

CHAPITRE 1

LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES (Exemple de l'île de la Réunion)

Les paysages de la Réunion (avec ses cirques, pitons, ravines, cascades et remparts) ont reçu le Label « Patrimoine mondial de l'UNESCO ». Ces paysages sont ainsi reconnus comme des richesses pour l'humanité. Ces paysages uniques au monde sont le résultat d'une transformation lente de l'île depuis sa formation, il environ 4 millions ans.



Document 1 : Rempart et cascades (trou de fer Salazie)

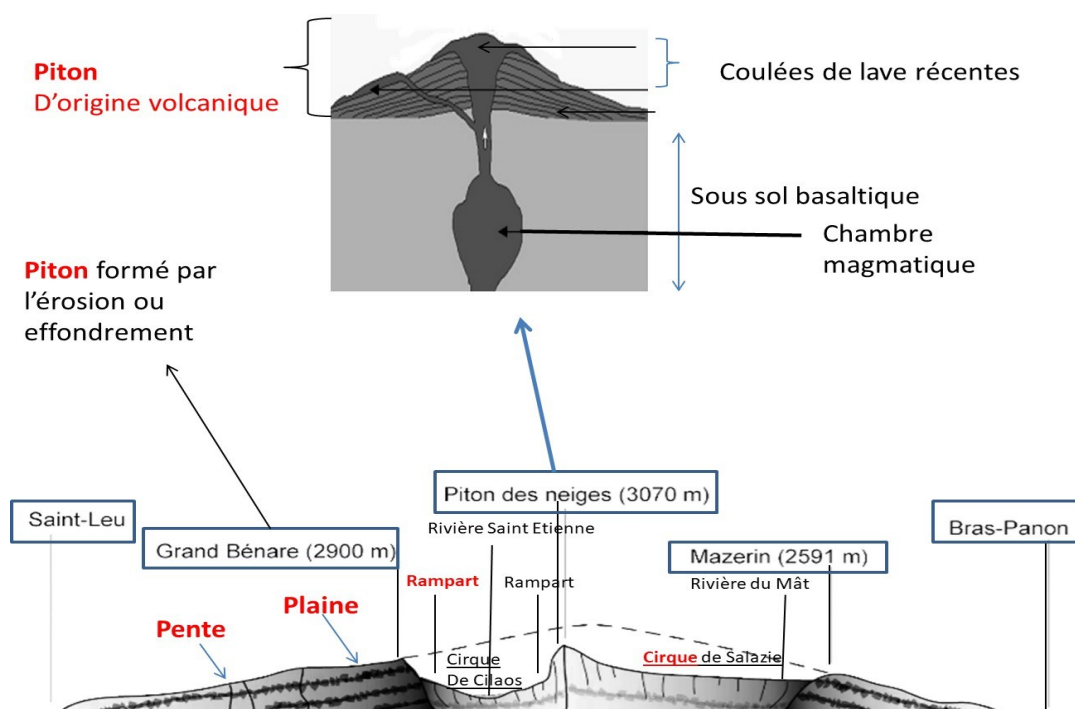


Document 2 : Remparts, pitons, llets (Cirque de Salazie)

I. La diversité des paysages

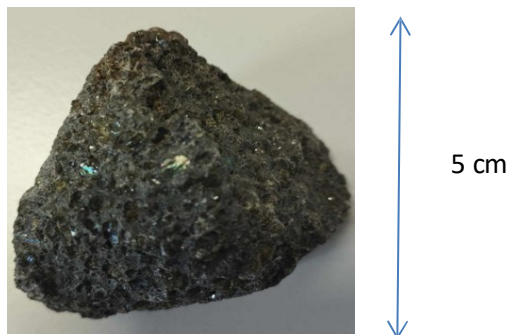
TP 1 : La diversité des paysages de l'île de la Réunion

Les paysages de la Réunion (avec ses remparts, ses cirques, ravines et pitons) sont donc liés à l'origine volcanique de l'île et des précipitations intenses. Ces paysages sont le résultat d'une lente transformation liée à l'érosion des roches basaltiques.

