جامعة مولاي إسماعيل
UNIVERSITÉ MOULAY ISMAÏL

كلية العلوم
FACULTÉ DES SCIENCES

Filière : Sciences de le Terre et de l' Univers (STU)
MODULE : PETROGRAPHIE SÉDIMENTAIRE (STU4)

DIAGÉNÈSE DES SÉDIMENTS

Professeur MAHJOUBI RACHIDA
Année Universitaire : 2019 - 2020

PLAN

I – INTRODUCTION

II - LES ENVIRONNEMENTS DIAGENITIQUES

II – LES ZONES DE DIAGENÈSE

IV- LES PARAMETRES DE LA DIAGENESE

V – LES PHENOMENES DE LA DIAGENESE

VI - ETAPES DE LA DIAGÉNÈSE

I - INTRODUCTION

La Diagénèse est l'ensemble des processus physiques et chimiques qui affectent un sédiment, entre son dépôt et son entrée dans le domaine de métamorphisme ou de l'altération météorique, en modifiant sa minéralogie, sa chimie et sa texture. Elle s'arrête là ou commence le métamorphisme (<200°c et entre 6 et 7 km de profondeur).

II - LES ENVIRONNEMENTS DE DIAGENÈSE

Il existe deux types d'environnements diagénitiques :

- Environnements diagenitiques superficiels
- Environnement diagenitiques profonds

A – LES ENVIRONNEMENT S DIAGENITIQUES SUPERFICIELS

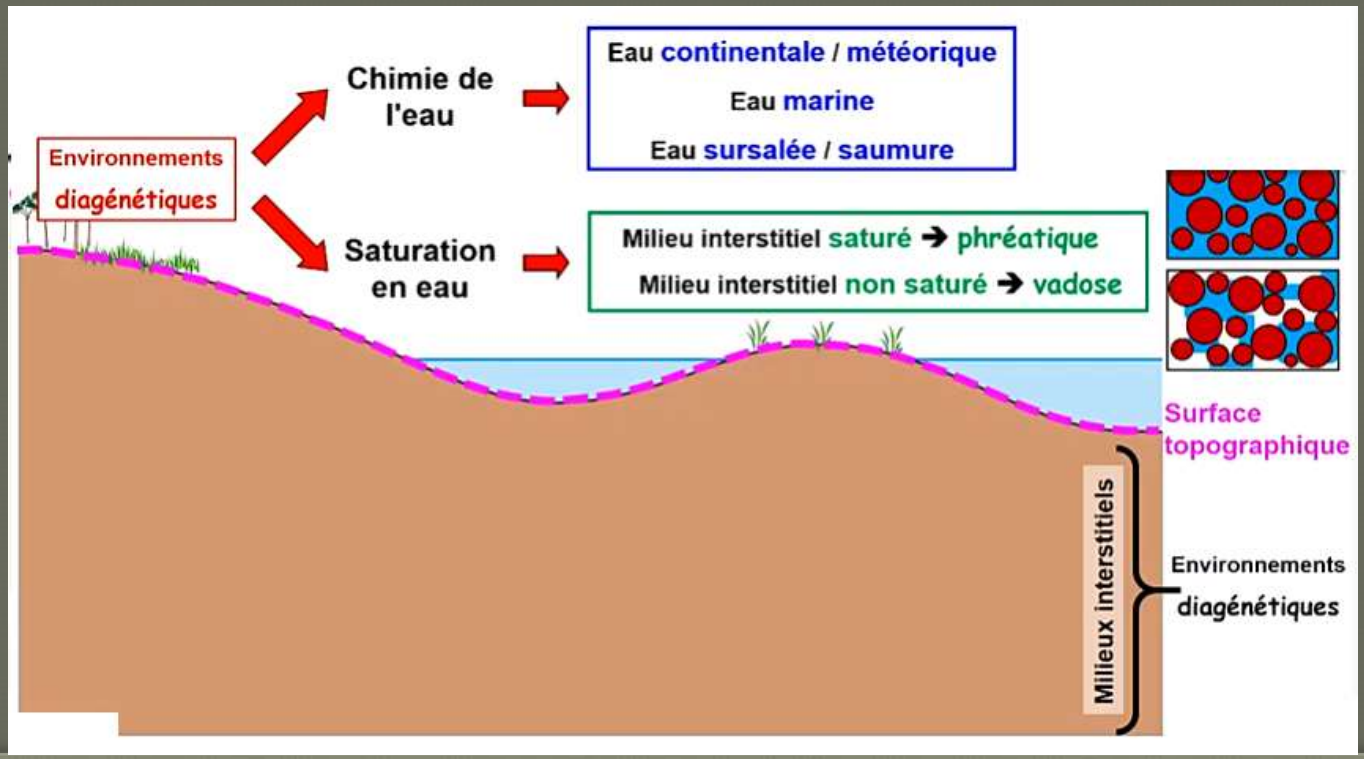
Les environnements diagenitiques superficiels (contact avec les eaux) peuvent être classés en fonction de :

❖ **La chimie de l'eau permet de distinguer trois compositions** :

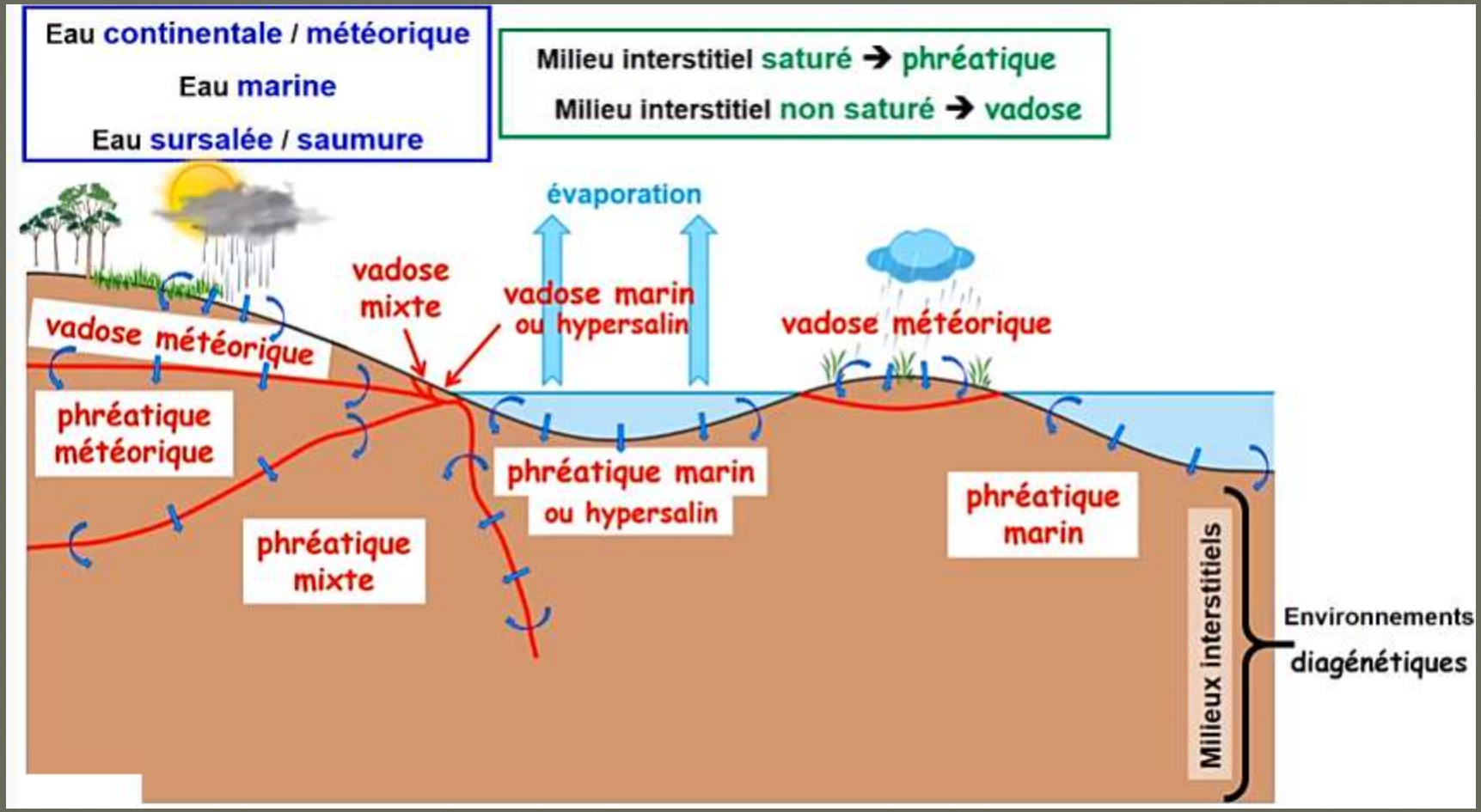
-Eau continentale douce
-Eau marine salée
-Eau des milieux mixtes sursalée .

