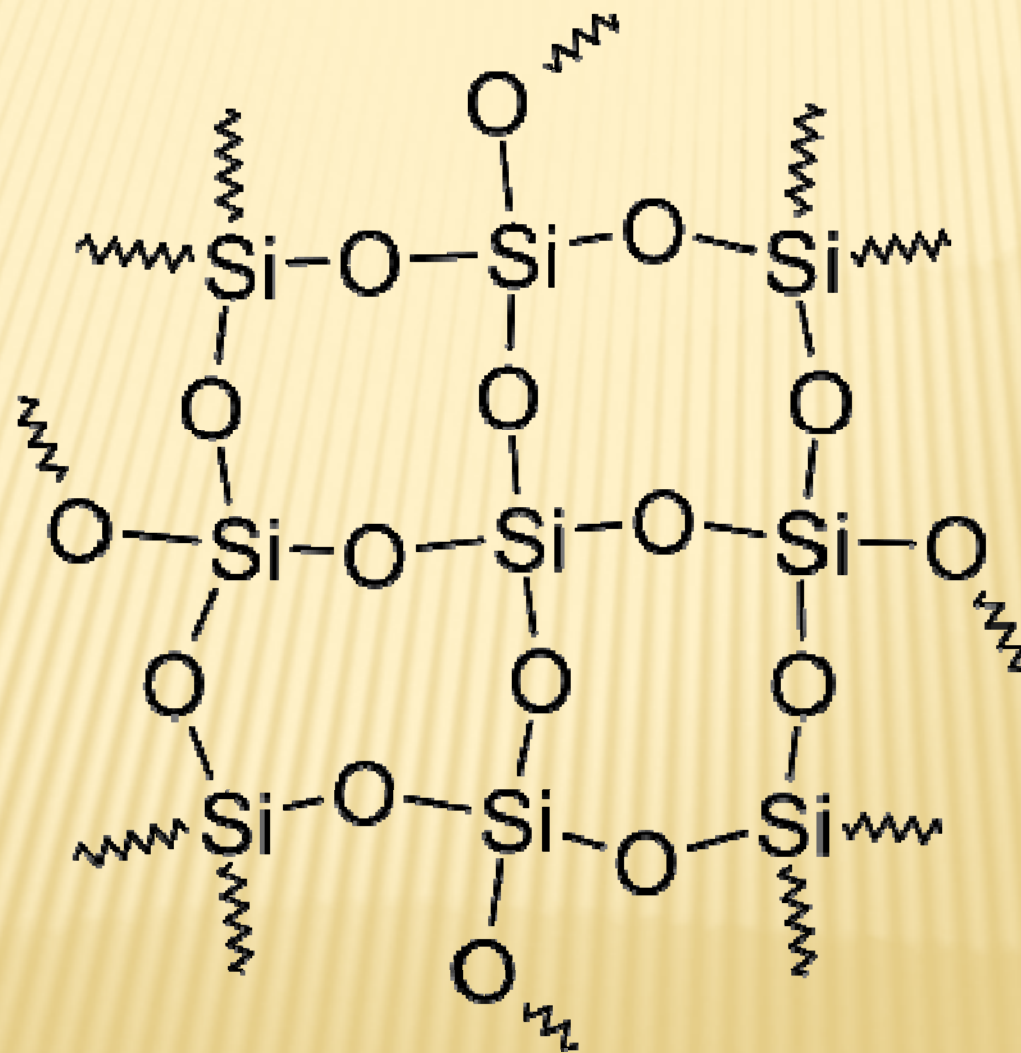
- × SiO_2
- × Avec des traces d'Al, Li, B, Fe, Mg, Ca, Ti, Rb, Na, OH.

× Le Talc $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

× Le diamant: Carbone

× La calcite: CaCO_3 .

SiO₂



CLASSIFICATION DE STRUNZ

- × éléments natifs, composés d'un seul élément chimique plus ou moins pur, comme le carbone (avec le diamant), le soufre, l'or, le cuivre, le platine ;
- × sulfures (S^{2-}), comprenant les sulfosels ;
- × halogénures, comme les chlorures (Cl^-), les fluorures (F^-) ;
- × oxydes (O^{2-}) et hydroxydes (OH^-), comme la magnétite, le corindon ou le rutile ;
- × carbonates (CO_3^{2-}) et nitrate (NO_3^-) ;
- × borates (BO_3^{3-}) ;
- × sulfates (SO_4^{2-}), chromates (CrO_4^{2-}), molybdates (MO_4^{2-}), tungstates (WO_4^{3-}) ;
- × phosphates (PO_4^{3-}), arséniates (AsO_4^{3-}), vanadates (VO_4^{3-}) ;
- × silicates (SiO_x) ;
- × minéraux organiques.



ARGENTITE D'IMITER



ANHYDRITE

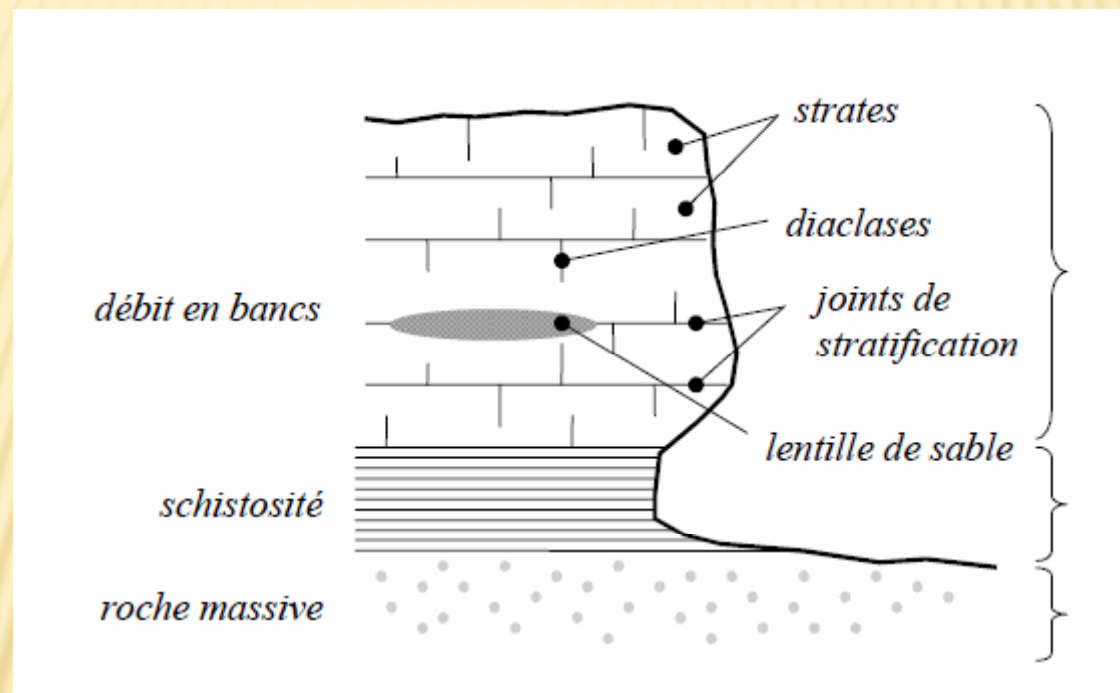
CASO₄



1- LES DIFFÉRENTS TYPES D'ALTÉRATION

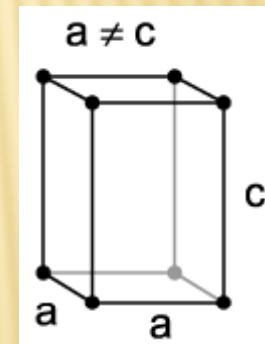
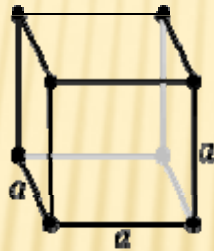
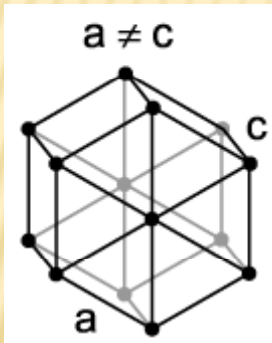
A- DÉSAGRÉGATION PHYSIQUE.