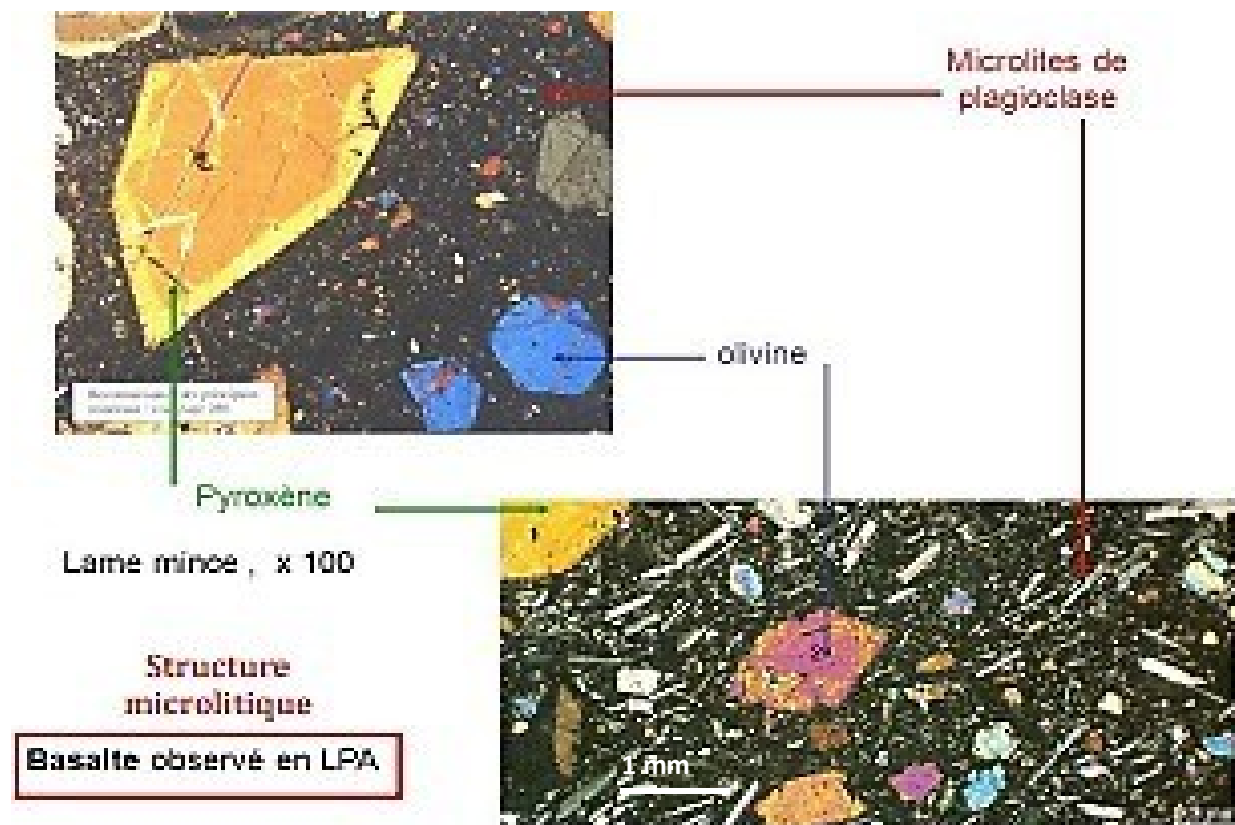


Document 3 : Volcanisme, érosion et éléments du paysage.

Les principales roches de la Réunion sont des basaltes à olivine. **Les basaltes sont des roches volcaniques** de couleur sombre. Comme toutes roches volcaniques, elles **ont une structure microlithique**. La structure microlithique est liée à **un refroidissement rapide du magma** en surface.



Document 4 : Photo de basalte à olivine



Document 5 : Observation de lame mince de basalte à olivine au microscope polarisant

Les paysages avec ses remparts, ses cirques, ravines et pitons de la Réunion sont donc liés à l'origine volcanique de l'île et des précipitations. **Les précipitations et le climat chaud sont à l'origine d'une lente transformation de la surface.**

Problématique : Comment se réalise la transformation de la surface de l'île ? Comment cette transformation façonne-t-elle les paysages de l'île ?

SORTIE SUR LE TERRAIN : Mare à Poule d'eau-Berges de la Rivière du Mat (route de Hell-Bour, Parc boisé de Bras RDMH, Cressonnière RDMB)

Production attendue et évaluation : Un compte-rendu vidéo de 10 mn + compte rendu en version pdf.

II. Erosion et évolution du paysage

L'érosion est un phénomène géologique qui déplace des matériaux arrachés aux roches en place et modifie le relief.

Ce processus s'associe à une transformation des roches appelée altération.

TP 2 : L'eau et l'altération des roches (Exemple des basaltes)

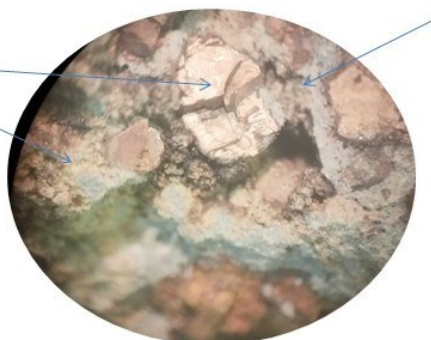
1) Altération des roches et érosion

a) L'eau et l'altération chimique des roches

Couleur : ocre ou couleur d'argile

Cristaux en cours de transformation en argile

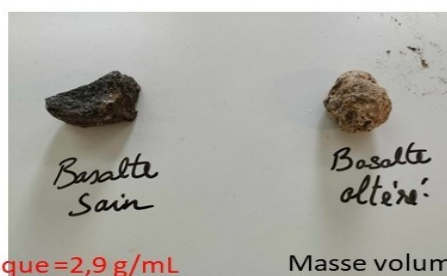
ROCHE FRIABLE
ROCHE PEU
COHERENTE



Verre transformé en argile

Masse volumique =
1,35 g/ml

Document 6 Observation d'un basalte altéré à la loupe binoculaire(x20)



Masse volumique = 2,9 g/mL

Masse volumique = 1,35 g/mL

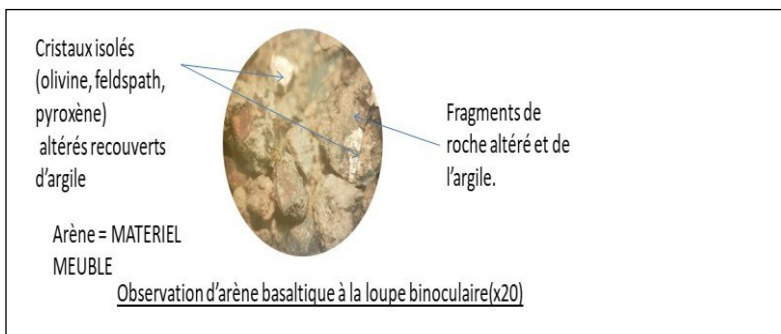
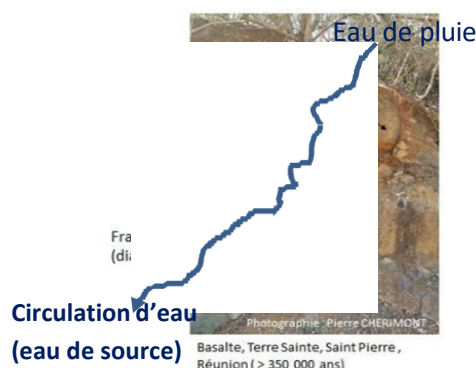
Document 7 : Masses volumiques de basalte sain et balte altéré

Je constate que la masse volumique d'un basalte altéré est plus faible.

