

THEME 1B - Le domaine continental et sa dynamique

TP5 - La disparition des reliefs

Il est possible d'identifier d'anciennes chaînes de montagnes par la découverte d'indices géologiques comme les ophiolites attestant de la présence d'un ancien océan. C'est le cas dans le Massif Central (ophiolites du Limousin), une chaîne de montagnes issue de l'orogénèse hercynienne (-300 Ma env.). Néanmoins, les massifs de la chaîne hercynienne ne présentent pas de relief aussi marqués que les massifs des chaînes récentes comme les Alpes.



Paysages du Mont-Blanc (à gauche) et du Cantal (à droite)

Problème posé : Quels sont les mécanismes permettant une disparition progressive des reliefs au cours du temps ?

Matériel :

- Echantillons de roches (granite, grès, sables), Loupe binoculaire, Microscope optique polarisant et lame mince de granite
- Livre p210 à 215 + Documents 1 et 2 + Photographie de lame mince de grès
- PC équipé du logiciel **Google Earth** et fichiers : **montagnes jeunes et anciennes.kmz**, **transport sédimentation.kmz** + **MESURIM** et fichier **Autun.msu**

Propositions d'activités

Capacités

Activité 1 : Comparer les reliefs d'une chaîne récente et d'une chaîne ancienne

- **Utilisez les fonctionnalités du logiciel Google Earth pour comparer les caractéristiques du Massif Central (montagnes anciennes) et des Alpes (montagnes jeunes).** Vous déterminerez notamment les caractéristiques concernant la topographie, les roches en présence en surface et l'épaisseur de la croûte.
- **Présentez vos résultats sous une forme adéquate.**

Utilisation d'un logiciel de données (Google Earth)

Observer le réel (Œil nu et Loupe Binoculaire)

Activité 2 : Identifier un agent d'érosion (Voir annexe : TP BAC 2013)

- **Proposez une stratégie** permettant de montrer que le bassin d'Autun est rempli par des sédiments issus de l'érosion du granite
- **Utilisez le logiciel MESURIM et les documents** pour identifier la nature et le volume de sédiments présents dans le bassin.
- **Comparez un granite « sain » et un grès (sédiment remplissant le bassin d'Autun).**
- **En déduire l'origine des sédiments présents dans le Bassin d'Autun.**

Démarche scientifique (Hypothèses)

Analyser, extraire des informations

Activité 3 : Transport et recyclage des particules issues de l'érosion des roches

- **Réalisez une étude de la granulométrie des sables de la Loire** au niveau des 3 stations étudiées (Puy en Velay, Orléans et Nantes) : construire avec Excel l'histogramme des échantillons avec en abscisse la taille des particules et en ordonnées le pourcentage massique
- **Expliquez les résultats obtenus** et discuter de l'origine des sédiments transportés.
- **Récapitulez vos observations sous la forme d'un schéma** résumant les différentes phases de l'érosion (altération, transport et sédimentation).

Utilisation d'un logiciel (Tableur / Excel)

Gérer et organiser le poste de travail

Rangez le matériel utilisé et fermez la session informatique

ACTIVITE 2 : Le remplissage du Bassin d'Autun (Saône et Loire 71)

Mise en situation et recherche à mener

Le bassin d'Autun était à l'origine un lac de montagne formé lors de la phase orogénique de la chaîne hercynienne. Il a été comblé par des sédiments qui ont donné des roches sédimentaires dont les grès et les argilites d'aujourd'hui.

On cherche à montrer que le comblement du bassin est la conséquence de l'érosion des massifs granitiques environnants et que l'on peut évaluer l'importance de cette érosion en déterminant la vitesse moyenne de remplissage du bassin.

Ressources



Localisation du bassin d'Autun

Quelques réactions chimiques d'altération des minéraux

- Feldspath (Orthose) + eau → Kaolinites (minéral argileux)
- Muscovite (mica blanc) + eau → Kaolinites (minéral argileux)
- Le quartz est pratiquement inaltérable.

