

15.06 / 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

En Islande, dans la péninsule de Geysir il est possible toutes les 15 minutes d'observer une gerbe d'eau d'environ 10m sortir de terre. Le phénomène résulte d'une interaction indirecte entre un grand volume d'eau et une source de chaleur (l'Islande est une zone volcaniquement active) qui entraîne une vaporisation de l'eau. Sous l'effet de la pression l'eau remonte à travers les fissures de la roche. C'est que l'on appelle un geyser, du nom de la péninsule. Cet exemple nous montre que l'eau, en fluide est acteur de phénomènes géologiques, mais comment expliquer les conséquences que peut avoir l'interaction fluides - roches ? Ici le sujet porte sur "les fluides aqueux et les roches". Les fluides aqueux désignent l'eau et sa composition chimique. Les roches sont un ensemble solidifié de minéraux comprenant ou non un liant (pâte). Ainsi en se basant sur le cycle des roches, nous nous demanderons quel est le rôle des fluides aqueux au cours de ce cycle. Nous nous limiterons à l'étude des fluides aqueux sur la planète Terre.

Dans un premier temps nous étudierons le rôle des fluides aqueux dans le transfert des roches du continent ^{vers l'océan}. Ensuite nous comprendrons comment les fluides participent à la genèse des roches. Enfin nous étudierons en quoi les fluides permettent la transformation des roches.

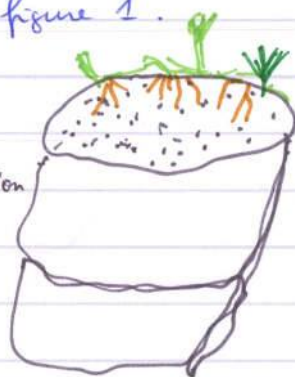
1. 16...

① les fluides aqueux ^{particuliers} participent au transfert des roches et du continent vers l'océan.

② L'altération est un processus physico-chimique qui participe au transfert des roches du continent vers l'océan par mise en solution témoins qui représenterait minéralogiquement

Une roche de la croûte continentale aurait la minéralogie d'un granite. Le granite est soumis aux conditions climatiques, donc à la pluie. La pluie en tant que fluide aqueux provoque l'altération du granite comme le montre le document 1(b) expliqué dans la figure 1.

Figure 1 : Interprétation de l'affleurement de Ceyrat



végétation
zone d'ancrage des racines
arène granitique

roche mère, granite non altéré

infiltration
de l'eau de
pluie

Cela nous montre que dans ces conditions ce granite subit une altération différentielle. En effet la partie supérieure est plus altérée. Mais

comment expliquer le rôle de l'eau dans ce processus ? Il existe 2 phénomènes permettant cette altération

a) le phénomène d'hydrolyse.

Comme nous l'avons évoqué en introduction les roches sont des assemblages de minéraux, l'un des minéraux les

plus abondant dans le granite est l'orthose. L'orthose s'organise en tétraèdres et au contact de l'eau cette organisation change entraînant la destabilisation de toute la roche (figure 2). On rappelle que l'eau s'écrit sous forme H_2O et existe en solution sous forme H^+ et HO^-