- ✖ Due à la présence dans toute roche de discontinuités ou zones de faiblesse : joints sédimentaires, diaclases (ou failles), clivage et discontinuité entre les grains ou les feuilletts
- ✖ Présence de l'eau
- ✖ Variation de température



CLIVAGE

CLIVAGE



THERMOCLASTIE

- ✗ Dilatation et contraction différentielles des minéraux (desquamation ou exfoliation) détachement d'une croûte ou désagrégation granulaire (Granite).

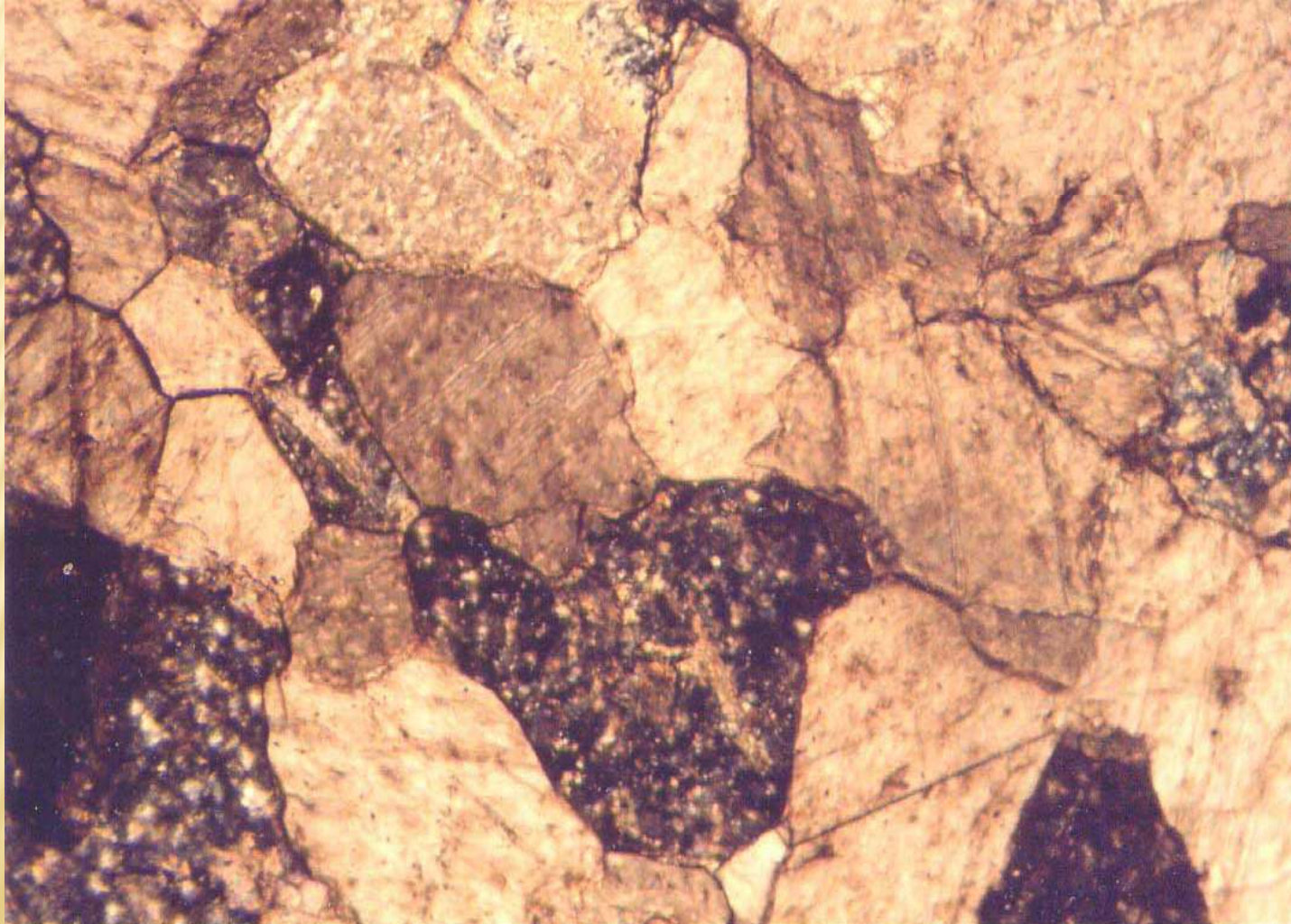
DÉSQUAMATION



EXFOLIATION



DÉCOHÉSION GRANULAIRE



CRYOCLASTIE

✕ ou gélifraction

Variation de température ex : craies et marnes
(roches gélives).

PRISMATION DES COULÉES DE LAVE

- ✕ refroidissement de la lave, se forme un réseau de fissures.



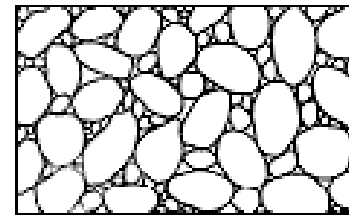


CIRCULATION INTERSTITIELLE

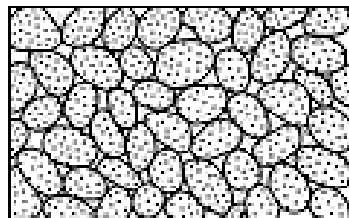
- ✗ dissolution intense dans les roches calcaires surtout si elle est riche en CO₂.



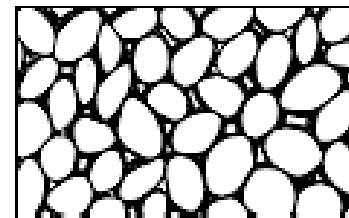
A



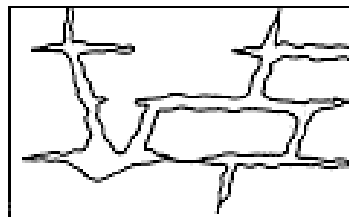
B



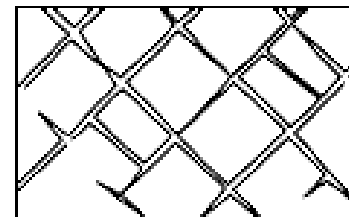
C



D



E



F

HALOCLASTIE

- ✗ embruns riches en sel qui après dessiccation et puis réhydratation augmentent de volume
- ✗ → désagrégation de la roche (phénomène actif sur les côtes où il conduit à des alvéoles et de Taffoni)

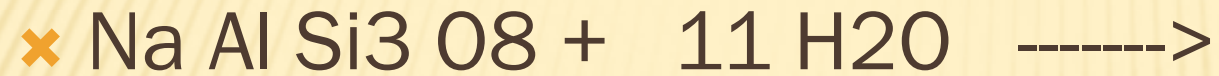


ACTION DES IMPACTES

- ✕ traces fossilisée de gouttelettes de pluies.