❖ **La saturation des eaux permet de distinguer deux types de zones :**

- Zone phréatique saturé en eau ;
- Zone vadose non saturé en eau.

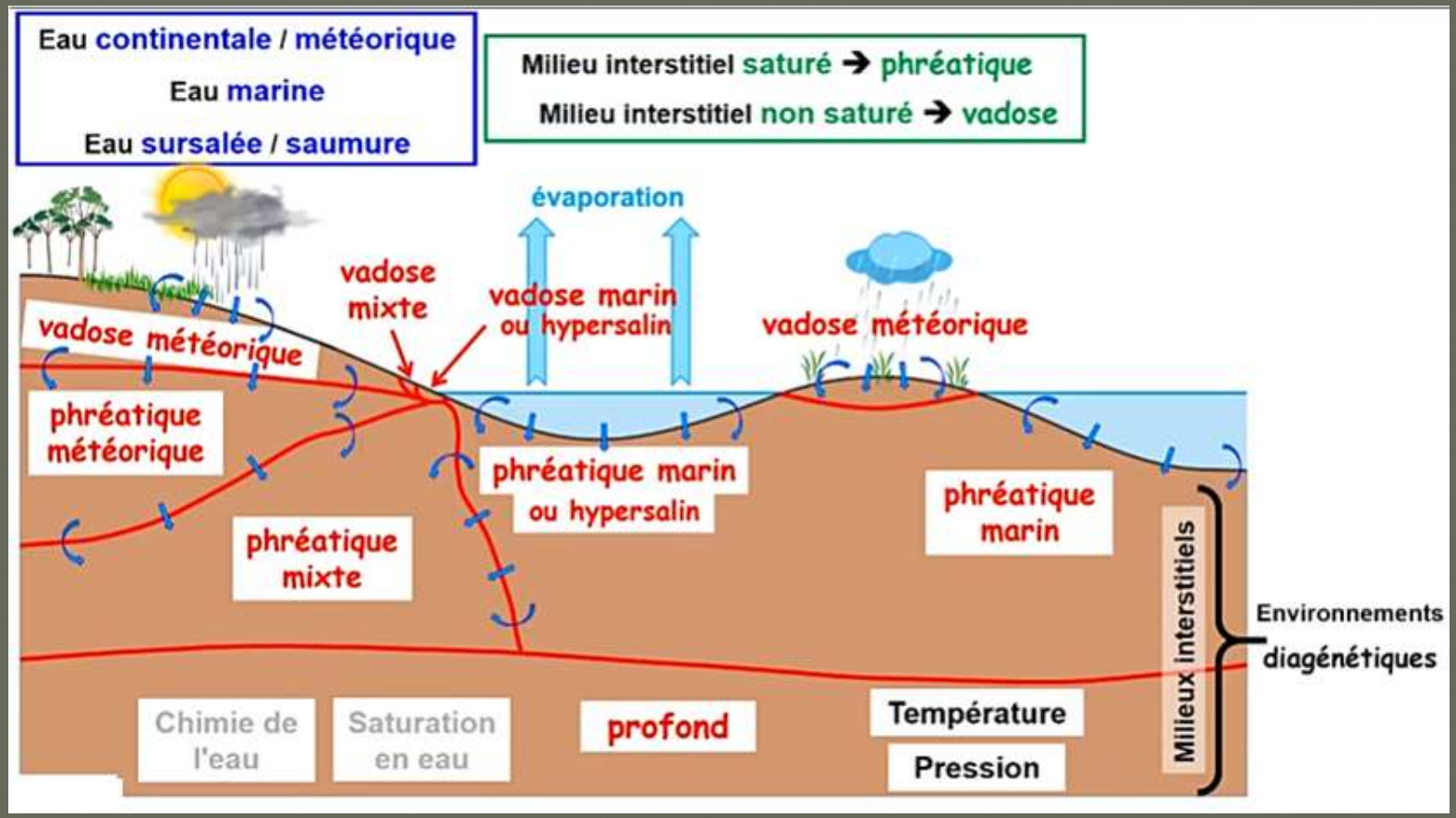


Ces deux paramètres peuvent être combinés pour distinguer plusieurs environnements diagénitiques superficiels :



B – LES ENVIRONNEMENT DIAGENITIQUES PROFONDS

Dans les environnements profonds, la porosité est généralement moindre et l'eau interstitielles est souvent en équilibre chimique avec l'encaissant sédimentaire. La pression et la température deviennent plus importantes dans ces environnements.

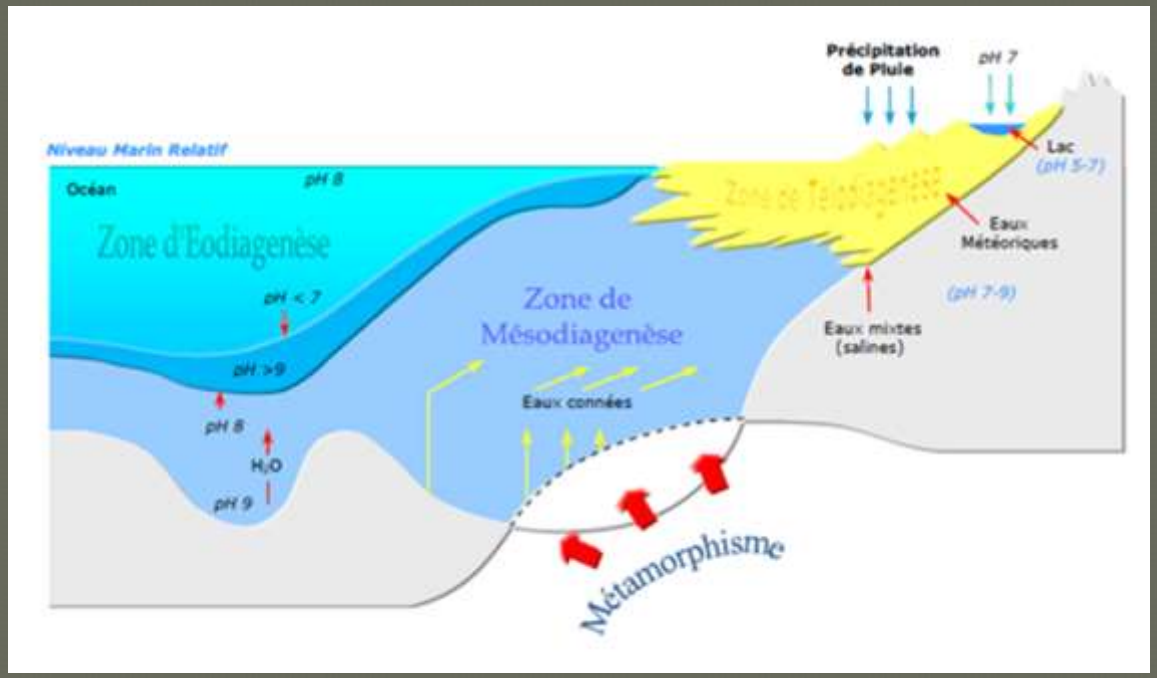


III – LES ZONES DE DIAGENÈSE

-L'éogenèse ou diagenèse précoce : processus qui se produisent dans la tranche superficièlle des sédiments parcourue par les fluides en connection avec la tranche d'eau ;

-La mésogenése ou diagenèse d'enfouissement : processus qui prennent place au cours de l'enfouissement, loin de la zone ou interagissent sédiments et tranche d'eau.