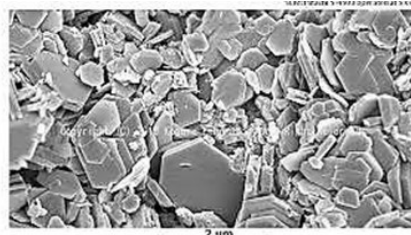
Je sais que toute forme de matière est formé d'éléments chimique ou atomes.

Je déduis que la roche à perdu des éléments chimiques.

Le basalte altéré est très friable et se désagrège facilement par action mécanique. Le produit de cette désagrégation est appelé un sable appelé « arène ».



Document 8 : eau et altération du basalte

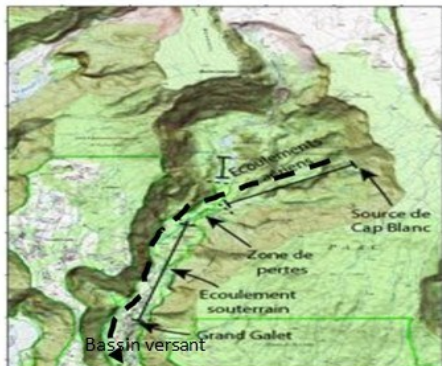


Observation d'argile Kaolinite au microscope électronique (x20 000)

L'argile est une famille de minéraux, comme l'olivine, le pyroxène et le feldspath. Il s'agit ici de la kaolinite.

Nous cherchons à préciser le mécanisme d'altération du basalte.

Les minéraux du basalte sont enrobés d'argile. Ce constat suggère que l'argile se forme par transformation des minéraux.



La Rivière Langevin est une des trois rivières majeures du massif du Piton de la Fournaise. Son bassin versant hydrogéologique mesure environ 53 km² dont seulement une partie est localisée en amont de Grand Galet. La partie amont du bassin versant est alimentée par une pluviométrie importante oscillant entre 3 et 5 m/an selon les endroits. La très forte perméabilité des formations géologiques de surface entraîne une forte infiltration d'eau de pluie qui alimente d'importantes sources perchées comme celle du Cap Blanc.

Minéral	Composition chimique
 Olivine	(Mg, Fe) ₂ SiO ₄
 Pyroxène	(Ca,Mg)SiO ₃
 Feldspath plagioclase	CaAl ₂ Si ₂ O ₄ (anorthite) NaAl ₂ Si ₂ O ₄ (Albite)
 Kaolinite (argile)	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈

Document 1 : Source d'alimentation en eau de la rivière Langevin

	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Si ⁴⁺ ;2O ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)
Eau de pluie (Piton de la Fournaise)	1,31	0,44	1,72	0,27	4,27	0,95	0,12
Eau du bassin versant de la Rivière Langevin	7,1	1,9	10,4	7,63	5,55	39,1	25,52

Document 2 : Quelques données de d'analyse (en ions)

<https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-57638-FR.pdf>

<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/td-cycle-du-carbone1.xml>

Document 3 : Formules chimiques de quelques minéraux.

Document 9 : L'eau et transformation chimique des minéraux

Je constate que l'eau de pluie et l'eau des rivières ont une composition différente.

Je sais que les sources qui alimentent les rivières correspondent à l'eau de pluie après une circulation lente et souterraine dans la roche, à la Réunion, essentiellement des basaltes. L'eau de source est plus riche en ions (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Na⁺ et aussi en Si⁴⁺ et O²⁻).

Je déduis que Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Na⁺ et aussi en Si⁴⁺ et O²⁻ ont été prélevés aux basaltes d'autant plus que ces éléments sont présents dans le minéraux du basalte.

CHERIMONT Pascal

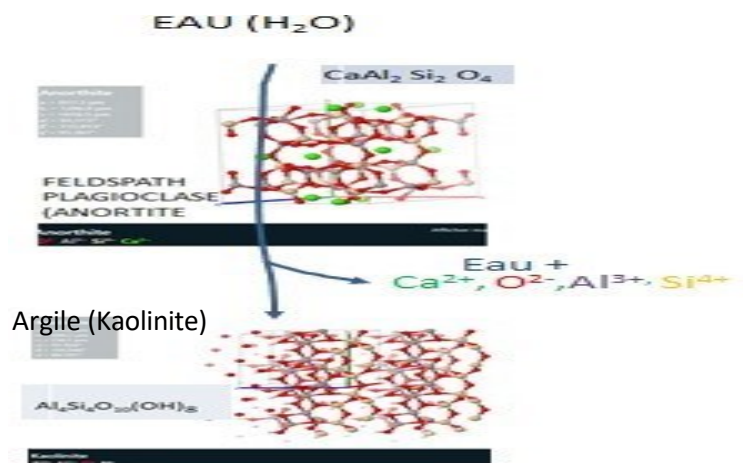
Une étude de la composition des minéraux du basalte avec le logiciel « Minusc » montre que les minéraux sont des assemblages d'atomes.

Ces atomes correspondent aux ions présents dans l'eau qui proviennent de la roche.

Je constate également que l'argile formé contient de l'eau sous forme de groupement OH. L'eau intervient donc dans la formation d'argile par prélèvement d'ions et transformation des minéraux en argile. **On parle d'altération chimique.**

Exemple de l'altération des feldspaths plagioclase du basalte

Dissolution partielle du minéral et sa transformation en argile.