B- ALTÉRATION CHIMIQUE

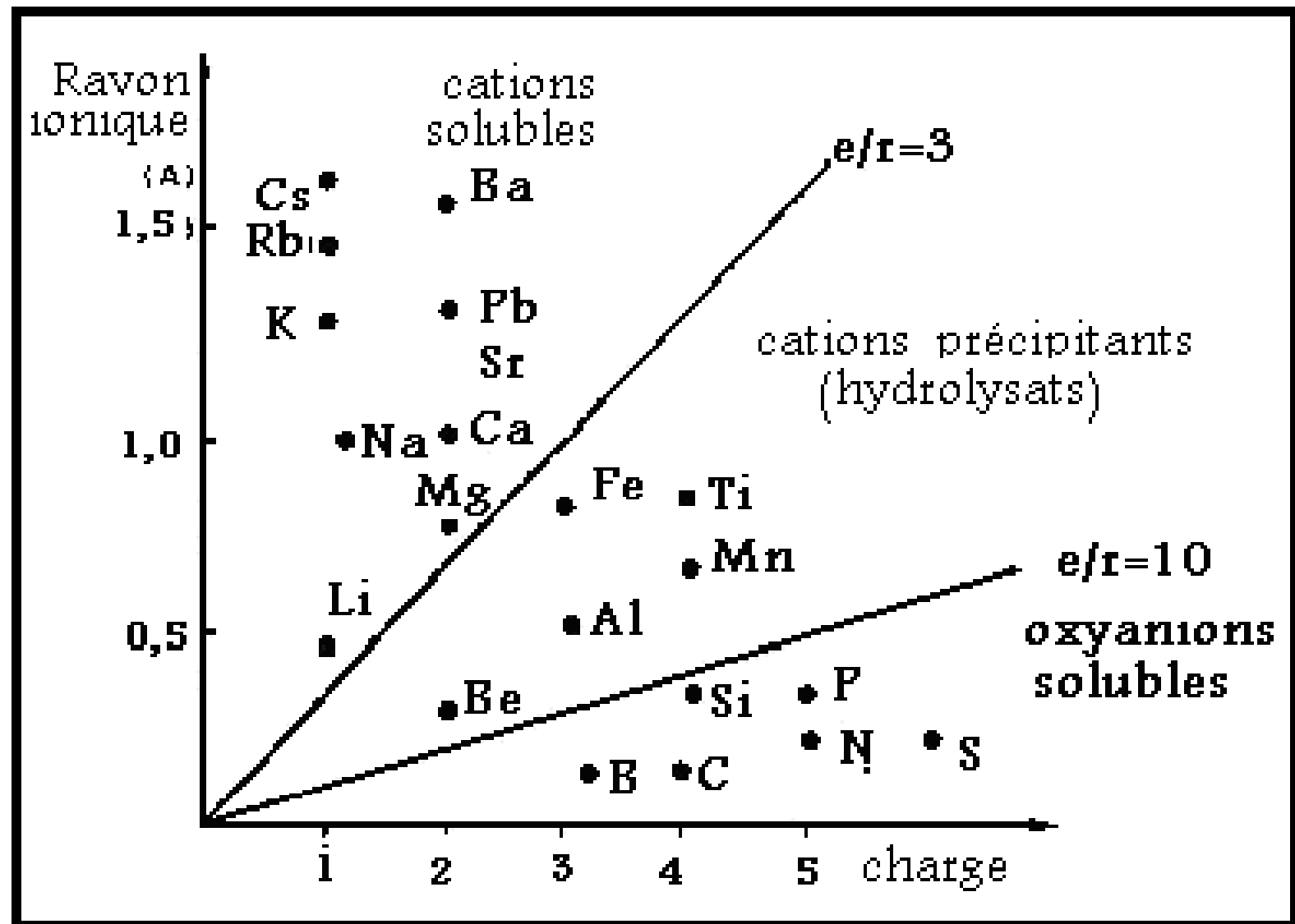
- ✗ Le facteur le plus important est l'eau, elle se trouve à l'origine de toutes les altérations exogènes des roches.
- ✗ Minéral primaire (roche en place) + solution d'attaque (eau chargée) → Minéral secondaire (complexe d'altération, sol) + solution de lessivage (eau de drainage)



EAU

- ✗ elle se comporte comme un acide faible
- ✗ La molécule d'eau se comporte comme un dipôle O⁻ et H⁺, H⁺ dont la force d'attraction vis à vis d'un ion détermine sa solubilité
- ✗ Cette force = Z/r
- ✗ potentiel ionique = charge ionique/rayon ionique
- ✗ c'est la mobilité d'un ion

DIAGRAMME DE GOLDSCHMIDT



LES CATIONS SOLUBLES

Les ions à potentiel ionique bas (rapport ≤ 3),

- ✗ ils ont une charge faible mais une taille importante
- ✗ sont attirés par l'eau et donc soluble dans celle-ci.

LES HYDROLYSATS

- ✗ Rapport compris entre 3 et 10, ex. Mg, Fe, Ti, Al,
- ✗ en présence d'eau se transforment en hydrolysats en fixant les OH^- pour donner des complexes insolubles.

LES OXYANIONS

- ✗ Avec un rapport ≥ 10 (ex. C, N, Si, P, S.),
- ✗ Ces ions s'associent à l'oxygène de l'eau pour former des sulfates, carbonates ou phosphates.
- ✗ Ils sont solubles à cause de leur forte charge électrique.

ACTION DE L'EAU

✕ la dissolution

✕ l'hydratation

✕ l'hydrolyse

LA DISSOLUTION

- ✗ une solubilité directe c'est le cas du Gypse
- ✗ une solubilité indirecte, par transformation d'un minéral soluble en un minéral plus soluble (cas des carbonates)

