

Concours section : CAFEP-CAPES (PRIVÉ) SCIENCES DE LA VIE ET DE
Epreuve matière : Epreuve disciplinaire
N° Anonymat : N250NAT1069444

Nombre de pages : 16

12.39 / 20

Epreuve - Matière : 101-9311 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Les fluides aqueux
et les roches

Introduction

L'eau est un composant majeur de notre planète surnommée la « planète bleue » puisque 70 % de sa surface est recouverte par les océans.

L'eau est également présente sur les continents de part son apport via les précipitations qui avoisinent les $270 \text{ km}^3/\text{an}$ en France métropolitaine.

Cette eau et les éléments minéraux qu'elle comporte sont ensuite redistribués via les écoulements de surface et ceux en profondeur.

L'eau est donc en contact avec les roches et les sédiments de la croûte continentale et ceux de la croûte océanique via les océans.

~~Dans cet exposé nous~~

des roches peuvent être définies comme étant des matériaux solides formés de minéraux ou de grains et pouvant provenir de divers processus : magmatiques, métamorphiques, enfouissement...

L'étude de l'interaction entre les fluides aqueux et les roches peut amener différents questionnements :

Comment les fluides aqueux interviennent-ils dans la genèse des différentes roches ?

En quoi les fluides aqueux permettent-ils l'altération et l'érosion des roches ?

Nous répondrons à cette problématique sous la forme de deux parties qui répondront respectivement à chacun des questionnements. Tout au long de l'exposé, il sera abordé la formation des ressources minérales en lien avec les processus que nous décrivons.

I. Les fluides aqueux interviennent dans la genèse des roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires.

A) Au niveau de la dorsale, l'eau permet des réactions métamorphiques

1. Au niveau des dorsales lentes on retrouve du manteau serpentinisé

L'exploration sous-marine au niveau des failles transformantes recoupant l'axe des dorsales a permis la compréhension de la stratification de la lithosphère océanique notamment au niveau de la faille de Vema. Figure 1.

-  basaltes encoossin
-  complexe filonien
-  Gabbros
-  Manteau serpentinisé

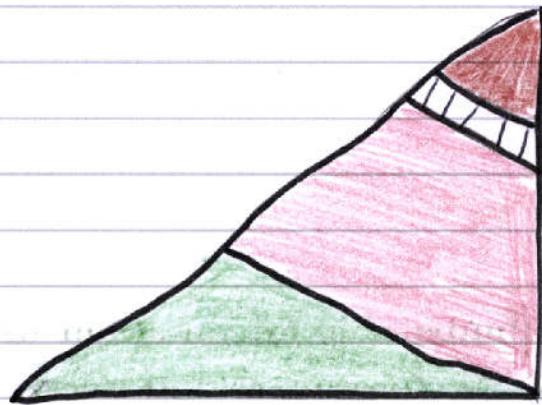
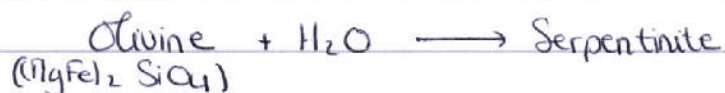


Figure 1: Schéma simplifié de l'organisation de la lithosphère océanique au niveau de la faille de Vema.

Au niveau de cette zone on observe un manteau composé non pas de péridotites mais de serpentinites. La serpentinite se forme grâce à l'interaction entre l'olivine et l'eau :



Ainsi l'exhumation du manteau, plus importante au niveau des dorsales lentes, et l'interaction de celui-ci avec l'eau environnante permet la formation d'une péridotite métamorphisée : la serpentinite.

2. A l'axe de la dorsale, les roches sont métamorphosées dans le faciès schiste vert.

Quelques instants après leur éjection au niveau de l'axe de la dorsale, les roches magmatiques volcaniques telles que les basaltes subissent une interaction avec l'eau environnante.

L'étude d'un de ces basaltes révèle une composition minéralogique particulière : épidote, actinolite, chlorite, olivine.

Minéraux Hydratés

Ces minéraux hydratés sont formés grâce à la présence d'eau et constitue une paragenèse, c'est-à-dire un assemblage minéralogique caractéristique du faciès schiste vert (basse pression, basse température).

Les roches à l'axe de la dorsale subissent donc un métamorphisme dans le faciès schiste vert.

3. Les interactions entre fluides et roches au niveau des dorsales permettent la formation de fumeurs noirs et blancs.

Des campagnes océaniques révèlent qu'à proximité de l'axe des dorsales océaniques, on retrouve des organismes tels que *Riftia* sp. vivant à proximité de petits reliefs éjectant du matériel semblable à de la fumée.