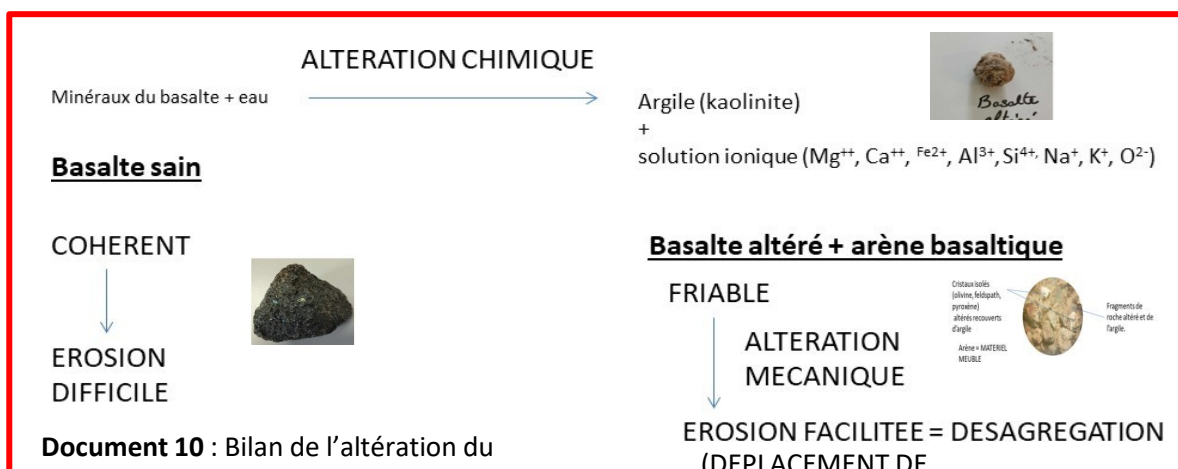
Document 9 : L'eau et la transformation des minéraux en argile

L'argile qui se forme autour des minéraux fragilise la roche et la rend friable. La roche se désagrège et la circulation d'eau déplace les produits de l'altération.

b) L'eau et l'altération mécanique des roches

L'eau en plus de déplacer les ions enlevés à la roche (solution ionique), déplace les produits solides issus de la ségrégation des roches sur des grandes distances par les rivières.

Ce processus de désagrégation ou altération mécanique, le déplacement des produits d'altération (ions et particules) et leur dépôt ultérieur est appelé érosion

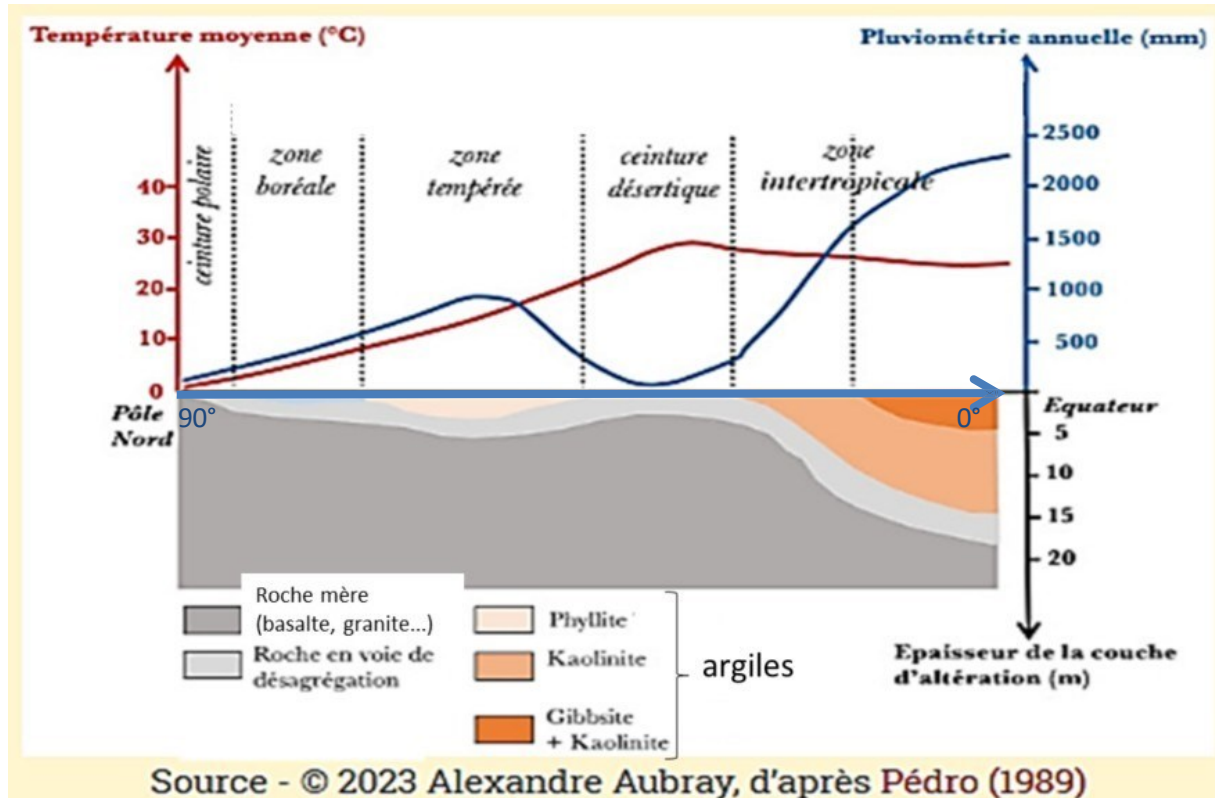


L'eau est le principal agent de l'altération et de l'érosion.

c) Les facteurs qui conditionnent et l'érosion

➤ **le climat**

L'abondance de la couverture argileuse en surface est considérée comme un indicateur de l'altération des roches mères (diagramme de Pédro).



Document 11 : Diagramme de Pédro modifié

Je constate que l'altération des roches mères diminue avec la latitude. Très faible dans les régions polaires, modérée dans les régions polaires et très fortes dans les régions tropicales.

Je sais que la température diminue avec la latitude.