Données sur le bassin d'Autun

La datation des roches sédimentaires indique que les dépôts se sont réalisés pendant la période autunienne (295 Ma à 275 Ma) et que leur épaisseur est estimée à 500 mètres en moyenne. On fait l'approximation que l'épaisseur des sédiments est constante en tout point du bassin et que le volume du bassin correspond à un parallélogramme rectangle.

Matériel disponible

Toute donnée et tout échantillon de roches du bassin d'Autun et de ses environs sont envisageables.

Matériel envisageable :

- de laboratoire (verrerie, instruments ...)
- d'observation (microscope, loupe binoculaire...)
- de mesure et d'expérimentation (balance, chaîne ExAO...)
- informatique et d'acquisition numérique

Etape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre une situation-problème (durée maximale : 10 minutes)

Proposer une démarche d'investigation qui permette de **montrer** que le comblement du bassin est la conséquence de l'érosion des massifs granitiques environnants et que l'on peut **évaluer** l'importance de cette érosion en déterminant la vitesse moyenne de remplissage du bassin.

Appeler l'examineur pour vérifier votre proposition et obtenir la suite du sujet.

Votre proposition peut s'appuyer sur un document écrit (utiliser les feuilles de brouillon mises à votre disposition) et/ou être faite à l'oral.

Etape 2 : Mettre en œuvre un protocole de résolution pour obtenir des résultats exploitables

Mettre en œuvre le protocole fourni, pour montrer que le grès du bassin est la conséquence de l'érosion des granitiques environnants et **évaluer** l'importance de cette érosion en déterminant la vitesse moyenne de remplissage du bassin. Pour cela :

- **Comparer** la composition minéralogique d'un grès et d'un granite
- **Évaluer** la quantité de matériaux déposés dans le bassin.

Appeler l'examineur pour vérifier le résultat et éventuellement obtenir une aide.

Etape 3 : Présenter des résultats pour les communiquer

Sous la forme de votre choix, **traiter**, les **données obtenues** pour les **communiquer**.

Répondre sur la fiche-réponse candidat, appeler l'examineur pour vérification de votre production.