Ces organismes sont en symbiose avec des bactéries sulfo-oxydantes dont le métabolisme nécessite donc du soufre.

Ces éléments tels que le soufre ou encore le cuivre, le zinc sont éjectés au niveau de ces reliefs nommés les fumeurs noirs. Ce phénomène est possible par l'interaction entre l'eau et la roche. Figure 2.

12.39 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 9311

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

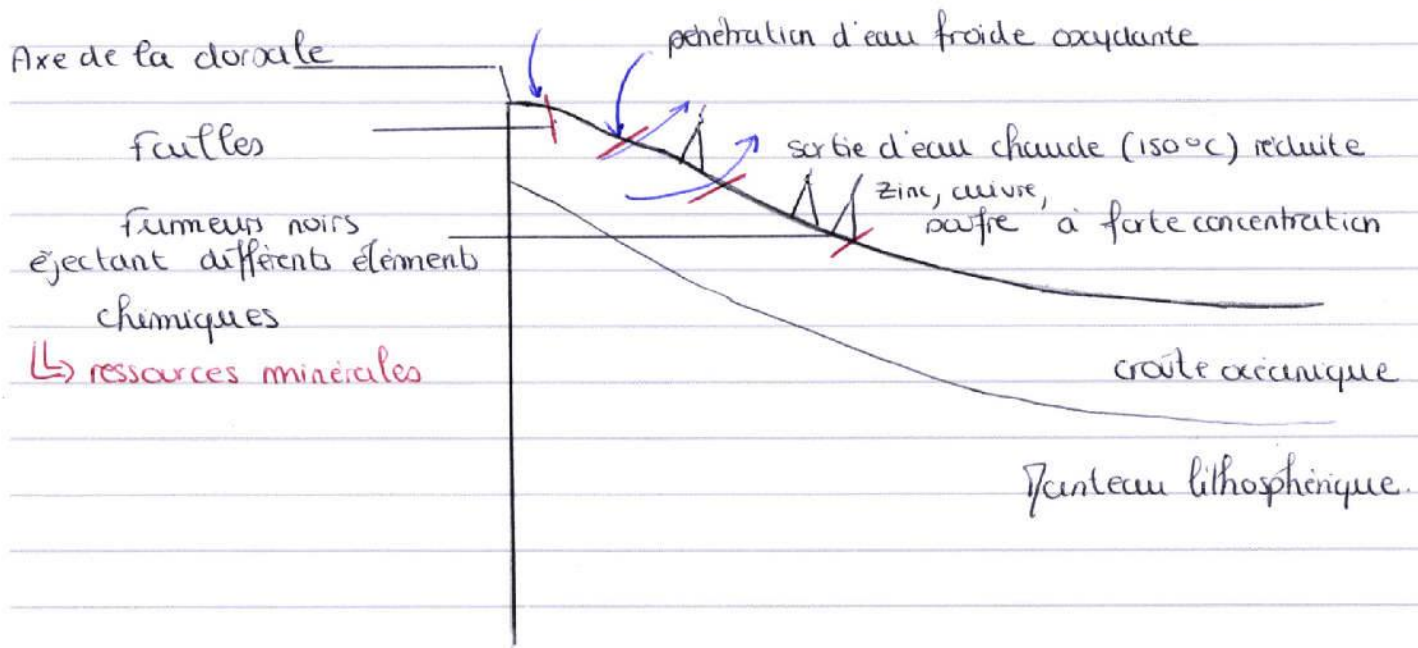


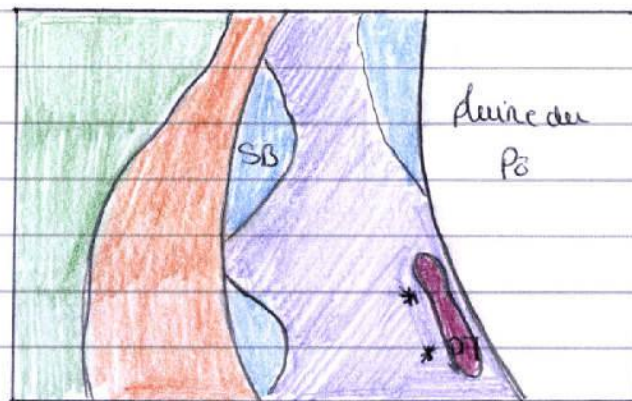
Figure 2: schéma de l'interaction entre l'eau et les roches permettant la formation des fumeurs

Ici, on a donc une interaction entre fluide et roche permettant la formation de ressources minérales telles que le cuivre qui est notamment exploité dans ces conditions à Chypre.