-La télogenèse ou diagenèse tardive : processus qui se produisent lors de la remontée des roches à la surface et qui résultent d'une interaction entre la roche et les eaux météoriques.



IV - PARAMETRES DE LA DIAGÉNÈSE :

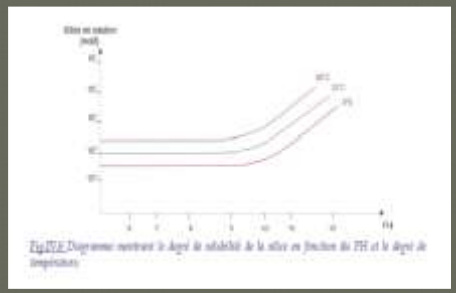
La formation des roches sédimentaires est contrôlée par des paramètres géophysiques et géochimiques :

1 - Les Paramètres géophysiques : La température

Le début de la diagénèse se situe à basse température

- **2°c au voisinage à l'interface eau de mer – sédiment ;**
- **20°c + ou - 10°c en moyenne à la surface de la terre**

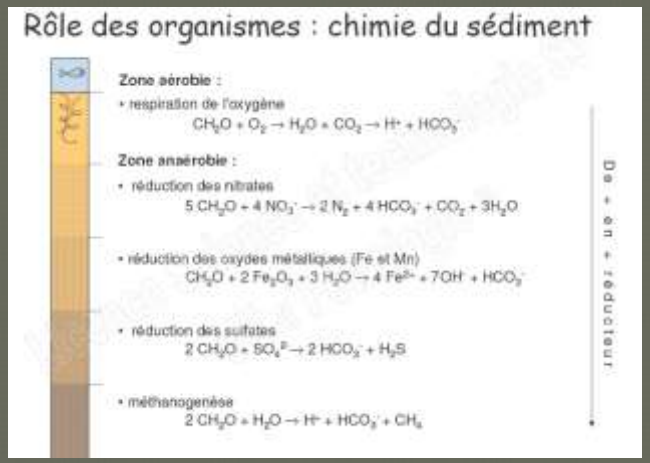
La limite diagénèse-métamorphisme se situe environ de 250°c.



2 - Les paramètres géochimiques :

- **Le pH : qui dépend du climat, de l'activité biologique et du milieu de sédimentation. Acide en surface et devient basique avec l'enfouissement ce qui provoque la dissolution de la silice.**

- **Le potentiel d'oxydo-réduction : positif au début le l'enfouissement (milieu oxydant), négatif dès les premiers centimètres de profondeur (milieu réducteur) et positif après l'émersion des sédiments.**



V - PHENOMENES DIAGENETIQUES

-Décomposition de la Matière organique sédimentaire en matière minérale par oxydation et par biodégradation.

-Compaction mécanique par réarrangement des grains avec parte de volume ;

-Cimentation : précipitation d'une nouvelle phase minérale dans la porosité du sédiment ;

-Dissolution soit par disparition d'une phase (création d'une porosité secondaire) soit par compaction mécano-chimique ;

-Recristallisation qui consiste en une modification de la taille et/ou de l'orientation des cristaux d'un élément figuré, d'une matrice ou d'un ciment ;

-Remplacement : dissolution d'une phase et précipitation simultanée d'une autre phase à la place.

1 - La Décomposition de la Matière organique sédimentaire

La minéralisation du carbone organique en carbone minéral sous la forme de CO2 se fait par :

- Oxydation avec l'oxygène du sédiment ;

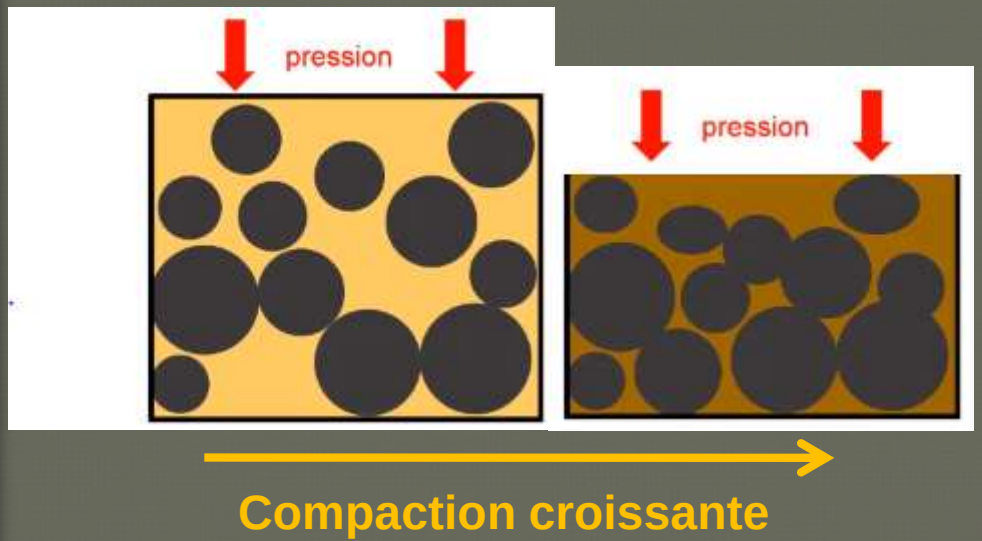
- Biodégradation par action des êtres vivants (Bactéries, champignons, macrofaunes ..).

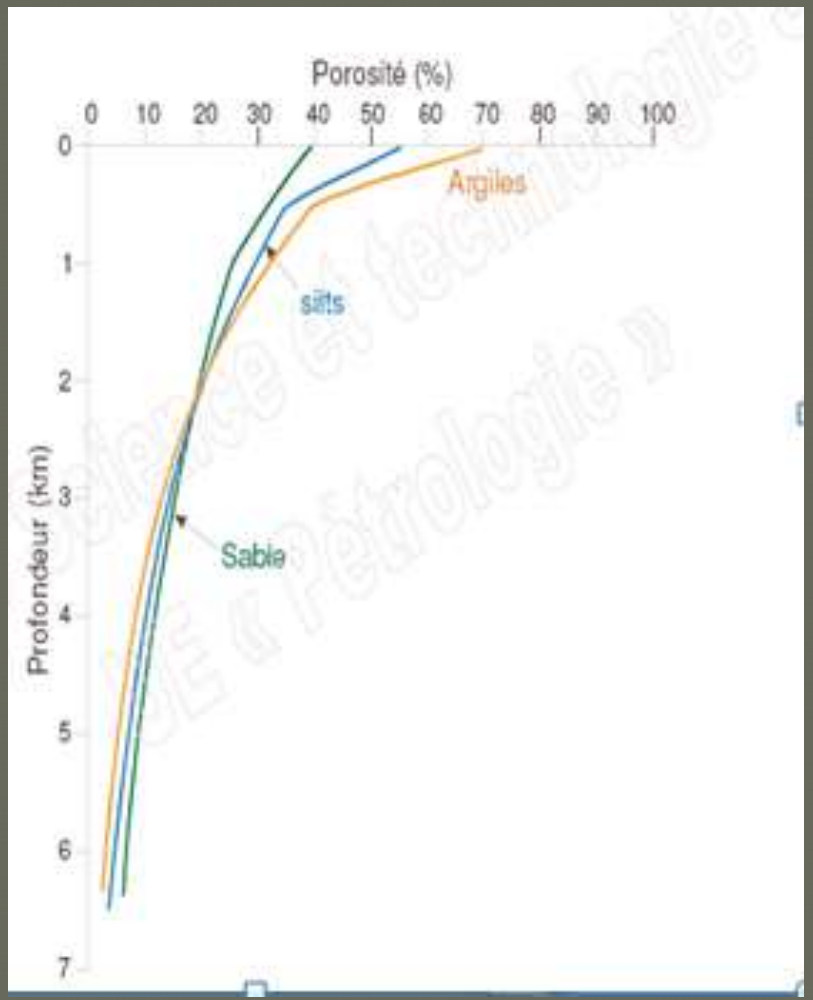
Cette décomposition intervient dés les premiers stades de la diagenèse