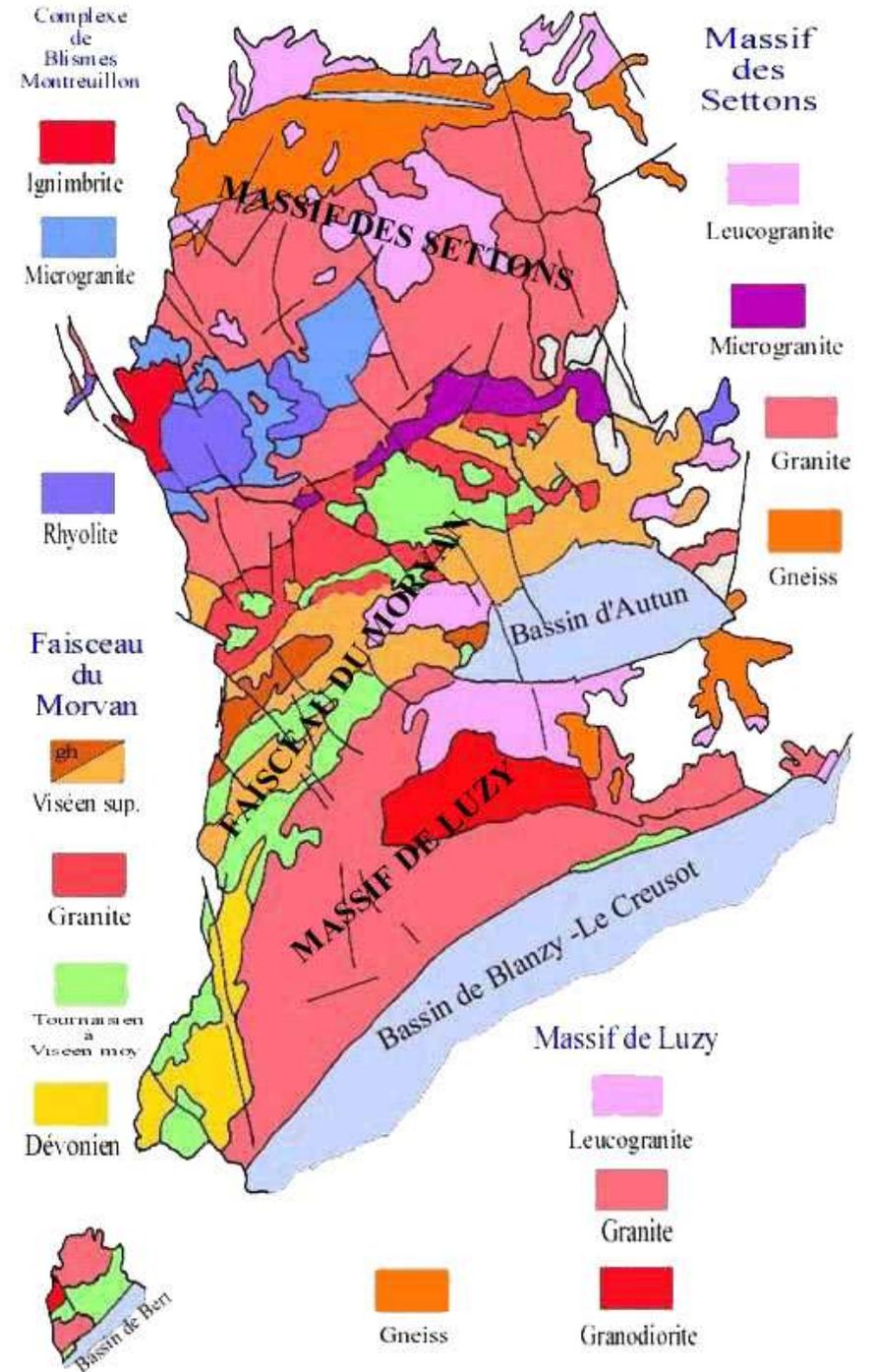
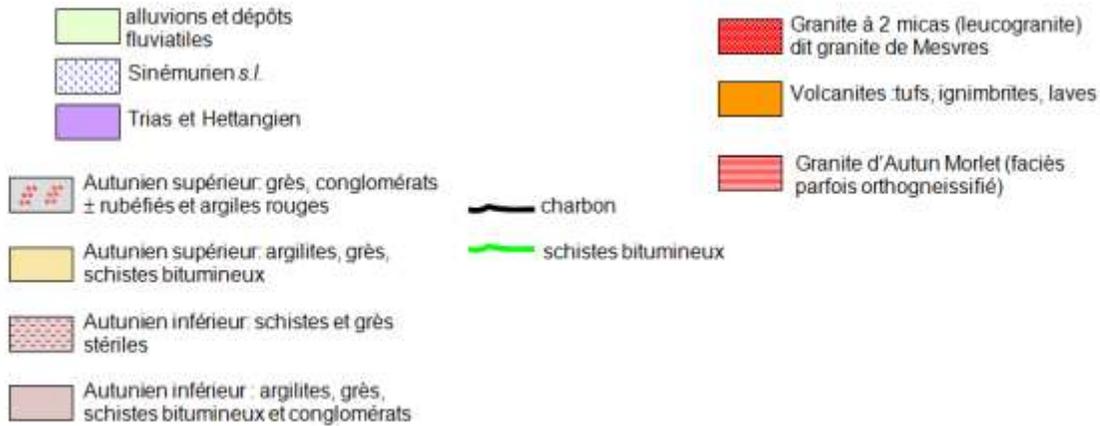
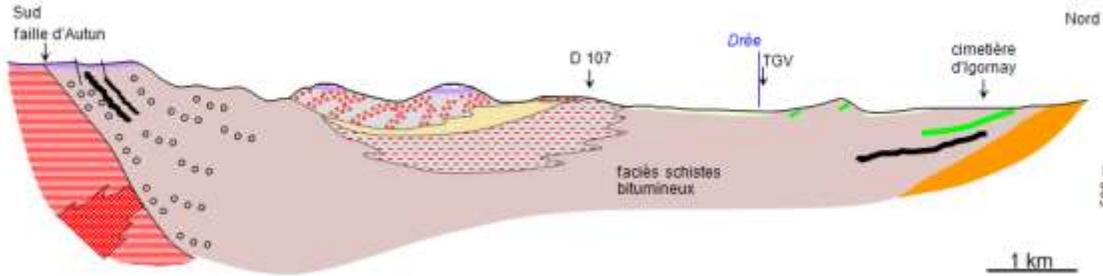
Etape 4 : Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