Suite à la formation du plancher océanique au niveau des dorsales, celui-ci peut entrer en subduction, quelles sont les conséquences de l'interaction fluide-roches dans les zones de subduction ?

B) Dans les zones de subduction, la déshydratation de la lithosphère océanique permet la formation de roches magmatiques et métamorphiques.
1. La plaque plongeante est le siège de réactions métamorphiques.

L'étude de la carte géologique de France au 1/1 000 000^{ème} et plus particulièrement de la région des Alpes peut nous renseigner sur divers processus métamorphiques. Figure 3 et 4



■ : zone dauphinoise

■ : zone Briançonnaise

■ : zone liguro-piémontaise

■ DT : Massif cristallin interne : Dora Maira

* : eclogite

SB : Schiste bleu

Figure 3: schéma structural
simplifié des Alpes.

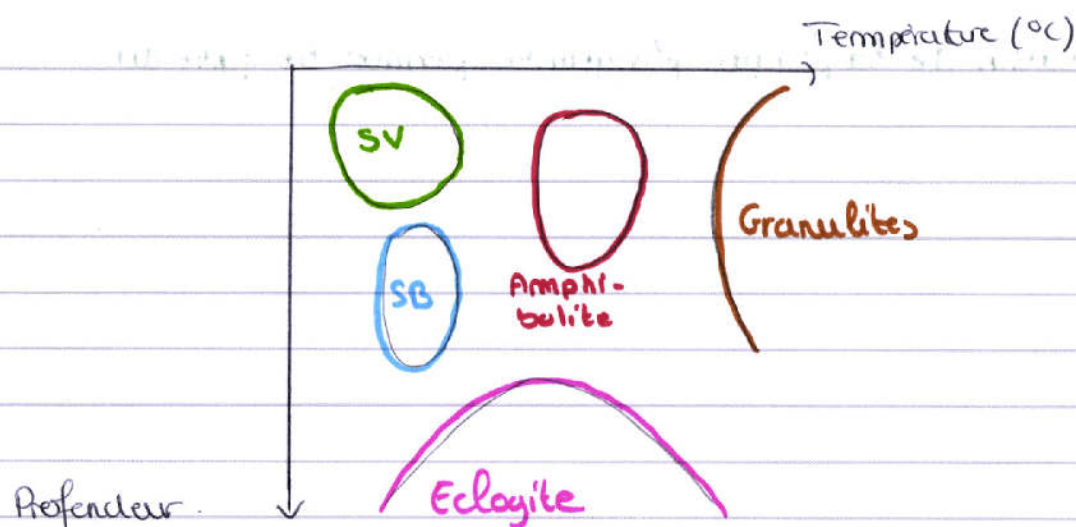


Figure 4: Faciès métamorphiques
d'Eskola

La Figure 3 et 4 nous permettent de déduire plusieurs choses.

Tout d'abord, au sein de la chaîne des Alpes, nous retrouvons des roches aux faciès métamorphiques Schiste bleu (SB) ou Eclogite. La présence de ces faciès nous indique une augmentation de pression et une faible augmentation de température ce qui est typique d'une zone de subduction.

D'après le document 4, nous pouvons observer que la plongée du socle au sein du manteau s'accompagne d'une déshydratation de celui-ci.

De plus, si nous étudions les minéraux des différents faciès nous pouvons remarquer que plus la pression augmente, plus les minéraux retrouvés sont pauvres en eau. Autrement dit, les minéraux du faciès SB, sont hydratés tandis que ceux du faciès eclogite sont anhydres: on a donc bien une déshydratation de la plaque plongeante.

2. La déshydratation de la plaque plongeante permet la fonte du manteau.

Précédemment grâce au document 4, nous avons pu voir que le slab se déshydratent.

D'après le document 3A nous pouvons remarquer la présence de deux points eutectiques différents. E_1 se situe à 1200°C et correspond à l'apparition de liquide lors de la fusion de la pénéotite en conditions anhydres.

E_2 se situe à 700°C et correspond cette fois-ci à l'apparition de liquide dans des conditions de saturation en eau.

On peut donc en déduire que la présence d'eau abaisse le point de fusion de la Lherzélite.

La déshydratation du slab permet donc l'hydratation du manteau à proximité ce qui abaisse donc son point de fusion.

La pénéotite hydratée possède des minéraux tels que l'amphibole et la biotite. De part la convection du manteau, les roches sont amenées à environ 110 km de profondeur où elles vont subir une fusion partielle.