2 - La compaction mécanique

C'est la compaction sous l'influence de la pression qui provoque le départ des fluides interstitiels, en général vers le haut, et établit des contact entre particules, favorisant les réactions et les soudures entre les grains et la diminution progressive de la porosité et souvent de la perméabilité. La pression se rapproche de sa valeur lithostatique .





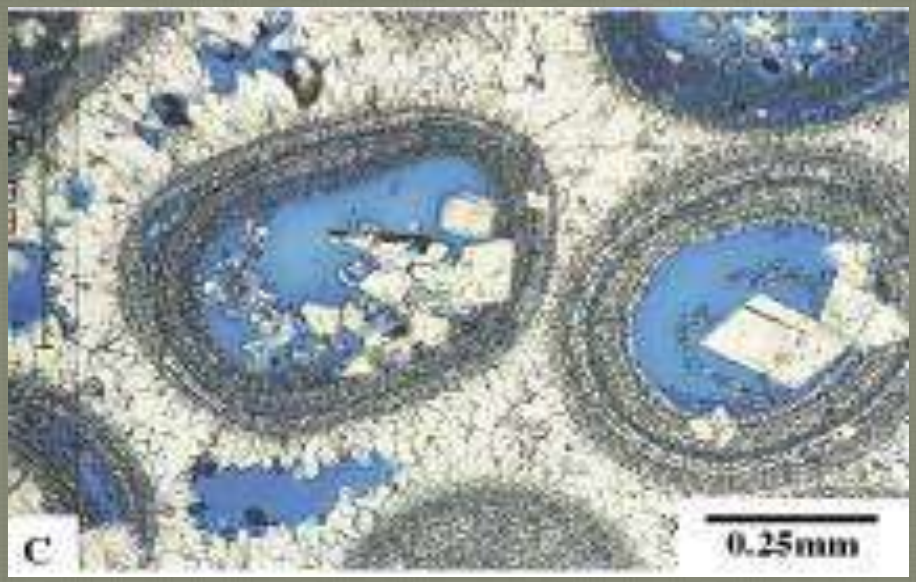
3 - La dissolution

❖ **La dissolution par un fluide sous saturé en éléments chimiques :**

Ces éléments passent de l'état solide à l'état liquide.

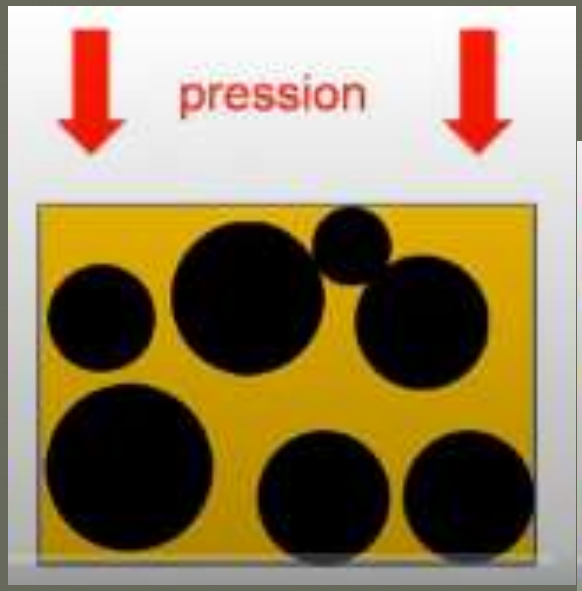
En fonction du chimie des fluides il peut y avoir une dissolution préférentielle d'une certaine minéralogie.

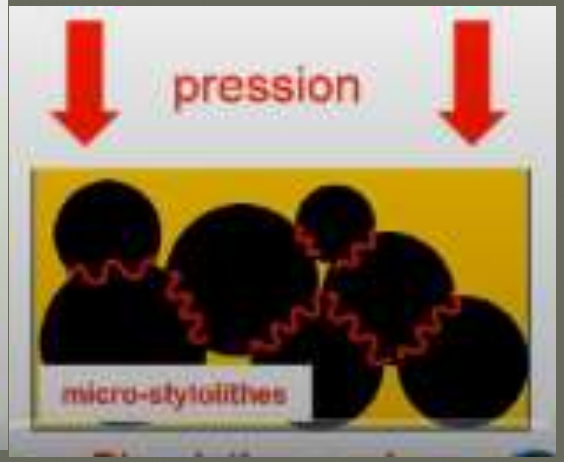
La dissolution d'un substrat ou d'une phase diagénètique préexistante a évidemment comme conséquence une augmentation de la porosité inter et intragranulaire.



❖ Pression - dissolution

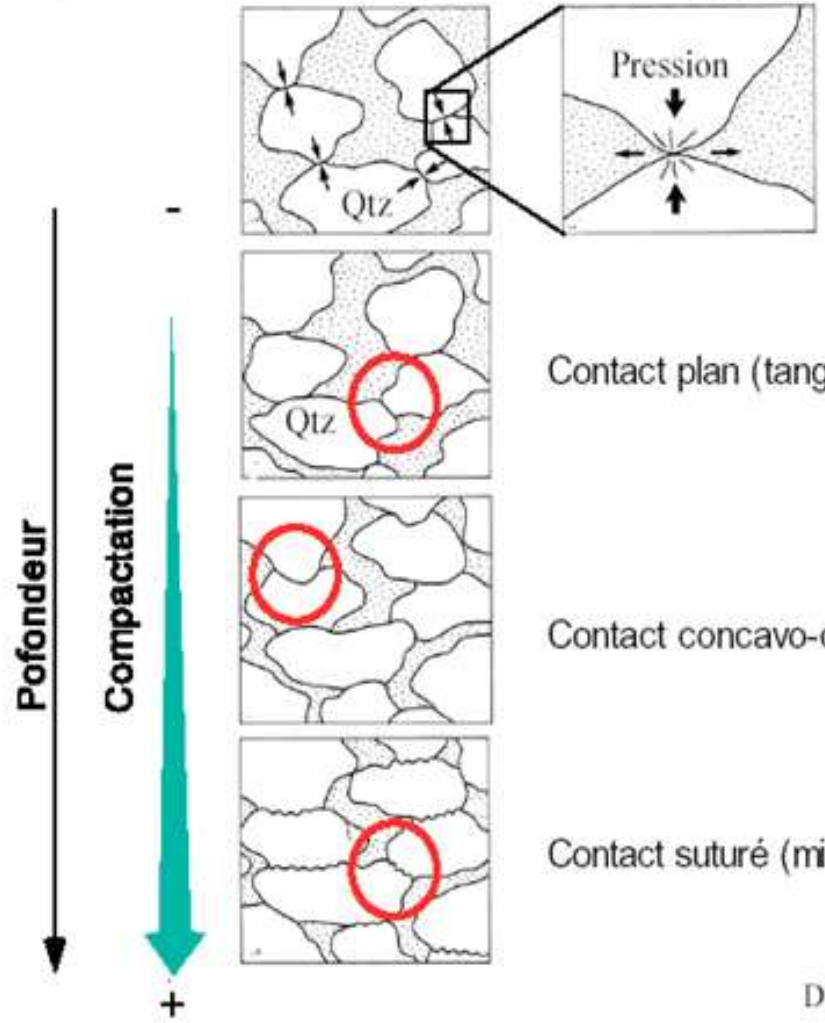
C'est un processus de dissolution suite à une augmentation de la pression au point de contact entre les grains. C'est ce processus qui est responsable du développement de structures de dissolution comme les micro-stylolithes.