Exploiter les résultats pour **montrer** que le comblement du bassin (constitué entre autres de grès) est la conséquence de l'érosion des massifs granitiques environnants et que l'on peut **évaluer** l'importance de cette érosion en déterminant la vitesse moyenne de remplissage du bassin.

Répondre sur la fiche-réponse candidat.

ACTIVITE 2 : Le remplissage du Bassin d'Autun (Saône et Loire 71)

coupe Sud-Nord du bassin d'Autun-Epinac



ACTIVITE 3 - Document 1 : Erosion et altération des roches.

Altération d'un granite dans un massif ancien



Le granite du Forez s'est formé il y a environ 400 Ma au cœur du Massif Central. Au contact de la pluie, du gel, et des êtres vivants, la roche s'altère : elle se fragmente puis finit par se désagréger en arène granitique : sable très grossier, hétérogène, constitué de fragments de granite, de grains de quartz, de cristaux de feldspaths altérés, d'argiles, et d'oxydes de fer.



Arène granitique.

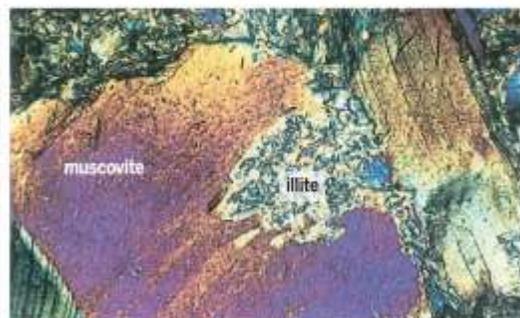
La principale réaction chimique responsable d'une altération est l'hydrolyse, c'est-à-dire la destruction des minéraux par l'eau. Dans le cas d'un granite soumis à l'action de l'eau, on constate des auréoles d'altération autour des micas et des feldspaths (*photographies*). Ces minéraux appartiennent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

présentent une charpente formée par des molécules SiO_2 entre lesquelles se trouvent différents cations (K^+ , 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.

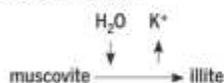
L'altération par hydrolyse de la muscovite (mica blanc présent dans le granite) entraîne la formation de l'illite, un minéral argileux, pouvant lui-même être altéré par la suite.



Granite altéré observé à l'œil nu

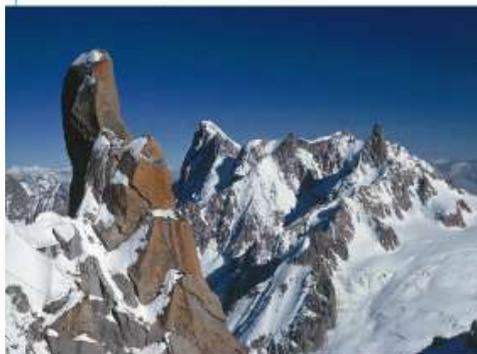


Lame mince d'un granite altéré observée au microscope en lumière polarisée analysée



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.