HYDRATATION

- ✗ Fixation de molécules d'eau par certains minéraux

Anhydrite



Gypse

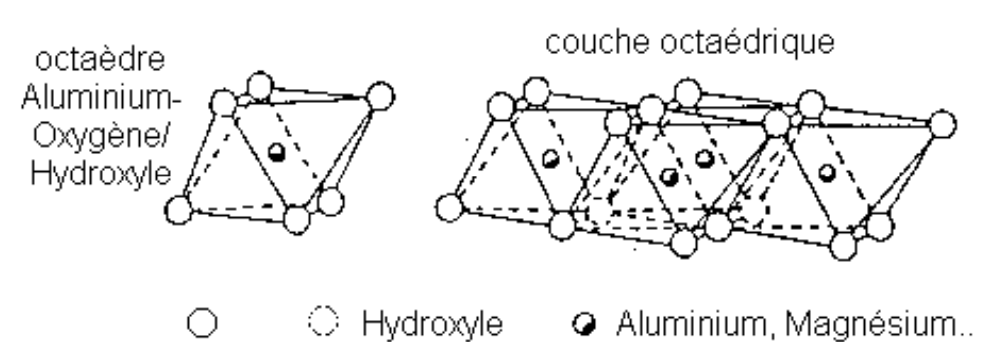
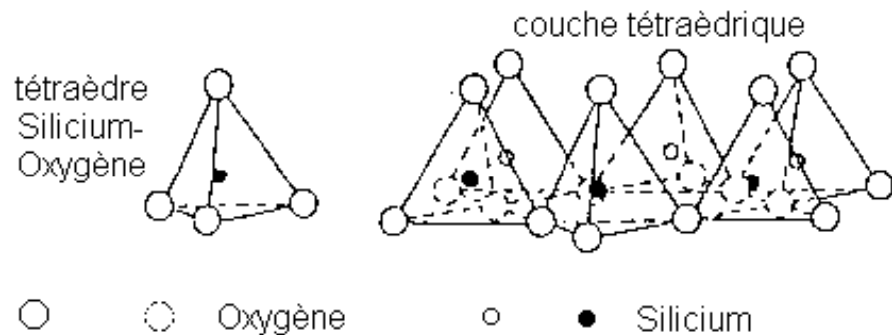
CaSO_4 (contact prolongé avec l'eau) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

L'HYDROLYSE

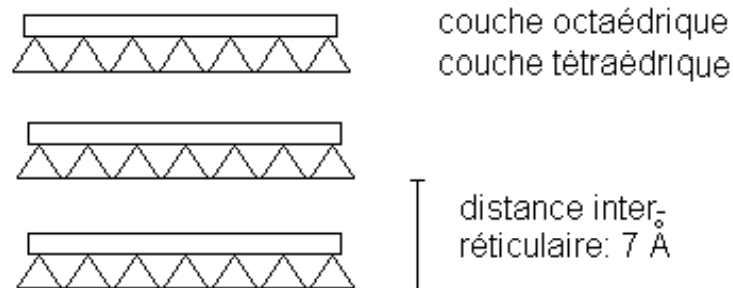
- ✗ C'est le phénomène principal dans l'altération des roches magmatiques
- ✗ Réaction chimique d'un corps qui fixe les éléments de l'eau (H^+ et/ou OH^-)
- ✗ → Nouveaux composés = minéraux de Néoformation (minéraux argileux)
Kaolinite essentiellement.

LES ARGILES

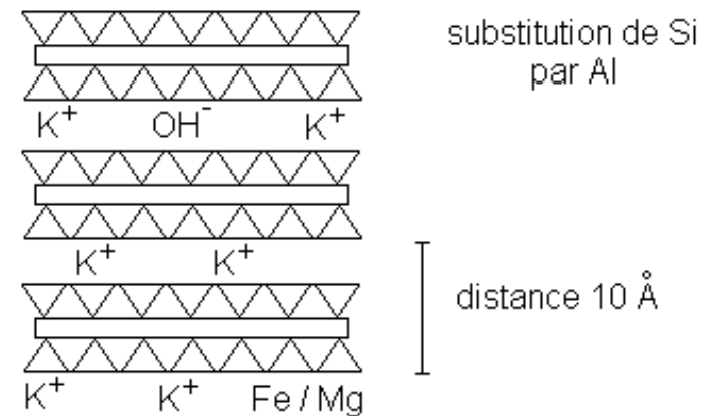
- ✗ Attapulgites et sépiolites : argiles instables d'origine lagunaire.
 - Glaucconies : argiles de sédimentation lente.
 - Illite : argiles des grandes profondeurs (milieu marin, zones froides et montagneuses).
 - Kaolinites : argiles issues de la dégradation de roches acides.
 - Montmorillonites : argiles issues de la dégradation de roches éruptives



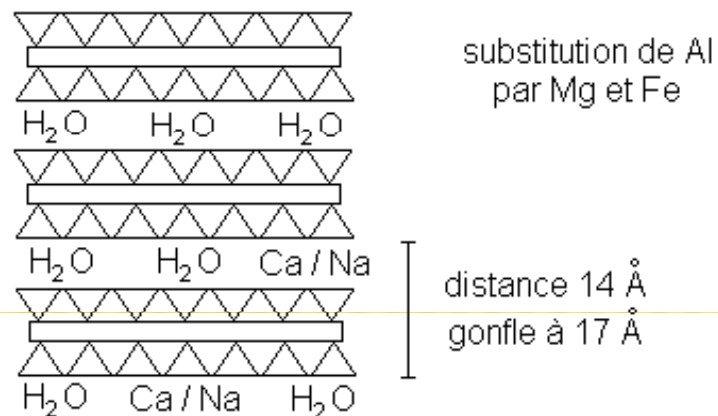
KAOLINITE $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



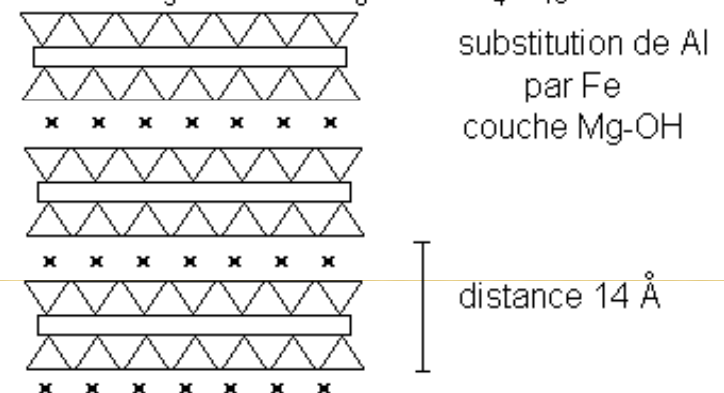
ILLITE $\text{K Al}_2(\text{OH})_2 \cdot (\text{Al Si}_3(\text{O}, \text{OH})_{10})$



SMECTITES $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
(Montmorillonite) $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

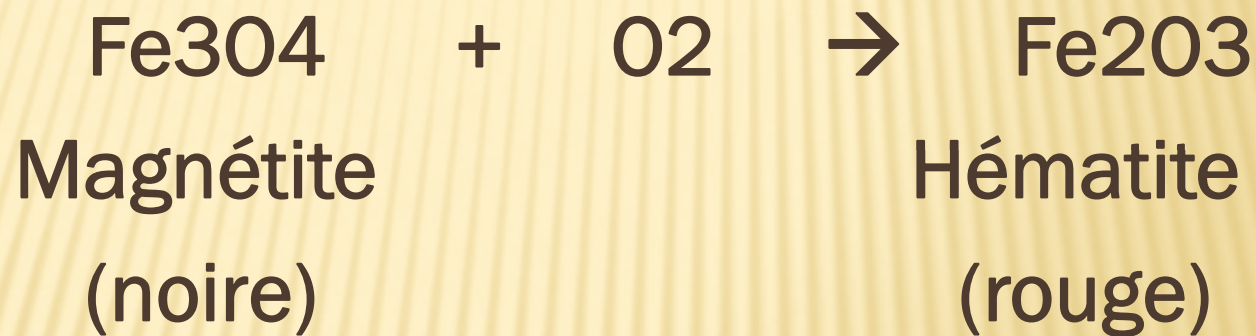


CHLORITE $\text{Mg}_5(\text{Al}, \text{Fe})(\text{OH})_8(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}$



OXYGÈNE

- ✗ Oxydation de certains minerais (Fe et Mn)
(changement de couleur)



GAZ CARBONIQUE



- ✗ Renforce l'action de l'eau
- ✗ Permet le départ des bases sous forme de carbonate ou bicarbonate soluble.