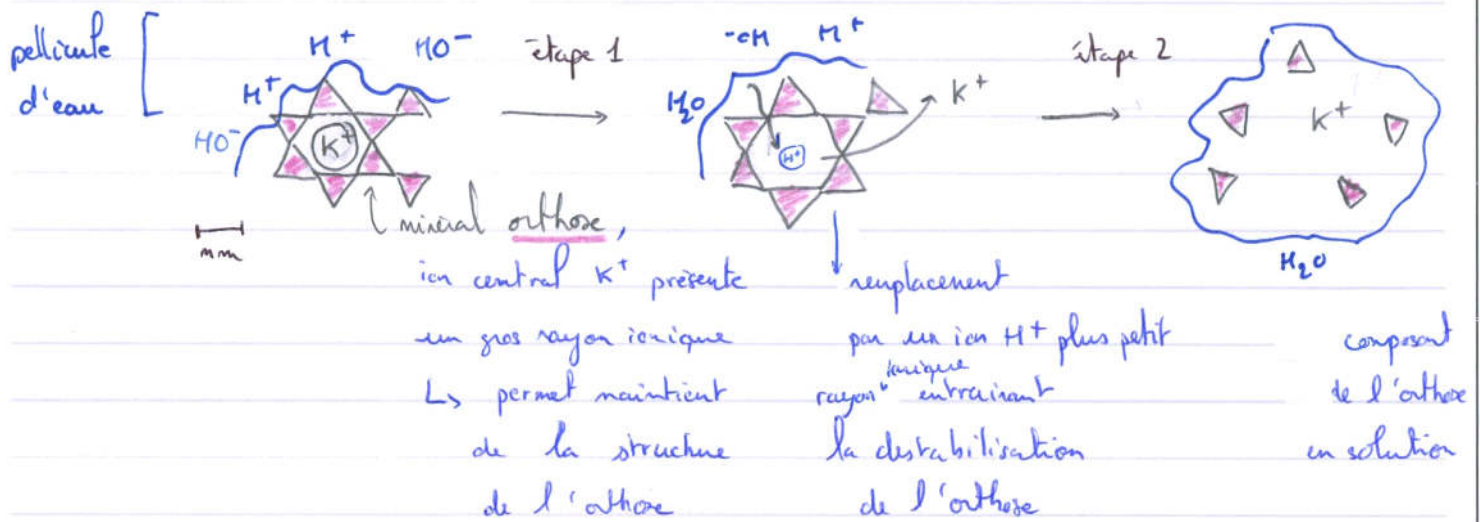


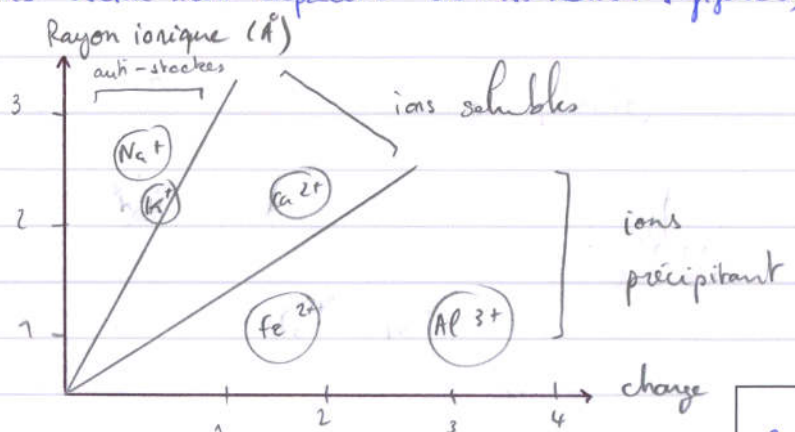
figure 2 : Phénomène d'hydrolyse de l'orthose

Ainsi l'eau en tant que solution d'attaque destabilise les minéraux tels que l'orthose entraînant une perte de cohésion de la roche. les ions ont-ils la même capacité à se solubiliser dans l'eau ?

(b) Le phénomène de dissolution

Un deuxième phénomène compris dans le processus d'altération est la dissolution. Si l'on regarde tous les minéraux du granite leur formule chimique n'est pas la même. Ainsi selon les ions présents ceux-ci présenteront une affinité différente à passer en solution. Goldschmidt a étudié et classé les ions selon leur capacité de dissolution (figure 3)