• L'action du gel



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

• L'action des variations de température



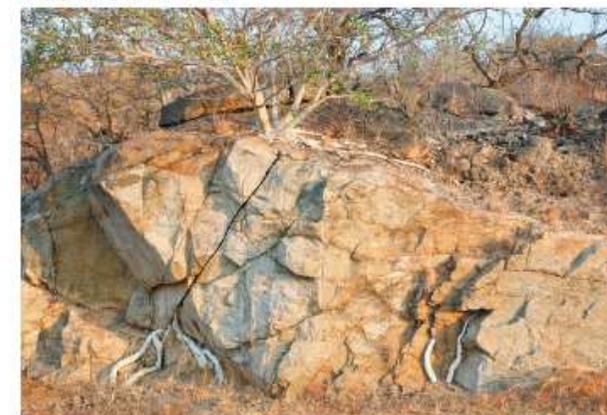
Les variations brutales de température (par exemple entre le jour et la nuit) peuvent entraîner la désagrégation d'une roche, surtout si celle-ci est composée de minéraux n'ayant pas le même **coefficient de dilatation**. Ce phénomène est particulièrement important en haute montagne et dans les déserts.

• L'action des glaciers

La pression exercée sur les roches par le déplacement des glaciers peut les transformer en matériaux très fins (limons, poussières...), on parle de « farine glaciaire ». Celle-ci peut être visible après le retrait du glacier comme sur la *photographie ci-contre*.



• L'action des végétaux



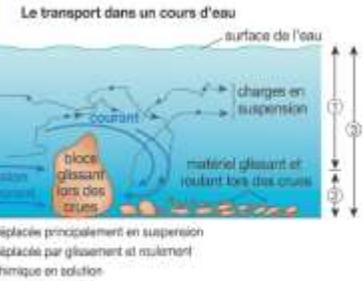
Le développement des racines peut entraîner l'agrandissement des fissures au sein des roches et faciliter leur altération (*photographie*). De plus, les racines ont tendance à acidifier le milieu. Ce rejet d'ions H^+ peut interférer avec des cations qui constituent les minéraux des roches environnantes et, ainsi, favoriser l'altération chimique.

ACTIVITE 3 - Document 2 : Transport et recyclage des particules sédimentaires

A Le transport des éléments par les cours d'eau



Outre le vent et la glace, l'eau est le principal agent de transport des éléments issus de l'altération des roches (*schéma ci-dessous*). Les ions sont transportés en solution, les particules en suspension. Pour des particules de taille importante, le transport s'effectue en roulant ou en glissant au fond de l'eau : lors des crues, c'est la pression exercée par le courant qui fait rouler les blocs.



La naissance d'un cours d'eau dans les Alpes

Doc. 1 Les rivières et les fleuves transportent des éléments en suspension et en solution.



L'Isère en crue en mai 2008

Il est possible de déterminer la **charge sédimentaire** d'un cours d'eau, c'est-à-dire la masse de sédiments transportés par unité de temps à travers une section transversale. Parmi la matière transportée, on distingue la matière en suspension (MES) et la matière dissoute totale (MDT). Il est possible, à l'aide d'un préleveur automatique, d'analyser des échantillons d'eau et de mesurer les concentrations en MES et en MDT.

De telles mesures ont été réalisées sur l'Isère au niveau de la ville de Grenoble (point rouge sur la carte). Le bassin de l'Isère, situé en amont, apporte au Rhône une quantité importante de matières issues principalement des Alpes.

La répartition des flux annuels de MES et de MDT est sensiblement équivalente, respectivement de $2 \text{ Mt} \cdot \text{an}^{-1}$ (mégatonnes par an) et de $1,73 \text{ Mt} \cdot \text{an}^{-1}$. Le flux annuel de MES devient véritablement prépondérant sur le transit de MDT lors de crues importantes (*photographie*).