D'après les documents 3B et 3C, nous pouvons voir que la mobilité de certains éléments est nulle comme pour Nb et Ta. Ces éléments sont incompatibles, ils se retrouvent donc normalement préférentiellement dans la partie liquide du magma. Ici, cette anomalie en Nb et Ta est due à la rétention de ces éléments dans certains oxydes comme le rutile, ce phénomène est caractéristique des zones de subduction.

De plus, grâce à ces documents nous pouvons observer que les basaltes IAB sont plus riches en éléments incompatibles que les N-TORB au niveau des dorsales. Cette différence peut s'expliquer par la différence de fusion partielle au niveau des deux zones. En zone de subduction, la fusion partielle possède un taux plus faible ce qui concentre les éléments incompatibles dans le liquide.

On peut résumer ces processus en figure 5.

12.39 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 9311

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

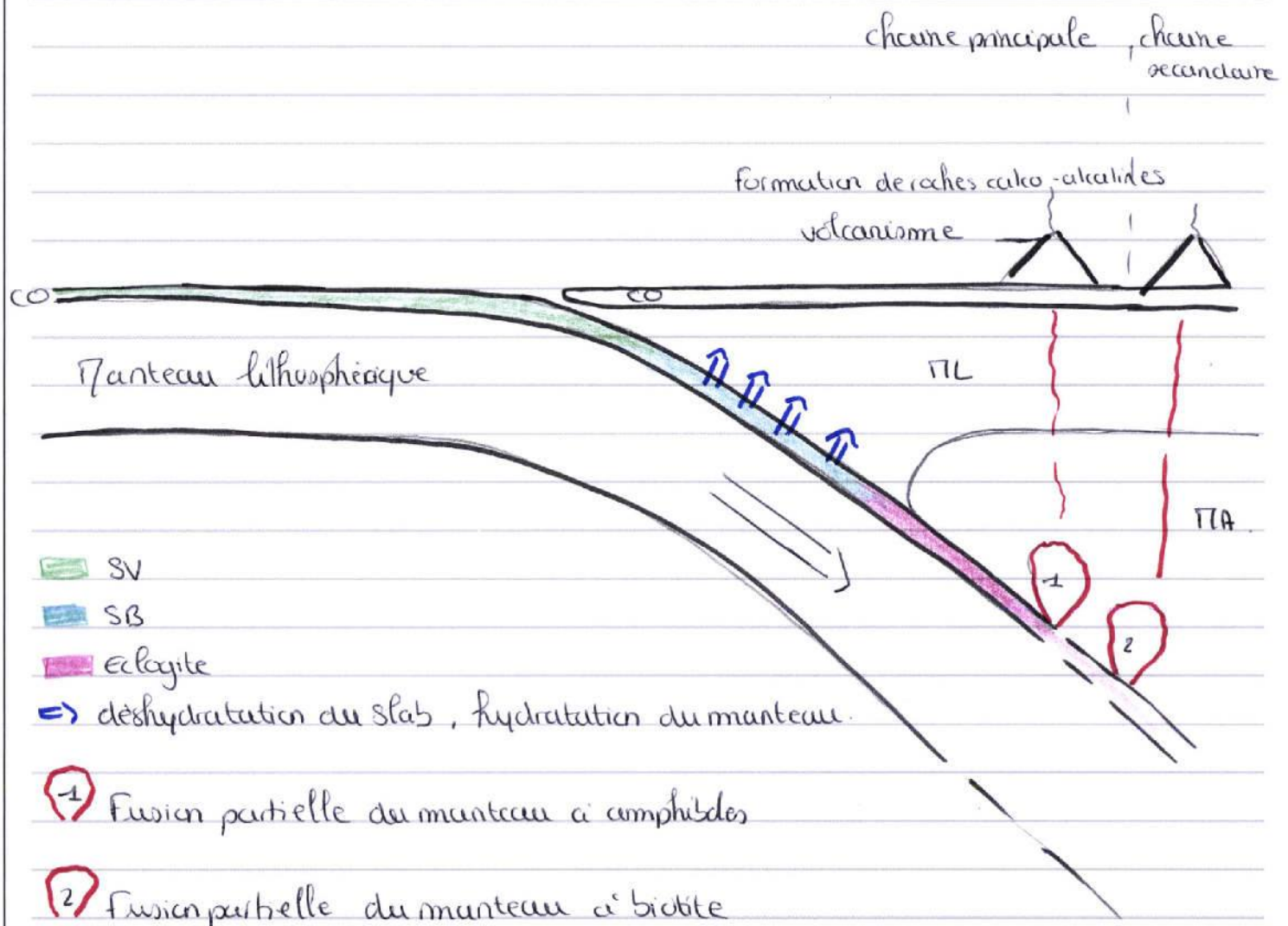


Figure 5: schéma résumant les processus magmatiques et métamorphiques en zone de subduction

3. Les chaînes de subduction sont un lieu de concentration des ressources minérales

D'après le document 5A et 5B, nous pouvons observer qu'au sein de la chaîne des Andes formée par subduction, une concentration de cuivre et d'or.