La compaction mécano-chimique : les différents types de contacts entre les gr

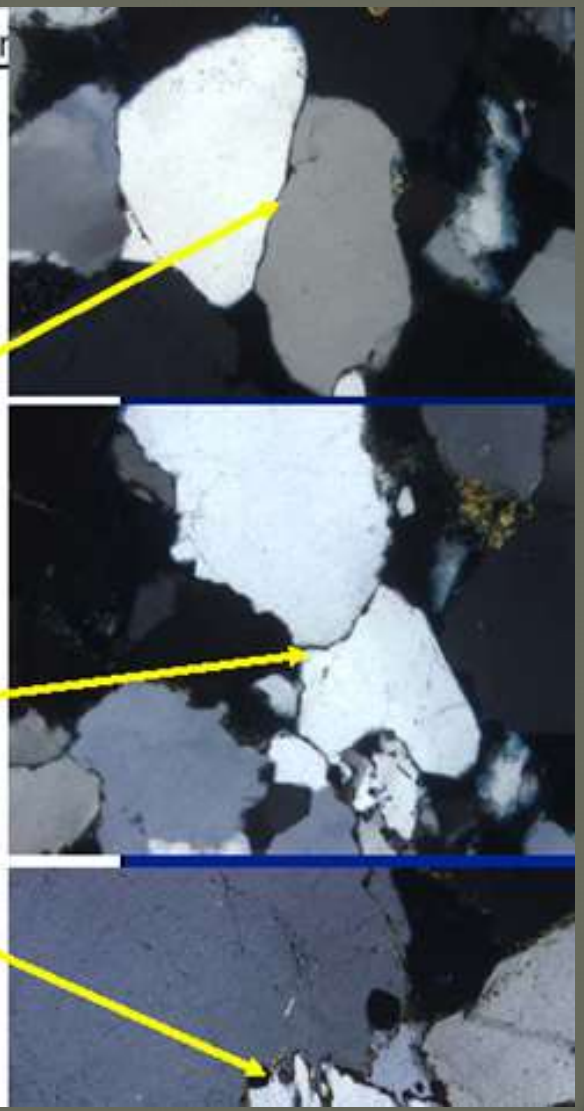


Contact plan (tangentiel)

Contact concavo-convexe

Contact suturé (micro-stylolitique)

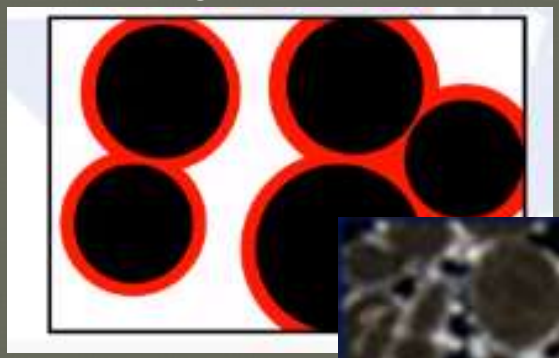
D'après Tucker M. (1988)

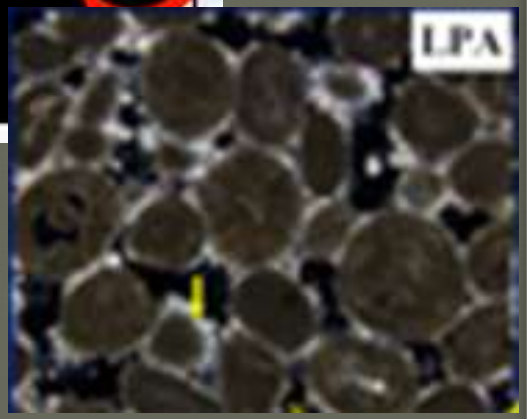


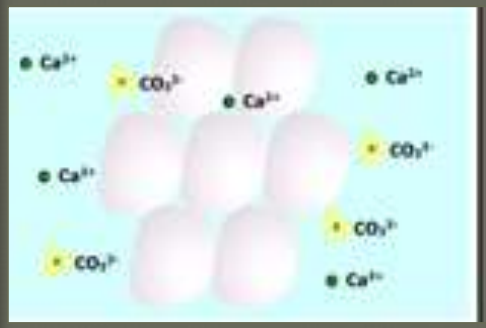
4 - La cimentation ou authigènese

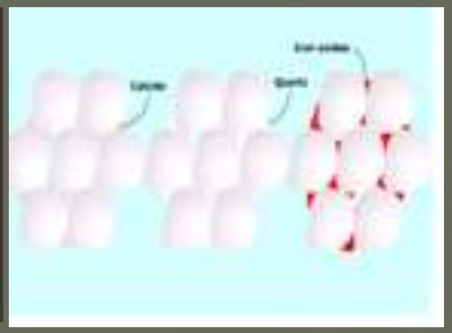
La cimentation ou la cristallisation est la précipitation de la matière à partir des fluides interstitiels sur un substrat et à l' accoissement progressive des cristaux ainsi formés. La cimentation à pour conséquence la disparition progressive de la porosité et la formation du ciment, des concrétion , des nodules et des minéraux authigènes.