Je peux donc supposer que l'altération est favorisée par la température. Elle est plus intense en milieu tropical avec formation d'argile kaolinite.

Le type d'argile présent dans les sédiments et les roches sédimentaires sont des indicateurs du climat. Il permet donc également d'identifier un climat ancien.

➤ **La présence d'un couvert végétal**



Document 12 : Les plantes, altération et anti érosion

<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/lmg552-2016-12-05.xml>

Les racines des plantes fracturent la roche mère et favorise la circulation d'eau dans la roche et donc son altération chimique

Les racines des plantes ralentissent l'érosion par l'eau. Un couvert végétal favorise la formation des sols et son maintien

Les plantes par leurs racines favorisent l'altération des roches mais limitent l'érosion

➤ **La résistance des roches à l'érosion**

La résistance à l'érosion se voit dans le paysage.

Le paysage de lit de rivière varie selon le selon les roches traversées. On peut observer des paysages de ravine ou de Canyon.



Paysage de ravine



Paysage de canyon

Document 13 : Les roches faces à l'érosion

Le paysage de ravine s'observe dans des terrains de faible résistance à l'érosion. C'est le cas dans les cirques dans les terrains eux-mêmes issus de l'érosion (Cirques) ou les roches qui ont subi une forte altération.

Le canyon s'observe dans les roches dures (coulées de basaltes non altérées).

L'érosion dépend de la dureté de la roche qui détermine sa résistance
Une roche à faible dureté résiste moins à l'érosion
Une roche dure résiste à l'érosion par l'eau

III. L'eau et le transport des produits de l'érosion



Document 14 : Eau et transport des produits d'érosion

Une rivière coule d'avant en aval (**amont** = zone de haute altitude ; **aval** = zone de plus basse altitude)

La rivière transporte les produits de l'érosion d'amont en aval. **Les produits d'érosion sont des produits détritiques. Lorsqu'ils sont transportés par l'eau, ils sont appelés alluvions.**

Les alluvions ou sédiments sont classés en fonction de leur taille

Diamètre(mm)	> 256	256 - 64	64 - 2	2 - 1/16	1/16 - 1/256	< 1/256
Sédiment	Blocs	Galets	Graviers	Sables	Limons	Argiles

Document 14

Classification
granulométrique des
particules alluvion

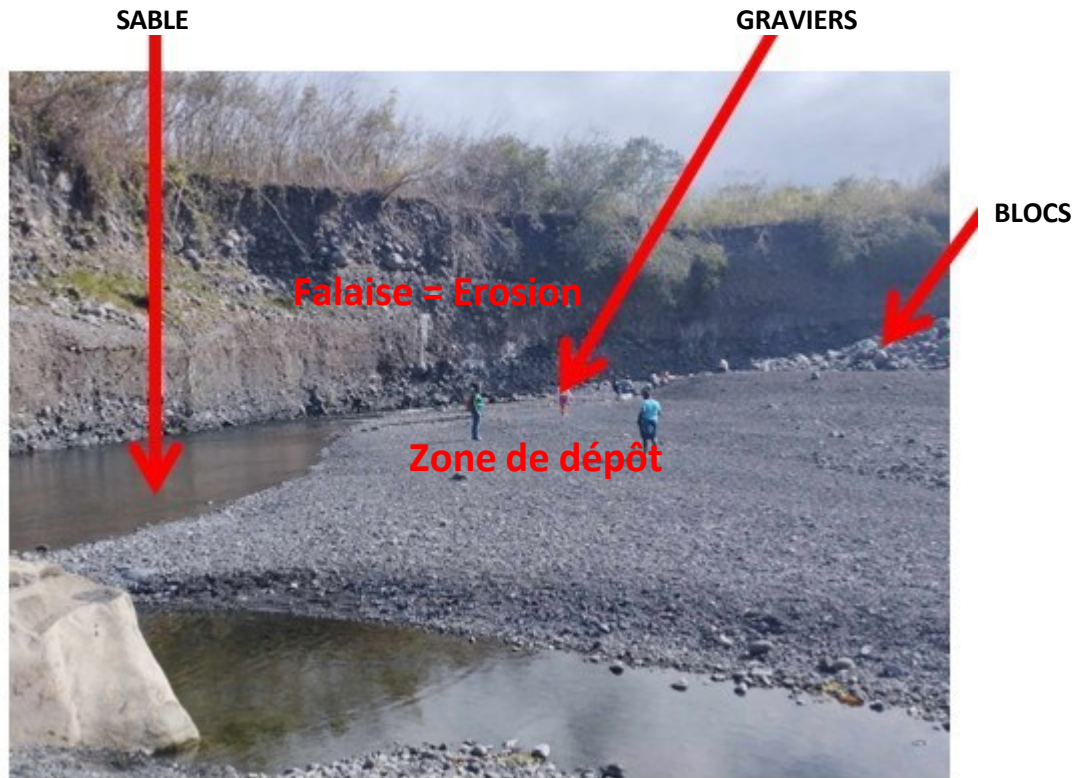


L'eau transporte également des ions en solution

La nature des alluvions témoigne de la roche mère qui a subi l'érosion.

IV. Dépôt des sédiments et formation des roches sédimentaires

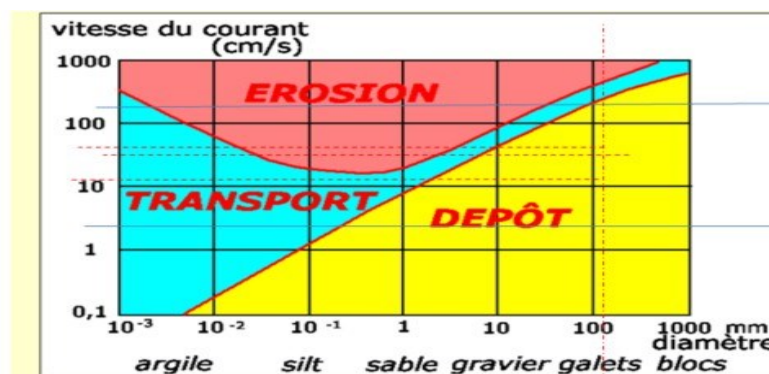
Des observations de terrain et des expériences permettent de mettre en relation, érosion, transport, dépôt, taille des sédiments et vitesse de courant des rivières.