Une hypothèse peut être faite quant à la présence de volcanisme contenant des gisements de cuivre. Le cuivre est un élément incompatible se retrouvant donc préférentiellement dans la fraction liquide. Le taux de fusion partielle étant faible au niveau des zones de subduction, cela pourrait expliquer la concentration de cuivre plus importante dans le liquide magmatique se retrouvant par la suite à la surface.

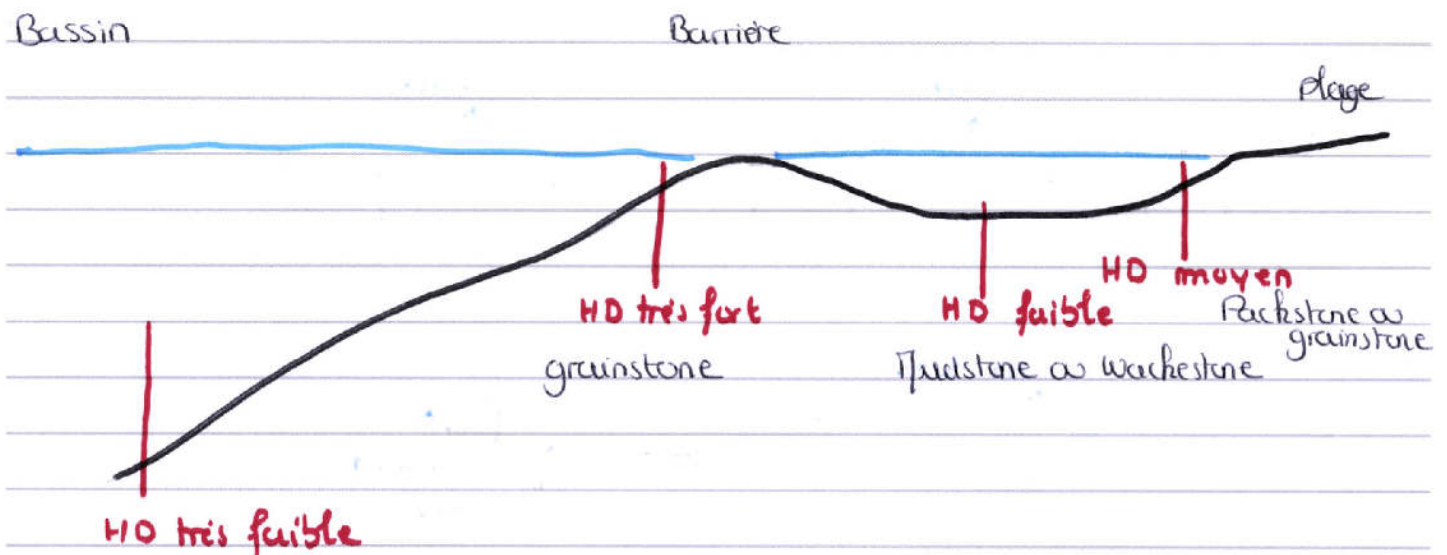
Après avoir étudié les effets de l'eau dans la genèse des roches magmatiques et métamorphiques, il convient d'aborder le cas des roches sédimentaires.

C) la formation des roches sédimentaires peut nécessiter de l'eau ou en libérer

1. Au sein des plateformes carbonatées l'hydrodynamisme permet la formation de roches différentes

D'après le document 2A, nous pouvons observer un échantillon de roche sédimentaire en microscopie. Cette observation nous révèle la présence de grains qui ont des colithes formés à partir d'un noyau. Ces colithes sont joints et entourés d'un ciment.

La nature de cette roche est donc bien sédimentaire et est formée par fort hydrodynamisme. Au sein d'une plateforme carbonatée nous pouvons observer que la différence d'hydrodynamisme permet la formation de roches différentes. Figure 6.



Mudstone : <10% de grains
non joints dans une boue

Figure 6 : schéma d'une plateforme carbonatée et des roches associées

Mudstone	wackestone	Packstone
• <10% grains.	• <10% grains	• >10% de grains.
• non joints	• peu joints ou non joints	• assez joints
• boue	• boue	• boue

Grainstone
• >10%
• joints
• ciment.

L'eau est donc un acteur majeur de formation de ces roches au niveau des plateformes carbonatées par exemple.