Une seule génération de ciment

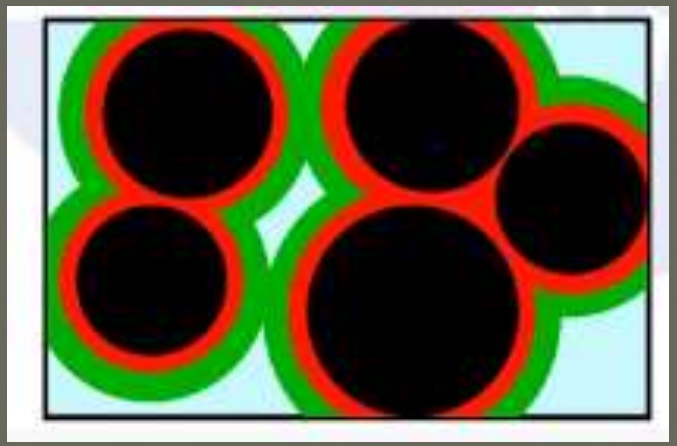






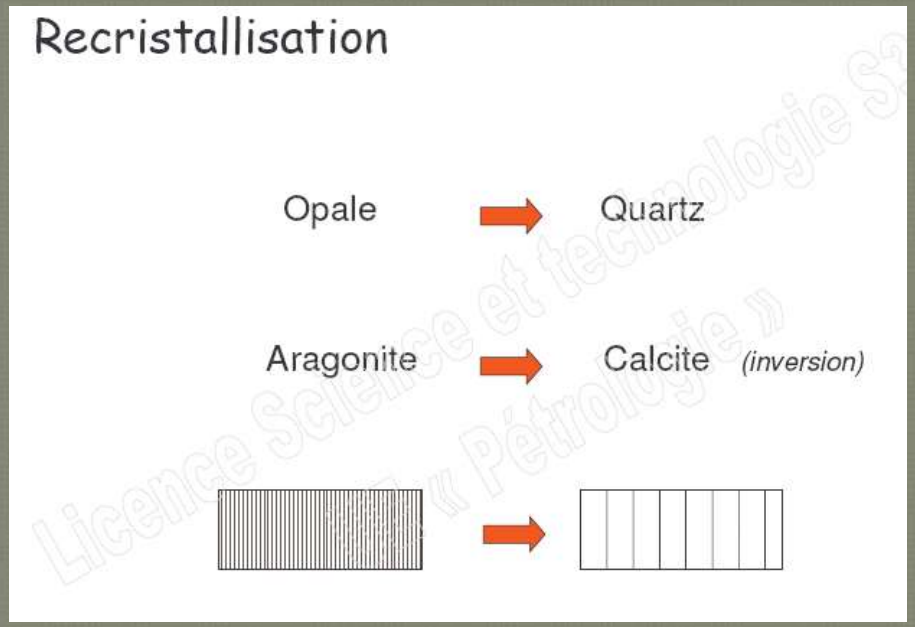


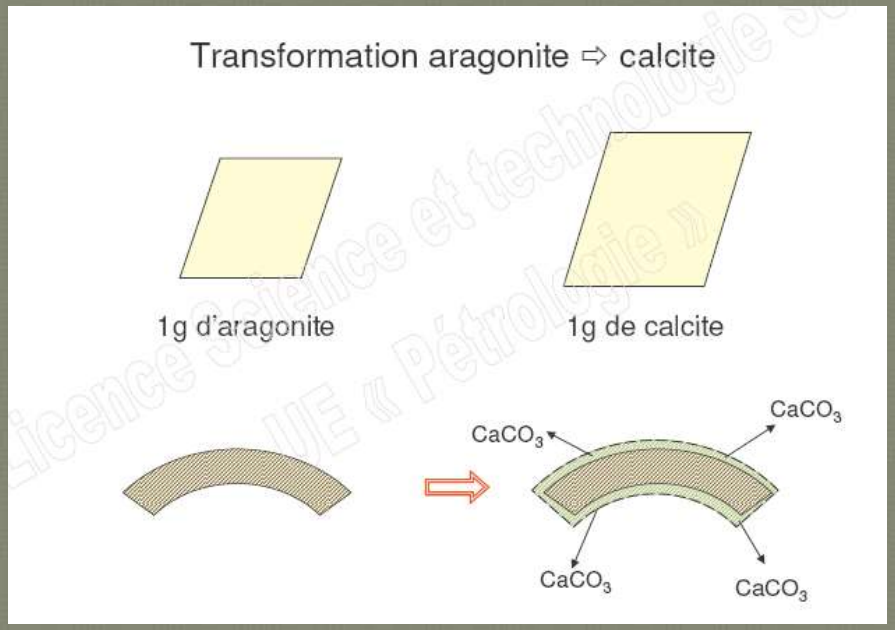
Plusieurs générations de ciments



5 - La recristallisation

Elle implique un changement de cristallinité de la phase préexistante sans modification de sa composition chimique





6 – Le remplacement

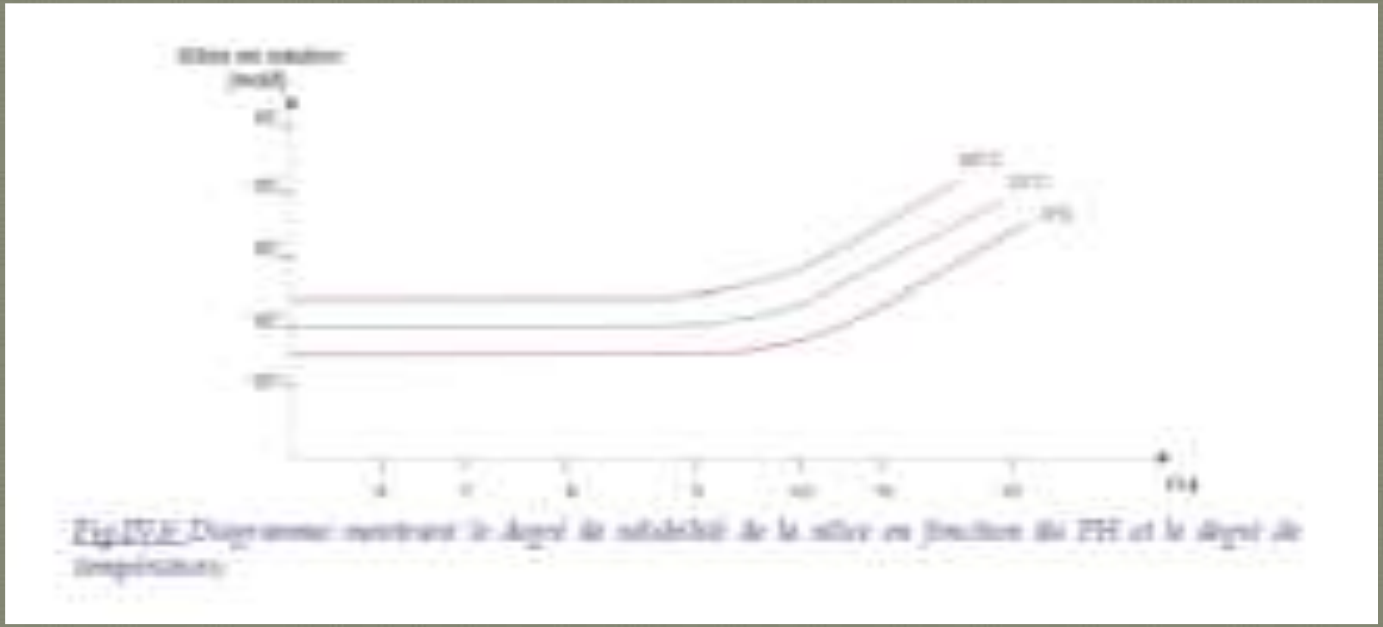
Le remplacement partiel ou total est d'un minéral par un autre, sans changement de sa forme ni de son volume mais avec changement de sa cristallinité et de sa composition chimique (pseudomorphose). La dolomitisation et la silicification sont de bons exemples.

❖ **La dolomitisation : dépend de la richesse en ions Mg++ des solutions interstitielles. Le Mg lorsqu'il est abondant s'introduit dans la maille cristalline de la calcite pour donner de la dolomite . Ce remplacement s'accompagne d'une diminution de volume de 12%. Il y a donc création de fissures qui piègent des hydrocarbures.**

La dolomite de remplacement



❖ **La silicification** est contrôlée par la température et le pH. Une solution à pH basique dissout la silice, mais si cette solution atteint des zones acides, la silice précipite ou remplace certains éléments.



Les phénomènes diagenitiques sont connectés les uns aux autres . Certains peuvent induire ou inhiber des transformations diégenitiques d'autres phénomènes.