Document 15 : Zone de dépôt d'alluvions de rivière

La zone d'érosion correspond à une vitesse de courant importante et la zone de dépôt à une zone de vitesse plus faible. La vitesse est d'autant plus faible lorsqu'on se rapproche de la rive. Cette variation de vitesse se traduit par un tri de la taille des alluvions. Le sable correspond à une zone de très faible vitesse.

Ce phénomène a été décrit par les expériences d'Hjulström, dont les résultats sont présentés sous la forme d'un diagramme.



Document 16

Diagramme de Hjulström (simplifié)

<https://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours-sed/sed-4.htm>

Exercice

A partir du diagramme de Hjulstrom, compléter les propositions suivantes :

- Plus les particules deviennent de plus en plus grandes, plus elles subissent

.....**Dépôt**.....

- Plus le courant devient de plus en plus rapide , plus les particules subissent

.....**Erosion**.....

- Une particule de 10 mm va subir**Dépôt pour une vitesse de courant comprise entre 0,1 et 60 cm/s**.....

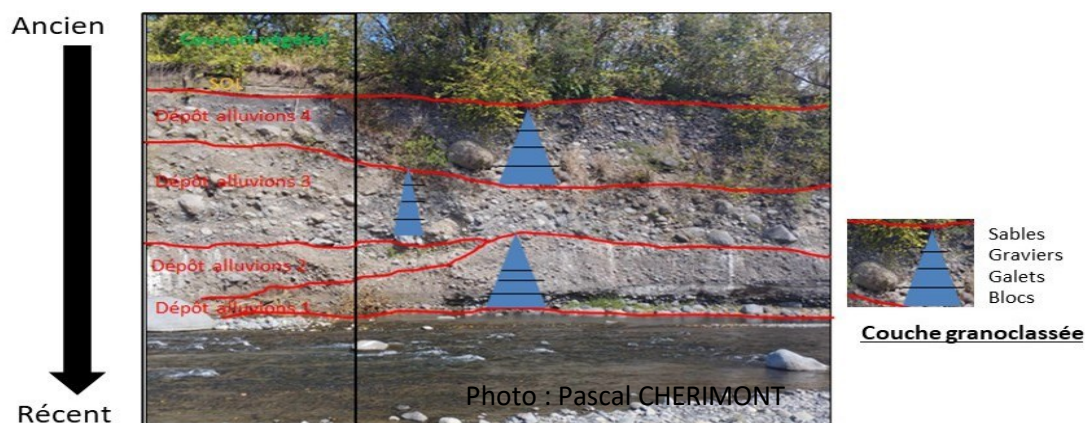
.....**Transport pour une vitesse de courant comprise entre 60 et 80 cm/s**.....

.....**Erosion pour une vitesse de courant supérieure à 80 cm/s**.....

lorsque la vitesse du courant décroît de 500 cm/s jusqu'à 10 cm/s. **Erosion=> transport => dépôt**

- lorsque la vitesse du courant est de 5 cm/s, une particule de 0,5 mm va subir**dépôt**.....

Dans une zone où le courant devient nul, le dépôt des particules dépend de leur masse (de leur taille). **On observe alors un granoclassement.**



Les alluvions de rivière quelque soit la taille ont une ébouissée plus ou moins arrondie

Les épisodes de dépôt peuvent être repérés. Un épisode se présente sous la forme d'une couche granoclassée.

Les alluvions ou sédiments sont classés en fonction de leur taille

Diamètre(mm)	> 256	256 - 64	64 - 2	2 - 1/16	1/16 - 1/256	< 1/256
Sédiment	Blocs	Galets	Graviers	Sables	Limons	Argiles

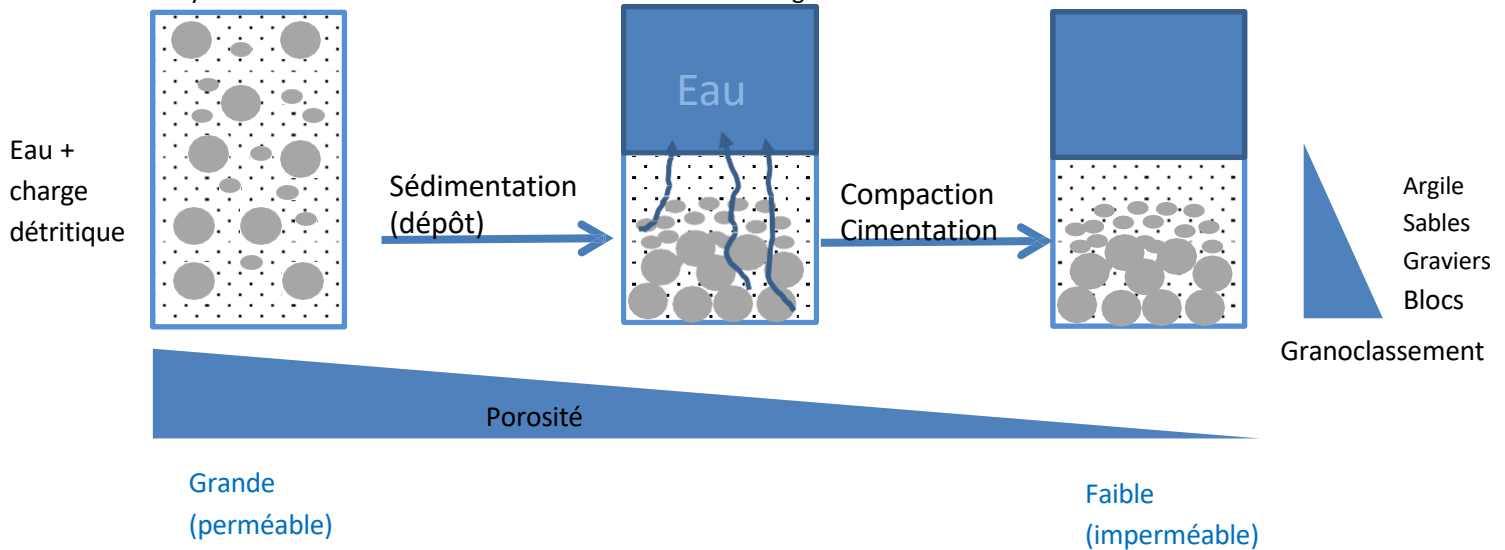
Document 17 : Eau et dépôt des alluvions