2. La formation des roches sédimentaires peut impliquer une libération d'eau

Grâce au document 2B, nous pouvons suivre l'évolution de la composition de sédiments marins argileux.

Nous observons qu'au stade initial, l'eau interstitielle (entre les grains) est majeure. Au fur et à mesure de l'enfouissement, on observe une très forte diminution de l'eau interstitielle et en parallèle l'augmentation du taux d'Illites remplaçant les smectites.

Ici, la déshydratation se réalise par compaction des sédiments lors de l'enfouissement qui est un processus majeur de la diagenèse Figure 7

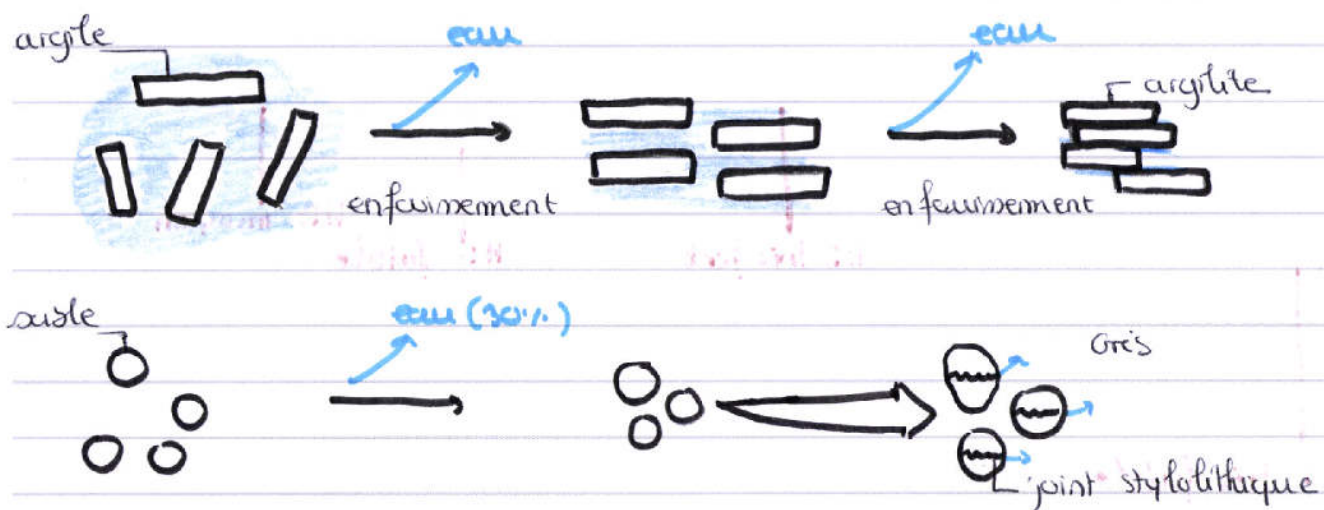


Figure 7 : Schéma de la formation de l'argilite et de grès par enfouissement

Nous avons donc vu comment l'eau intervenait dans la genèse des différentes roches. Nous allons maintenant étudier comment l'eau affecte les roches après leur genèse.

12.39 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 9311

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

II. Les fluides aqueux ont des acteurs majeurs de l'altération et de l'érosion des roches.

A) L'eau altère les roches et permet la formation de nouveaux minéraux.

Considérons les deux photographies du document 1B peuvent être retranscrites sous forme de schémas interprétatifs Figure 8.