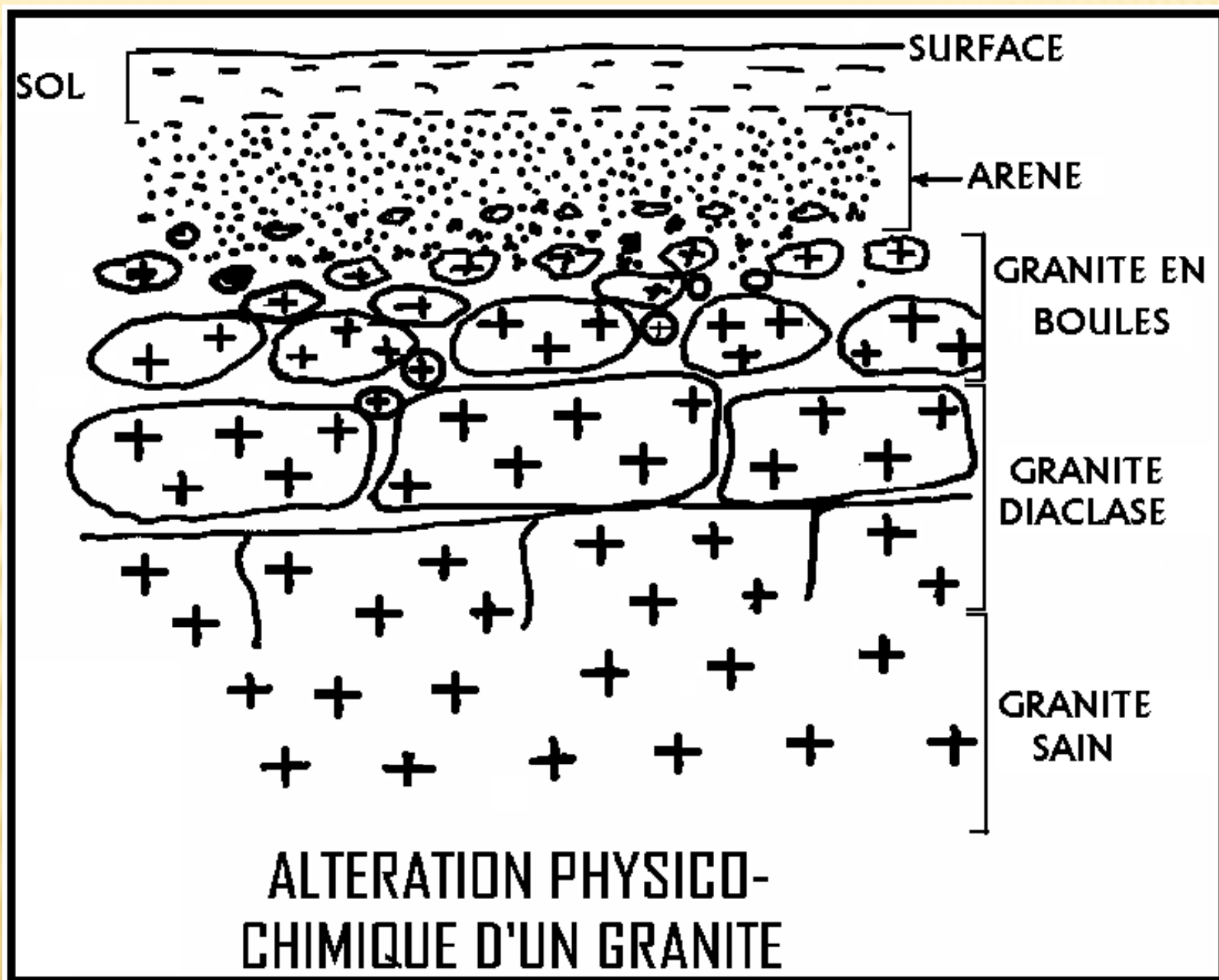
L'ALTÉRATION BIOLOGIQUE

- ✗ Acides secrétés par les microorganismes et les racines des végétaux
- ✗ Les plantes supérieures
- ✗ Action anthropique

ALTÉRATION BIOLOGIQUE

✗ altération de la roche sous-jacente

Ensemble de la matière organique transformée = Humus



✕ Roche altérée + Humus
= SOL

2- LES RÉSULTATS DE L'ALTÉRATION

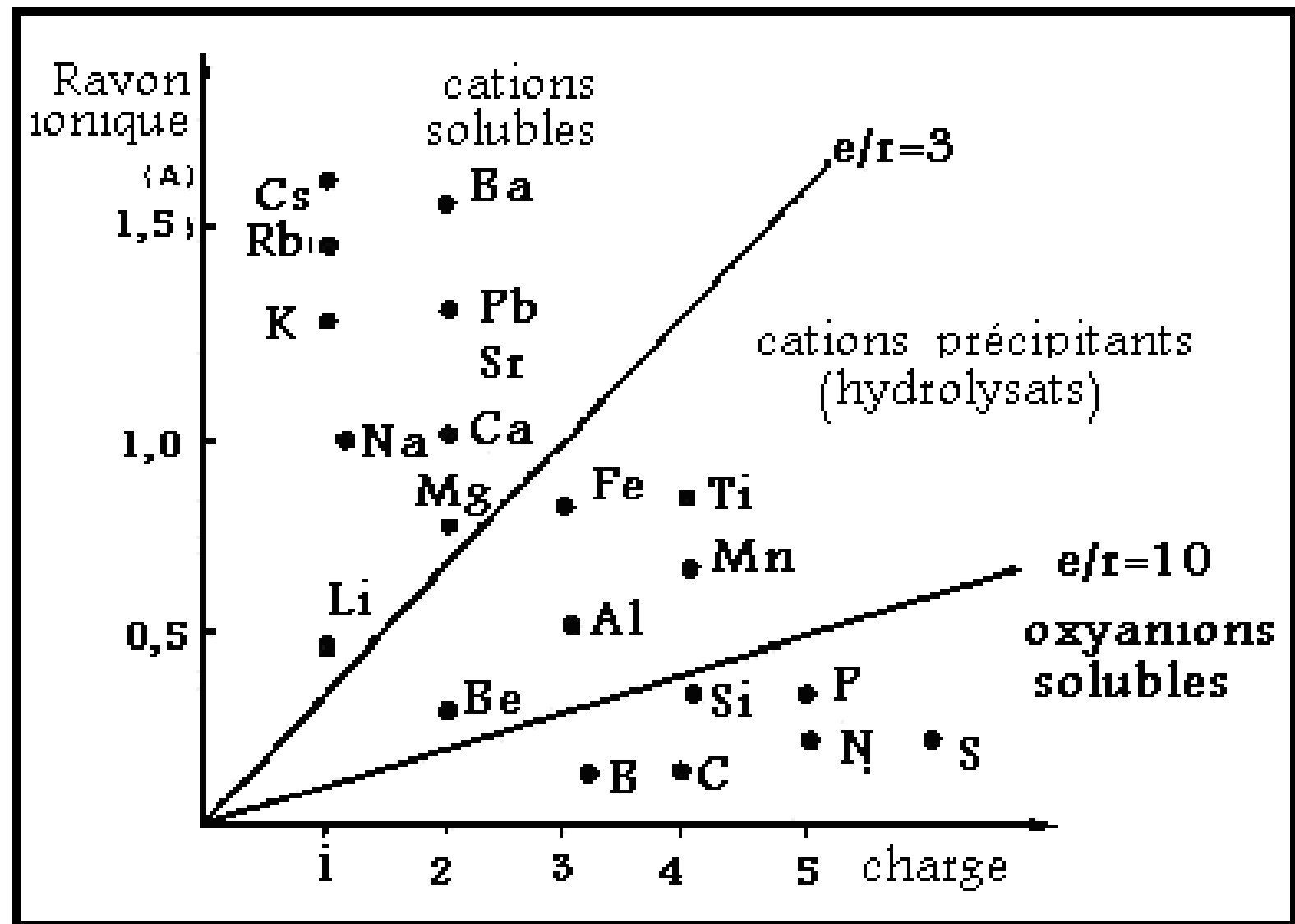
- × a- Rôle des roches
- × b- Rôle des climats
- × c- les sols