a) Transformation des dépôts de sédiments.

Des dépôts granoclassés peuvent passer d'un état meuble à un état consolidé (cohérent). On parle alors de roche sédimentaire



La transformation et cimentation sont favorisées par un phénomène de compaction et de déshydration liée à l'enfouissement et une cimentation des grains.



Document 18 : Mécanisme de transformation des sédiments en roche sédimentaire
Schéma Pascal CHERIMONT

Le départ de l'eau entre les grains entraîne la précipitation d'un ciment naturel, parfois calcaire, parfois siliceux : c'est la cimentation, c'est-à-dire création d'un liant entre les particules. L'ensemble des étapes permettant le passage d'un dépôt sédimentaire meuble à une roche sédimentaire solide s'appelle la **diagenèse**.

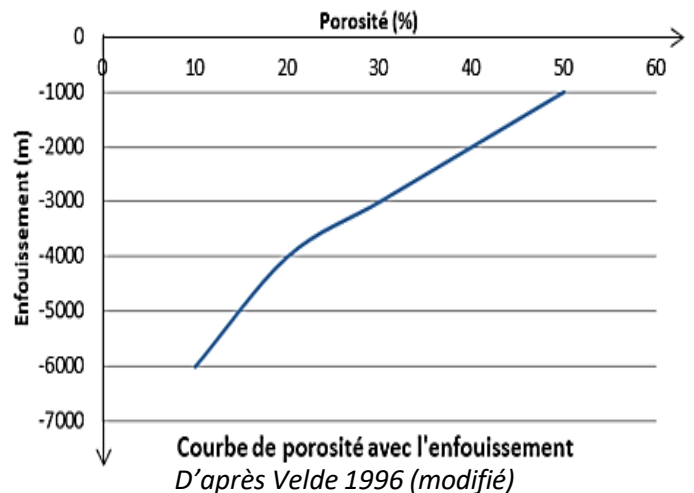
Les alluvions ou sédiments sont poreux et laisse l'eau circuler (perméable). Après compaction et cimentation, la porosité s'annule. La roche sédimentaire est donc imperméable.

La présence de fissures dans une roche imperméable peut la rendre perméable. Ainsi un basalte ou une roche sédimentaire fracturée peut devenir perméable et permettre une circulation d'eau qui permet son altération.

La porosité évolue avec la profondeur.

Exercice :

- 1) Comment évolue la perméabilité des sédiments avec la profondeur ?
- 2) Quelle est la conséquence sur l'infiltration d'eau en profondeur ?
- 3) L'infiltration d'eau en profondeur présente-t-elle un risque en cas de forte pluie dans une zone de dépôt de gros volumes d'alluvion à la Réunion ?



Nouveau dépôt.

Ancien dépôt
transformé en roche
sédimentaire



Photo : Pascal CHERIMONT

L'enfouissement est provoqué par l'ajout et superposition de nouveaux dépôts.

Le poids du nouveau dépôt compacte l'ancien dépôt qui se déshydrate.

Cette déshydratation va souder les alluvions entre eux. On passe alors d'alluvions (sédiment) à une roche sédimentaire.

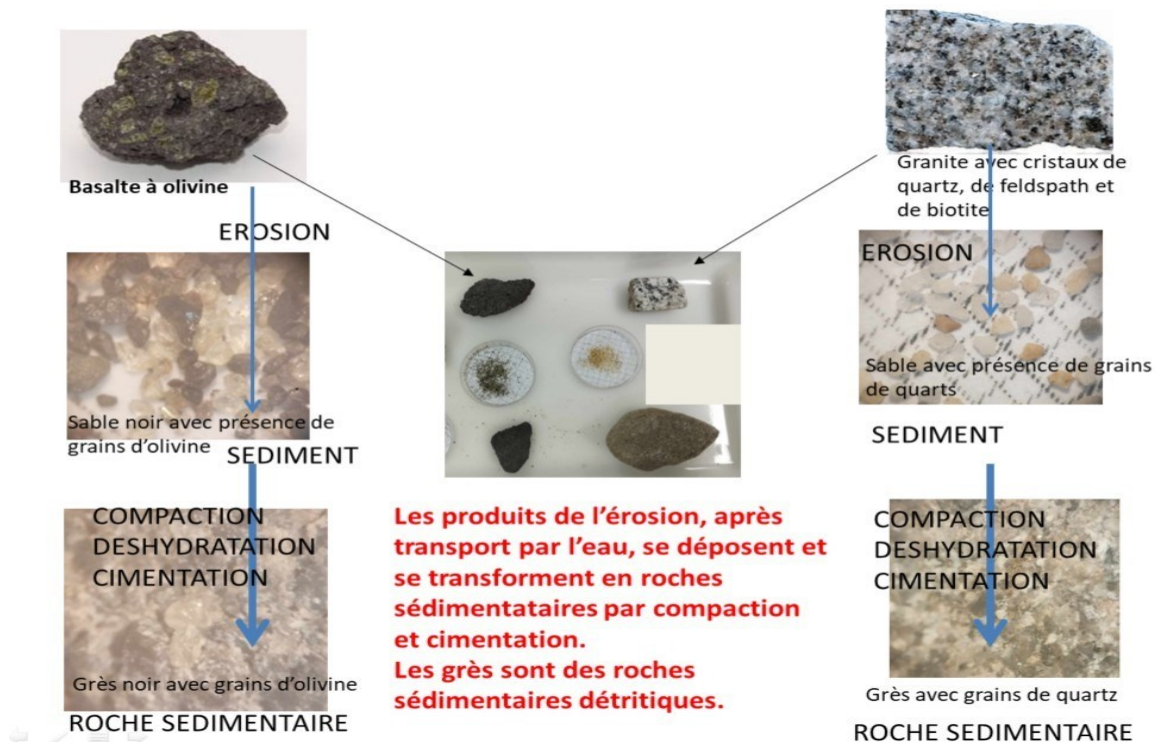
La roche sédimentaire formée à partir d'alluvion de rivière est appelé