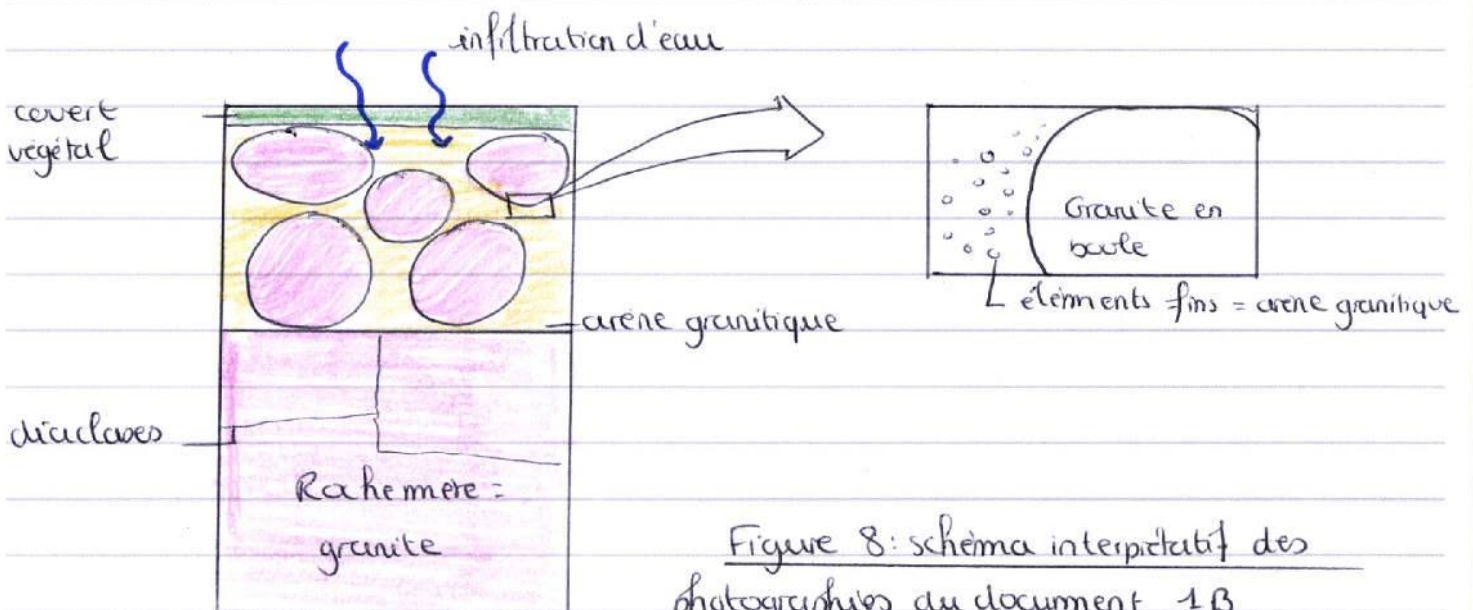


Figure 8: schéma interprétatif des photographies du document 1B

Ce document nous montre que nous passons d'une roche mère présentant des diaclases à des granites en forme de bulles entourés d'une arène granitique constituée de quartz ou de plagioclases.

En effet, l'eau s'infiltre dans des zones préférentielles que sont les diaclases et altère donc les minéraux les plus altérables qui partent donc en solution. Il ne reste alors que les minéraux les moins altérables tels que le quartz.

Grâce au document 1C, nous pouvons voir que l'altération de silicates comme l'orthose induit la formation de nouveaux minéraux et notamment des argiles telles que la kaolinite.

Dans des régions tropicales humides, l'altération des roches mères peut former de la goéthite, riches en fer qui constitue les cuirasses latéritiques.
ou des bauxites.

Le document 5C nous permet de mettre en évidence l'importance de l'altération dans la concentration des ressources minérales telles que le cuivre dans la chaîne des Andes.

En effet, nous pouvons observer une certaine corrélation entre la teneur en cuivre en ppm et l'index d'altération. Dans la région de Santo Domingo (à l'Est) la concentration importante en cuivre se traduit par une altération allant de 50 à 100%. Le cuivre étant un cation insoluble, il reste donc au niveau de la fraction solide et s'y concentre formant alors des gisements.

B) L'eau est un agent de transport majeur des produits d'altération

Considérons les photographies et graphiques du document 1D et 1E.

Pour pouvons tout d'abord observer la Loire au niveau de la ville d'Orléans : on remarque la présence de barres d'accrétion autour desquelles circule le fleuve.

L'étude de la taille des tamis et du pourcentage de refus par chacun d'eux nous indique qu'à Orléans, les particules ont une taille inférieure à 1mm (environ 0,70mm).

Observons ensuite ce qu'il se passe au niveau de la Loire à Nantes : les barres d'accrétion sont absentes, on observe des rives concaves et convexes.

L'étude de la taille des particules nous révèle un diamètre majoritaire d'environ 0,10 mm, bien inférieur à ce que nous trouvons à Orléans. Nous pouvons schématiser la situation Figure 9.