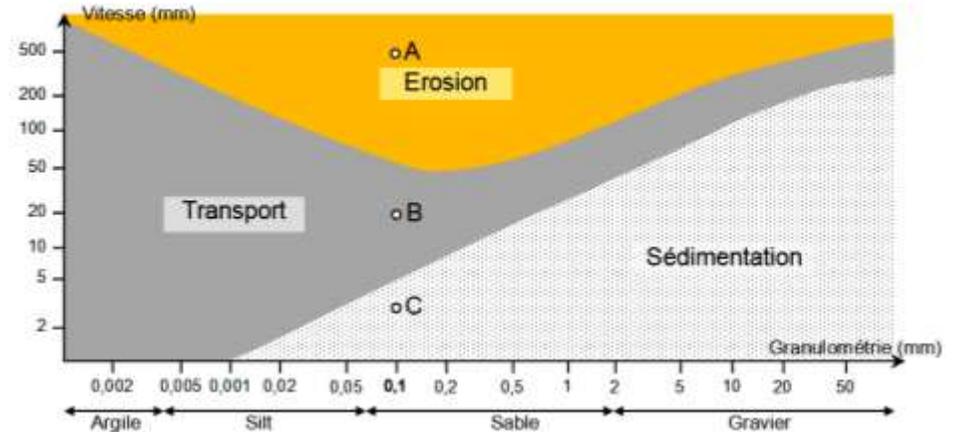
Ces mesures permettent de dresser un bilan d'érosion sur le bassin de l'Isère qui serait en moyenne de $350 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$, soit, compte tenu de la superficie du bassin, une érosion totale de $3,73 \text{ Mt} \cdot \text{an}^{-1}$.

Doc. 2 La charge sédimentaire d'un cours d'eau, l'Isère par exemple, provient de l'érosion.

Roches sédimentaires : de l'altération à la sédimentation



Diagramme de Hjulström - utilisation en sédimentologie
D'après compilations web



Le diagramme de Hjulström permet de relier la vitesse d'un courant à son action sur des matériaux de granulométrie variée. Le fond d'un chenal est tapissé de particules dont les diamètres sont connus et on observe leur comportement lorsque la vitesse du courant varie.

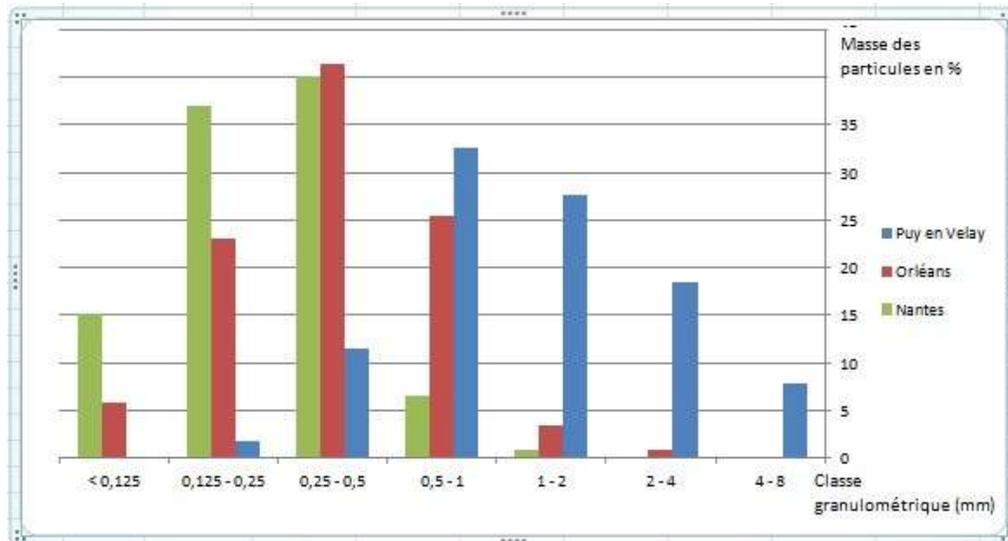
Un exemple appliqué à des particules de 0,1mm peut servir d'exemple :