RÔLE DES ROCHES (MINÉRAUX)

- ✗ Les roches magmatiques et métamorphiques
 - + Altération = f (minéraux, et structure de la roche)
 - ✗ La taille et nature des minéraux
 - ✗ structure de la roche

-
- ✖ 98% de la constitution des roches est représentée par sept éléments plus l'oxygène. On trouve ainsi : la silice, l'aluminium, le fer, le calcium, le sodium, le magnésium, le potassium.

DIAGRAMME DE GOLDSCHMIDT



-
- ✗ Ils se répartissent en deux catégories
 - + insolubles ou faiblement solubles (silice, aluminium et fer) ;
 - + solubles et très solubles dans lesquels on distingue les alcalins (sodium et potassium) et les alcalino-terreux (calcium et magnésium).

LES ROCHES MAGMATIQUES ET MÉTAMORPHIQUES

- ✗ tétraèdre stable : Si_4O_8
- ✗ tétraèdre instable : AlO_4
- ✗ points de faiblesse : clivages, macles, fissures, pores, interstices

GRADIENT D'ALTÉRATION

- × Olivine plagioclases Ca
- + augite plagioclases Ca-Na
- × hornblende plagioclases Na-Ca
- * Biotite plagioclases Na
- × Feldspaths K
- × Muscovite
- × Quartz

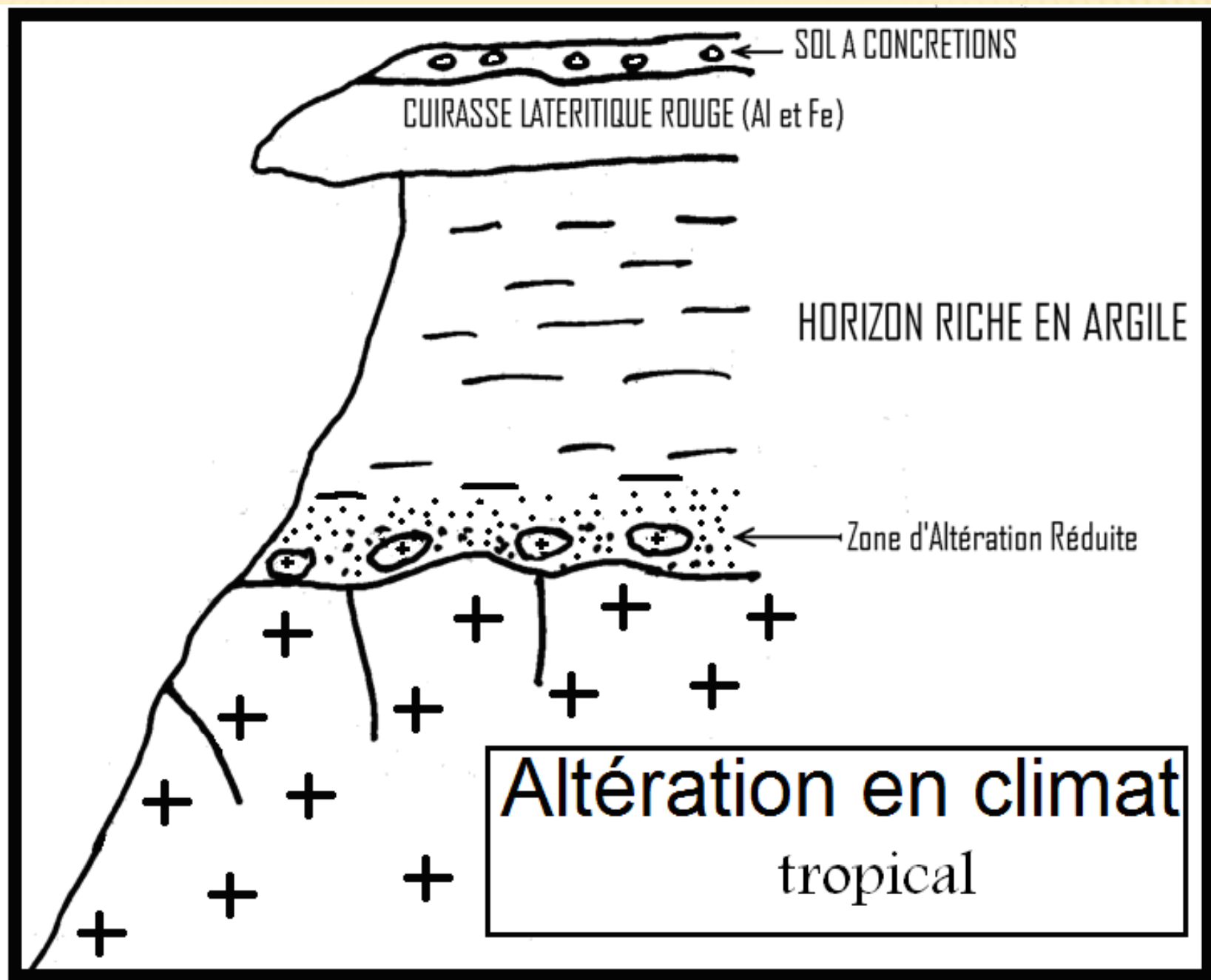
Minéral	Durée de vie (ans)
Anorthite	112
Diopside	6 800
Enstatite	8 800
Albite	80 000
Feldspath K	520 000
Forstérite	600 000
Muscovite	2 700 000
Quartz	34 000 000