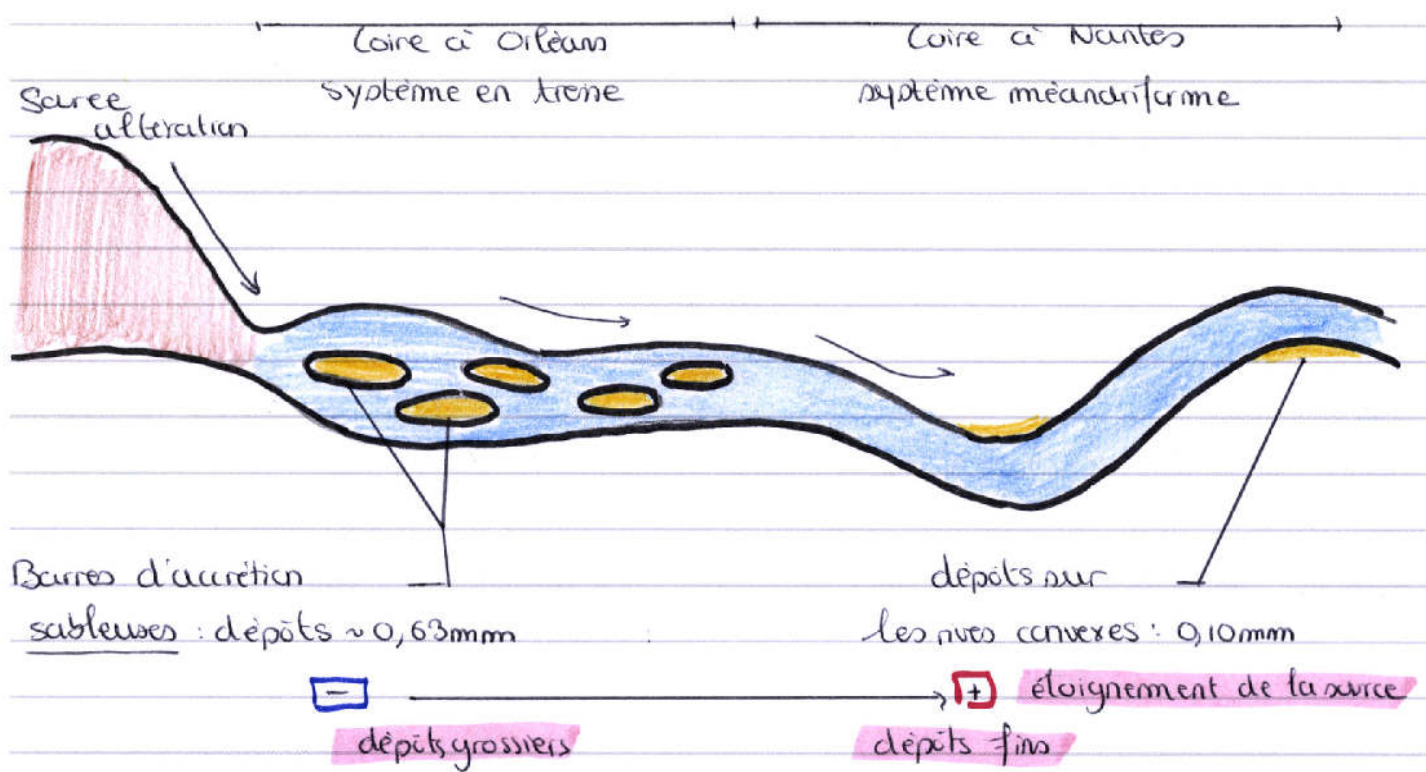


Figure 9: schéma interprétatif du transport sédimentaire de la Loire

Grâce à ce document nous comprenons donc que l'eau constitue un acteur majeur du transport sédimentaire notamment par les chenaux. L'arrivée des sédiments dans l'océan via le transport fluviatile constitue les dépôts deltaïques. Ces dépôts sédimentaires peuvent ensuite être enfouis ou mobilisés par l'hydrodynamisme ce qui formera de nouvelles roches sédimentaires comme nous avons pu l'aborder en première partie.

Conclusion

Durant cet exposé, nous avons pu aborder l'interaction entre les fluides et les roches dans divers processus. En effet, l'eau est un acteur majeur des réactions métamorphiques tant au sein des dorsales océaniques par la formation de serpentine et de roches dans le faciès schiste vert, qu'en zone de subduction où celle-ci est rejetée dans le manteau formant successivement les faciès schiste bleu et éclogite.

De plus, elle est nécessaire à la fusion du manteau dans les zones de subduction en abaissant le solide de la péridotite, les magmas formés seront de type calco-alcalin avec un faible taux de fusion.

L'eau entre également en jeu lors de la genèse des roches sédimentaires par son action directe (hydrodynamisme) ou son rejet.

Les fluides participent également à l'altération et l'érosion des roches en surface qui s'accompagne de la formation de nouvelles minérales et d'un transport selon différentes modalités en fonction de la proximité de la source.

Dans la continuité de ce sujet il pourrait être intéressant de discuter de l'interaction entre les glaciers et les roches. En effet, la fonte des glaciers en fonction des saisons induit une sédimentation différente dans les lacs de montagne (varves). De plus, les glaciers induisent des figures typiques au sein des roches telles que les stries.