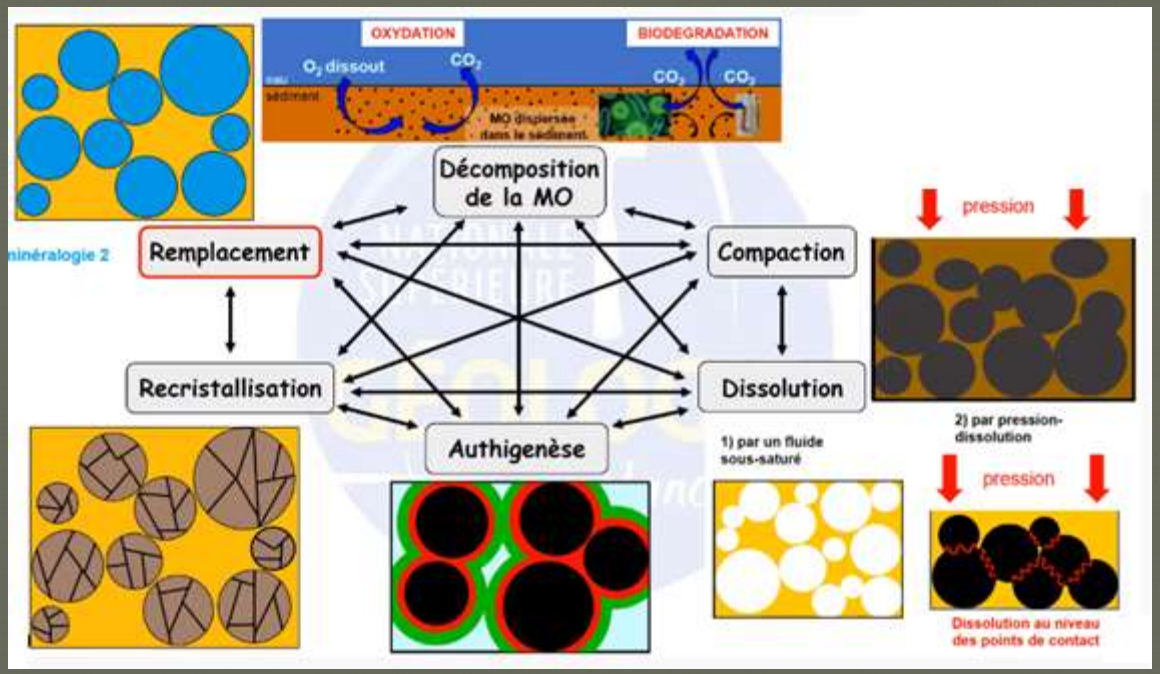
L'intensité et la nature de ces transformations dépondent :

- La nature du sédiment initial :

* **Composition chimique et minéralogique**
* **La granulométrie, porosité et de la perméabilité**

- Paramètres diagenitiques :

* **La chimie des fluides (eau)**
* **La température et la pression.**



VI – Les étapes de diagénèse

Au cour de l'histoire diagénitique des sédiments, les divers paramètres et processus responsables de l'évolution diagenétique des sédiments ne sont pas réunis de façon aléatoire mais dans un ordre plus ou moins précis :

- La température et la pression varient de manière linéaire avec la profondeur.

- Le potentiel d'oxydo-réduction défini des limites nettes entre la zone d'oxydation et la zone réductrice dans la diagénèse précoce.

Les combinaisons entre les divers paramètres permettent de distinguer 4 grandes étapes de diagénèse dont la durée est globalement croissante .

L'étape I

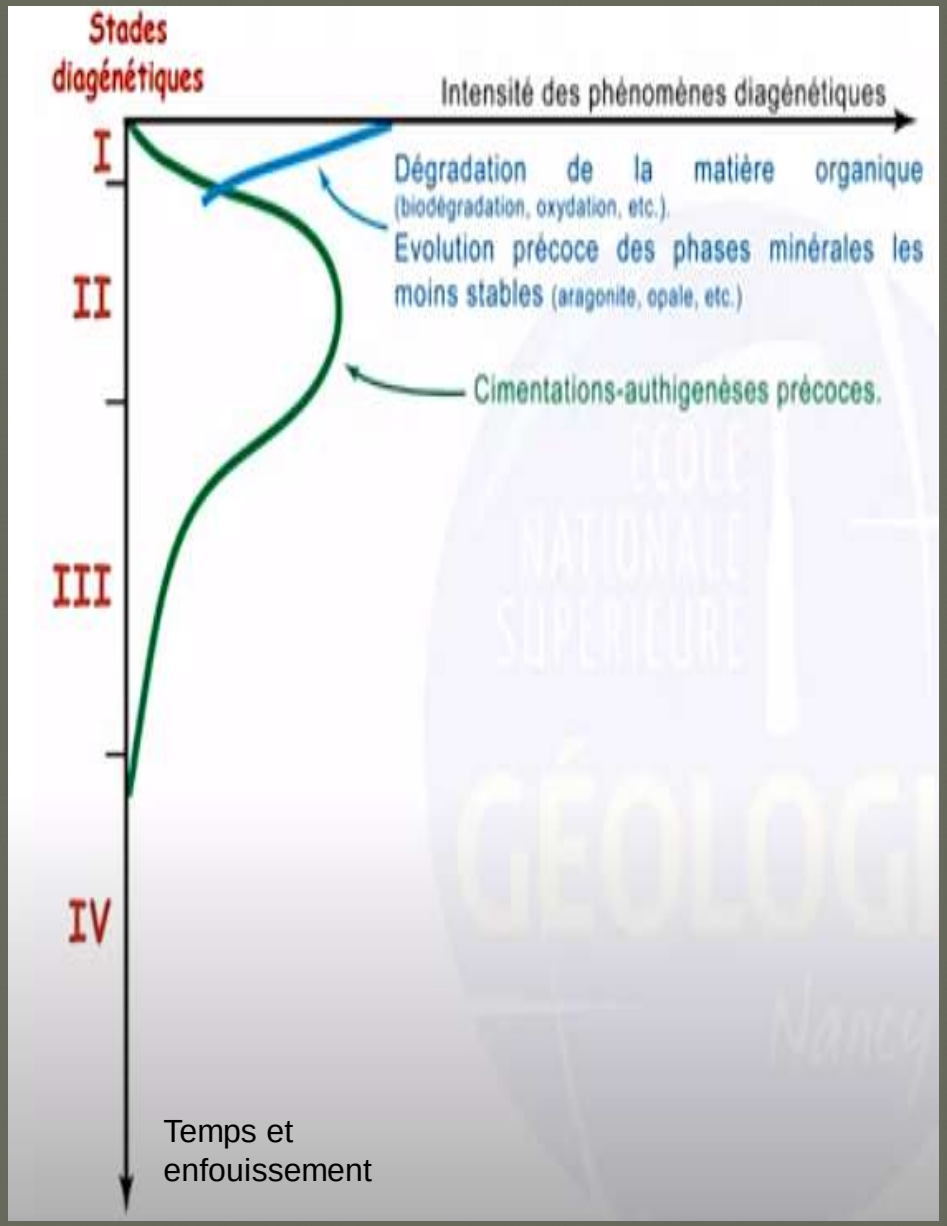
- C'est une zone d'oxydation (PH acide) ou l'activité bactérienne est intense et les apports organiques abondants ;

- La matière organique détritique se minéralise rapidement par biodégradation et par oxydation ;

- Dégagement gazeux de CO_2, H_2S (sulfures d'hydrogène) et NH_3 (ammoniac).

- Les phases minérales les moins stables vont soit se dissoudre soit se remplacer par des minéraux plus stables tel que la calcite et la calcédoine ;

- Début d'authigenèse (formation locale des minéraux comme le gypse).