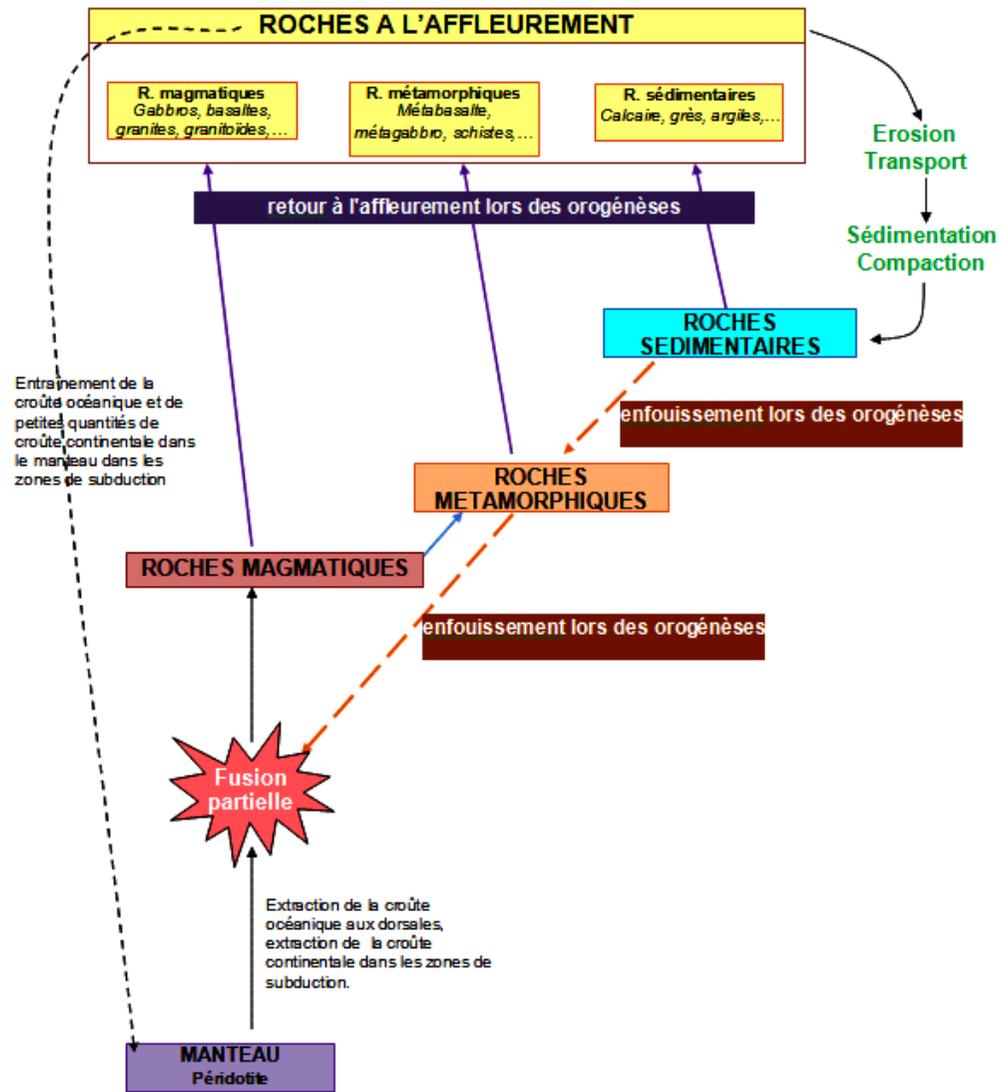
- en A : la vitesse de l'eau est élevée. Le courant va séparer les particules (« vannage ») et les transporter vers l'aval du chenal. Chemin faisant, ces dernières vont éroder les berges du chenal ainsi que le fond du cours d'eau.
- en B : la vitesse est plus faible. L'eau transporte des particules si ces dernières sont dissociées, par contre, elle ne pourra pas les arracher du fond du chenal où la cohésion des particules est suffisamment importante.
- en C : la vitesse très faible du courant fait que les particules qui arrivent dans le chenal se déposent sur place.

Proposition de correction

<http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/terre/montagnes/differences>

<http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/terre/montagnes/transport-sedimentation>





http://www.jpj-imagine.com/Sharjah/2nou/22enjeuxplanet/doc22/TP10/AltGranit_Cor.html