- ✓ **Conglomérat** s'il s'agit de gravies et de blocs
- ✓ **Grès** s'il s'agit de sable

Il existe une diversité de roches sédimentaires liée à la nature des sédiments.

TP 3

Diversité des sédiments et des roches sédimentaires



Sédiments et roches sédimentaires

Natures des sédiments	Roche sédimentaire	Type de roche sédimentaire
Alluvions de tailles variables (galet, gravier, sables)	conglomérat	Détritique
Sables basaltique, Sable granitique, Sable de plage corallien	Grès basaltique Grès quartzique Grès de plage ou Beach rock	Détritique

Document 19 : Produits d'érosion et roches sédimentaires

Les roches sédimentaires détritiques sont formées par l'agglomération de sédiments formés de produits de l'érosion, après transport, dépôt, compaction et cimentation.

En fonction de la taille des éléments et du ciment.

On distingue **conglomérats** et **grès**.

Le ciment peut être formé de silice (grès quartzique) ou de calcaire (Beach rock)

L'étude des roches sédimentaires anciennes permet de préciser la roche mère qui a subi l'érosion et la présence d'un type d'argile permet d'identifier le climat du passé.

L'étude du paysage et des roches sédimentaires anciennes permet de reconstituer les environnements du passé, c'est-à-dire de reconstituer **des paléo-environnements**.

BILAN SOUS FORME DE SCHEMA

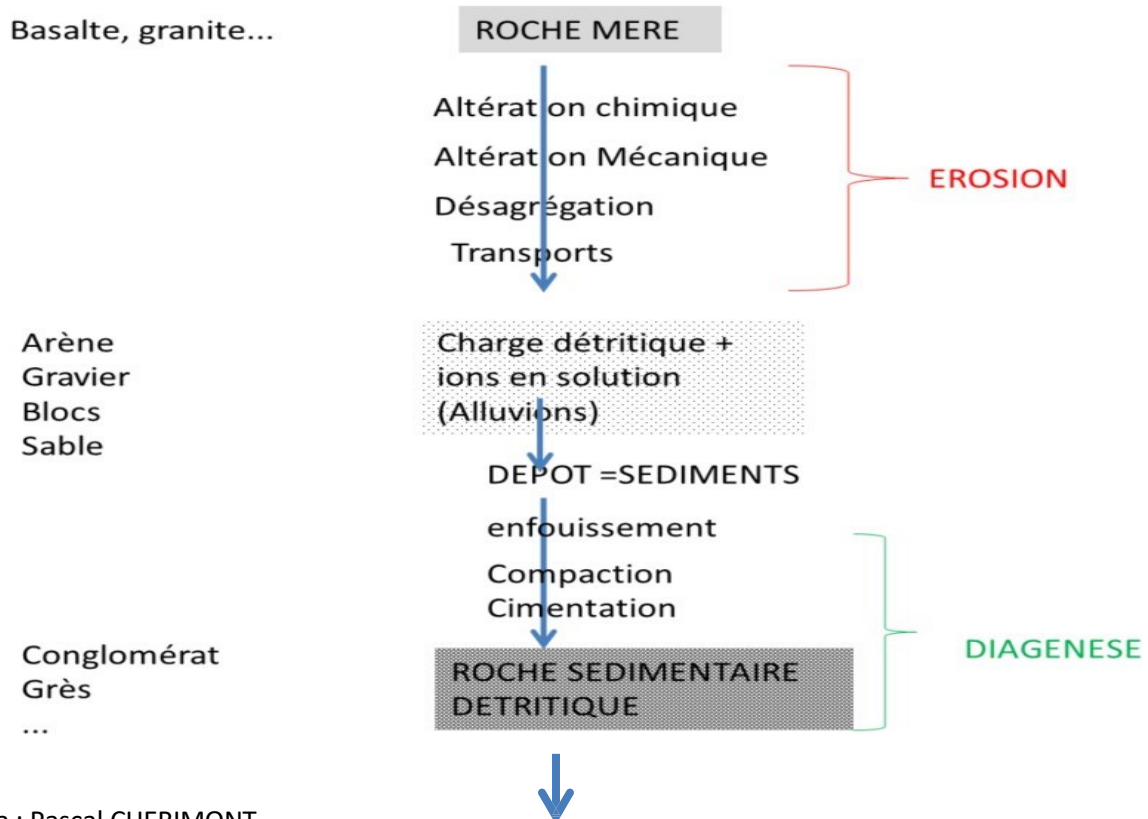


Schéma : Pascal CHERIMONT

RECONSTITUTION DE PALEO-ENVIRONNEMENT