L’étape II :

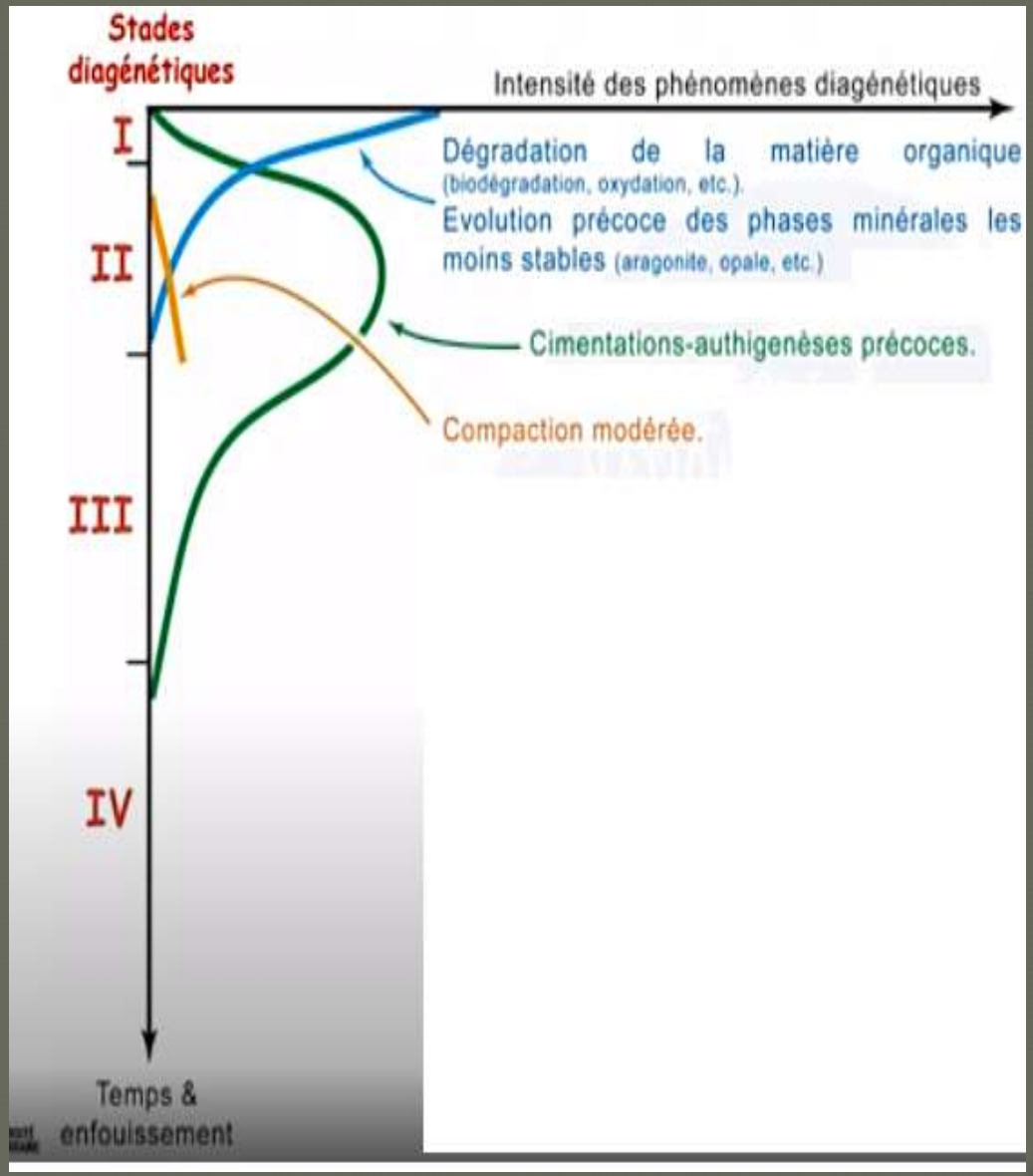
- C’est une zone réductrice ou la vie anaérobique domine ;

-C’est une zone ou le pH peut atteindre des valeurs qui permettent la dissolution de la silice (PH basique) ;

- Au cour du stade I et surtout au stade II vont survenir les premières cimentations dans le matériel sédimentaire ;

- Le sédiment va se compacter sous le poids des sédiments sus - jacents ;

- L’ensemble I + II est le domaine de la diagenèse précoce sa limite se situe entre 1 et 100m.

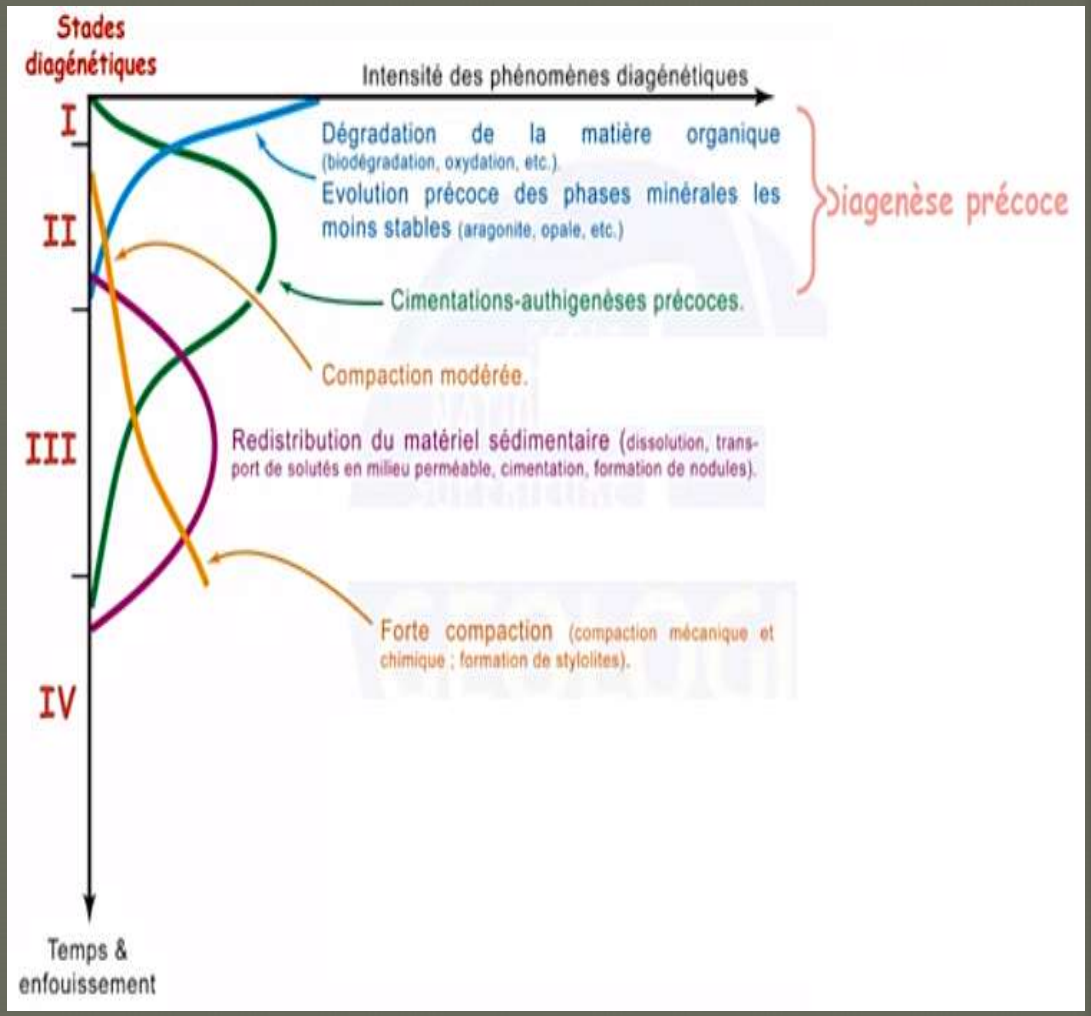


L'étape III :

- Elle se caractérise par des cimentations importantes dans les pores et par des remplacements de phases minérales parfois sous forme de nodules ;

- Elle marque le début de la compaction mécano- chimique avec redistribution du matériel dans le sédiment ;

- Les gradients géothermiques (pression et température) commencent à prendre de l'importance dans les transformations diagénitiques.



Etape IV :

- Le sédiment se compacte fortement ce qui contribue à expulser l'eau qui se trouve fortement liée aux minéraux par capillarite. Ceci provoque la déshydratation très poussée des minéraux réduisant fortement la porosité du sédiment ;

- Cette étape est marquée par des recristallisation et elle passe au métamorphisme au-delà de 1000 m.