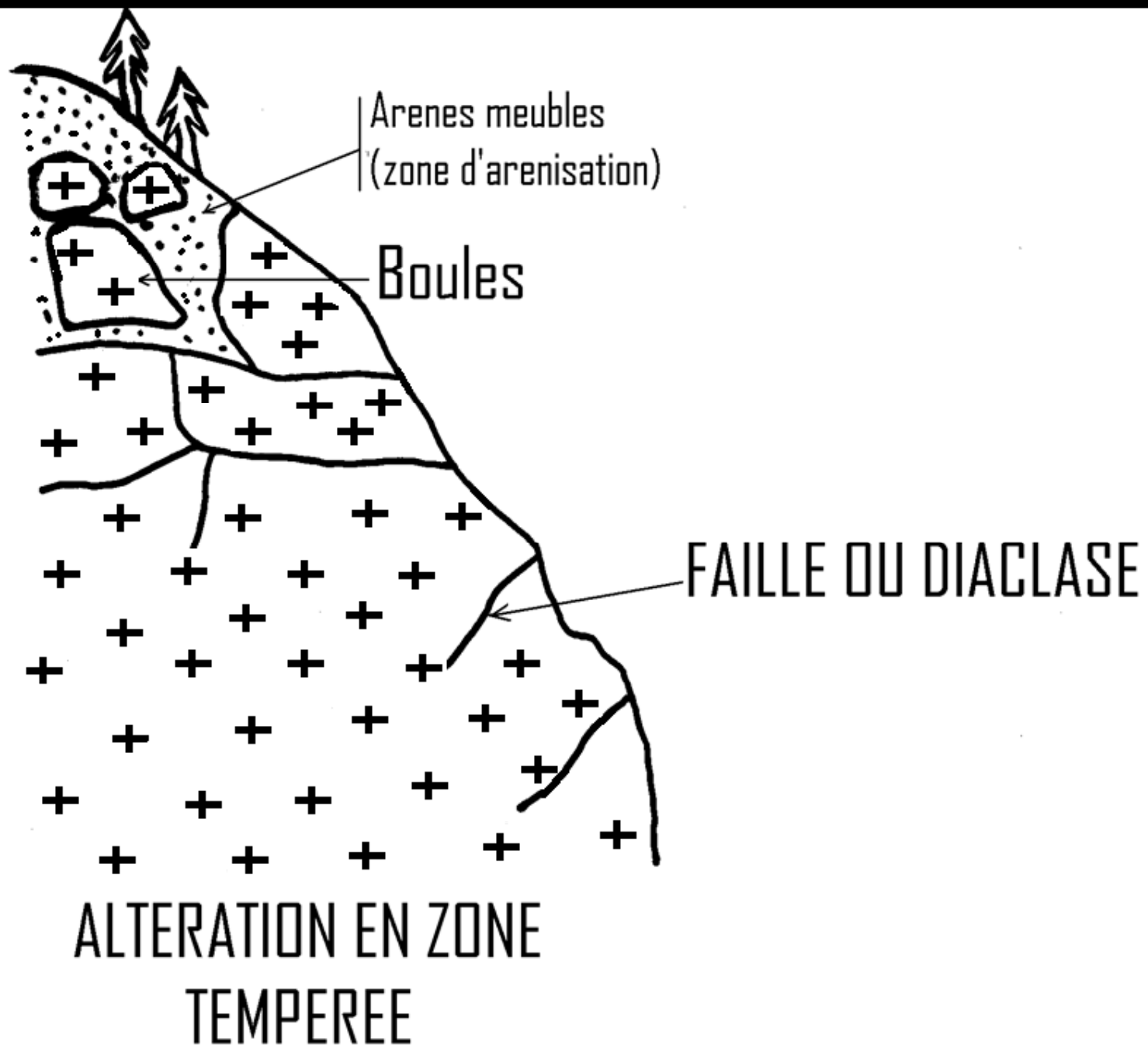
LES ROCHES SÉDIMENTAIRES

- ✗ Généralement moins altérables
- ✗ Hydratation
 - +sulfures (MmSp) --> sulfates (sels de l'acide sulfurique)
 - +schistes --> argiles
 - +anhydrites --> Gypse
- ✗ Dissolution : les chlorures, les nitrates, et les sulfates sont solubles dans l'eau pure.

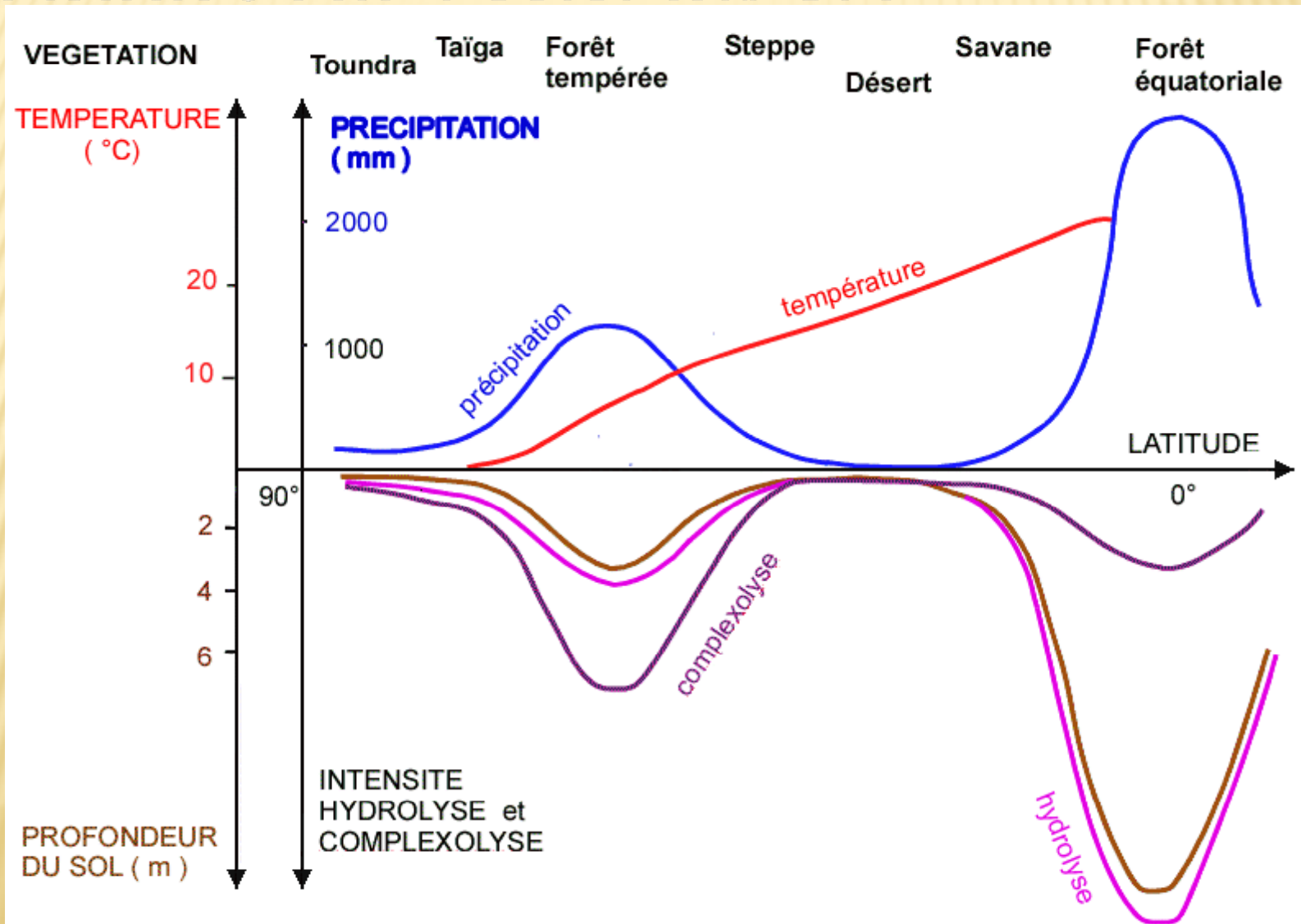
RÔLE DES CLIMATS

- × Climat désertique →
altération physique
- × Climat chaud et humide →
altération chimique
- × Climat tempéré → les deux





PEDOGENESE LATITUDINALE



C- LES SOLS

15/11/2012

CARACTÉRISTIQUES D'UN SOL

- ✗ Les éléments minéraux essentiels d'un sol sont :
 - + les argiles,
 - + les carbonates,
 - + les oxydes,

CARACTÉRISTIQUES D'UN SOL

✕ Richesse d'un sol : 2 facteurs

+ Argiles : rétention d'eau et échanges d'ions qui permettent de retenir les éléments de fertilisants naturels ou apportés (engrais).

+ Matières organiques : complexes argilo humiques → possibilité d'aération et d'hydratation.

UN BON SOL AGRICOLE EST CONSTITUÉ DE

- ✕ 25% d'eau,
- ✕ 25% d'air,
- ✕ 45% de matière minérale
- ✕ 05% de matière organique

COMPLEXOLYSE

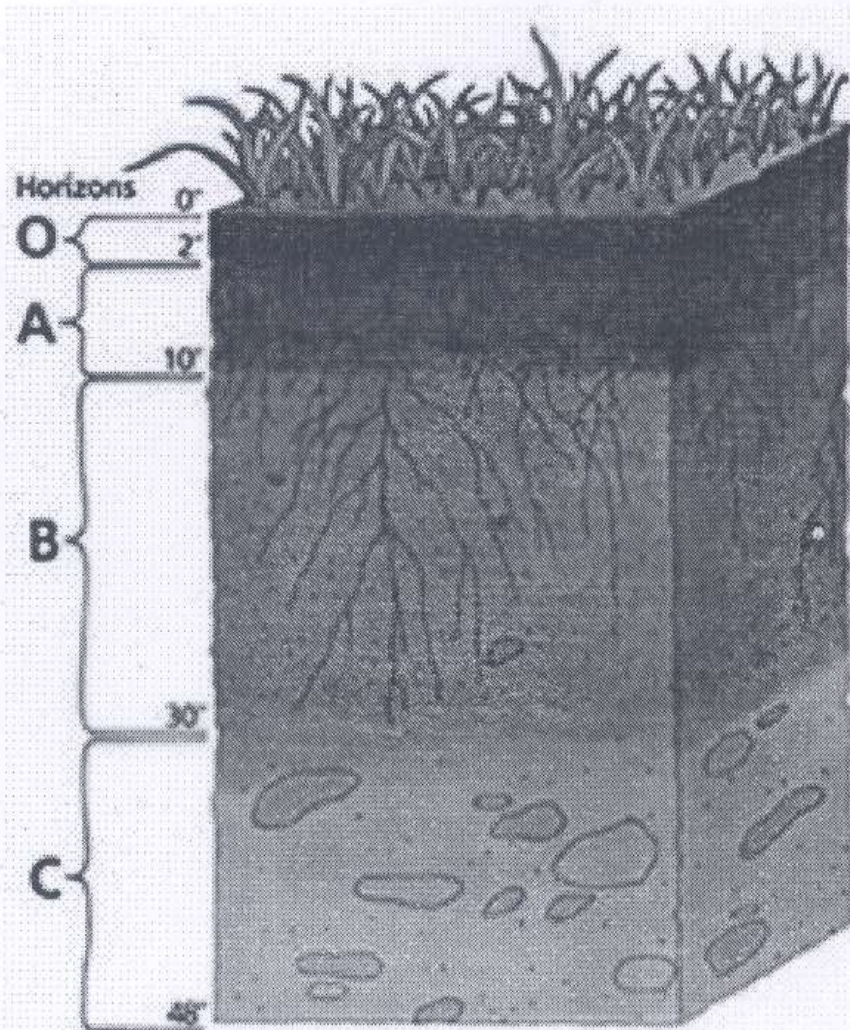
- ✗ argile + éléments minéraux + humus
- ✗ seuls ces complexes sont capables de fixer dans le sol des cations qui sont des nutriments pour les plantes

LES DIFFÉRENTS TYPES DE SOL

- ✕ Les sols résiduels
- ✕ Les sols transportés

LES SOLS RÉSIDUELS

- ✗ Horizons superposés, fortement lessivés dans les régions humides et donc peu fertiles ; alors que dans les régions arides, ils sont fertiles pour les raisons inverses



Horizon O : horizon organique (ou humus) avec des débris végétaux

Horizon A : contenant a la fois de la mati. organique et de la mat. minérale

Horizon B: horizon enrichi en argile, fer, matière orga., carbonate de Ca, etc.

Horizon C: horizon d'altération de la roche mère, limitée avec avec nombre de ses caractères originels (litage, schistosité, minéraux) sont encore très visibles

LES SOLS TRANSPORTÉS

- ✗ Les sols d'éboulis: Matériaux grossiers, Jamais stratifiés, Peu fertiles (en général)
- ✗ Les sols alluviaux : Dans les lits majeurs des rivières, deltas et les cours d'eau abandonnés. Généralement très fertiles : apports nutritifs abondants et variés

LES SOLS TRANSPORTÉS

- ✗ Les sols glaciaires : Éléments anguleux grossiers avec des éléments très fins. Fertilité variable,
- ✗ Les sols lacustres : Éléments généralement fins Fertilité variable à cause des bactéries (destruction de l'humus)

LES SOLS TRANSPORTÉS

- ✗ Les sols lagunaires généralement peu fertiles a cause de la salinité
- ✗ Les sols éoliens : Généralement fins soit des sables soit des loess. Fertilité variable :
 - + les dunes sont des sols peu fertiles ;
 - + les loess sont fertiles

ALTÉRATION DES SILICATES ET SÉDIMENTATION DES CARBONATES

- ✗ L'altération des silicates des roches magmatiques ou métamorphiques s'écrit :
- ✗ $\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$
- ✗ La précipitation des carbonates dans les océans s'écrit :
- ✗ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ✗ L'équation bilan montre que deux molécules de CO_2 sont consommées et qu'une seule est libérée :
- ✗ $\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 + 1\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



Ensoleillement



**Formation des
chaînes de montagnes**

**Température
de surface**

**Altération des silicates calciques
----> Libération de Ca^{++}**

**$\text{CaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$
----> $\text{Ca}^{++} + 2\text{HCO}_3^- + \text{SiO}_2$**

Effet de serre

**Précipitation de CaCO_3
dans les zones de sédimentation**

**$\text{Ca}^{++} + \text{HCO}_3^-$ ---->
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$**

**Quantité de CO_2
atmosphérique**



Bon courage



LIENS UTILES 🙌

Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