Figure 3 : Diagramme simplifié de Goldschmidt

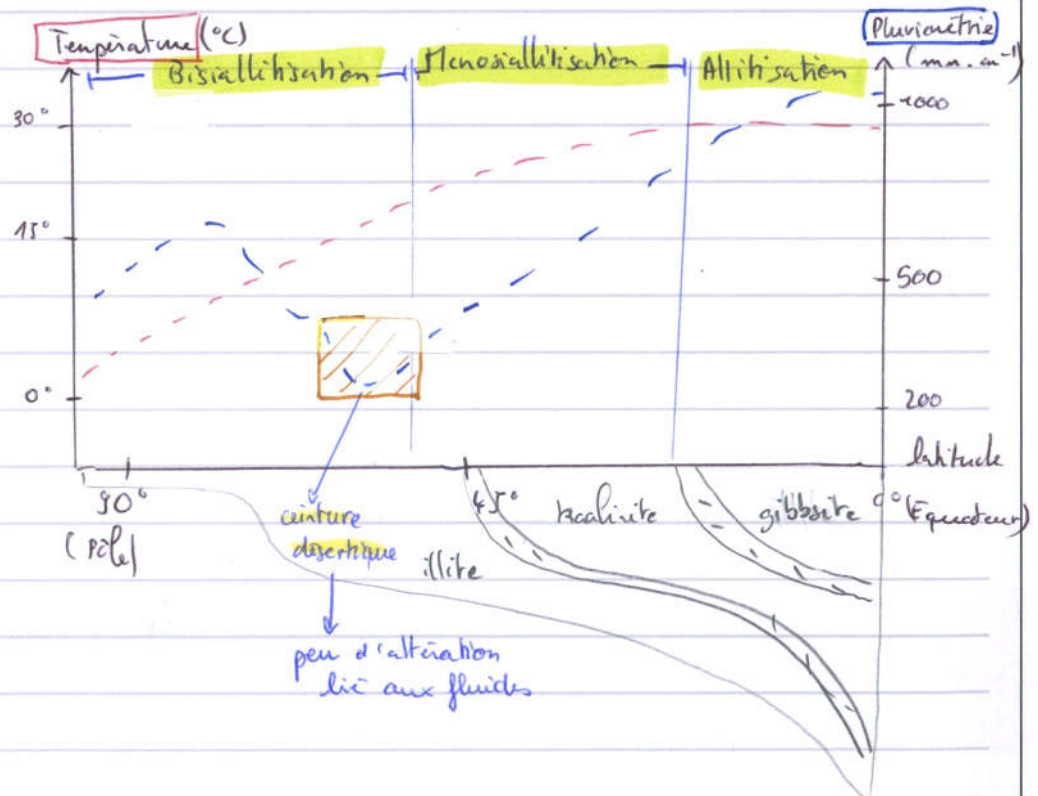


Nous venons de comprendre que l'altération met en jeu 2 processus, ces processus dont leur origine provient des fluides aqueux et des propriétés de ces fluides. Or nous avons vu que l'altération est liée aux phénomènes climatiques, ce qui nous amène à nous demander comment varie l'altération en fonction du climat.

© L'altération présente une succession de réactions qui dépendent du climat

Le document 1c nous montre que l'orthose se transforme en des minéraux différents selon l'intensité de l'altération. On remarque que la solution d'attaque n'a également pas la même composition. Le degré d'altération correspond au nombre de K^+ restant dans la roche. Une altération importante entraîne la mise en solution de tous les ions K^+ . Cette altération dépend du climat. En milieu chaud et humide l'altération sera plus importante que dans un milieu sec et froid montrant l'importance de l'eau dans ces processus (figure 4)

Figure 4
Diagramme de Pedro simplifié montrant en quoi la latitude fait varier les conditions d'altération



15.06 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 93.14

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.

② L'érosion est un processus mécanique qui permet le transfert des particules vers l'océan

a) les indices montrant une séquestration différentielle des particules

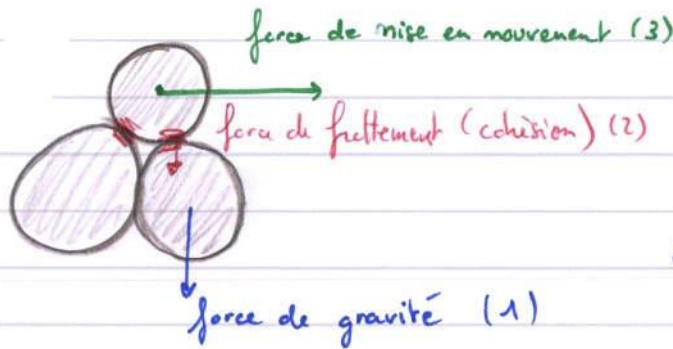
L'érosion est un processus qui couplé au transport permet le déplacement des particules. Suivant la gravité l'eau s'écoule d'un point haut vers un point bas et amène avec elle des particules de taille qui varient en fonction de leur taille et de la force du courant. Le document 1d et e permet de faire cette comparaison sur le fleuve de la Loire.

D'après la carte (1a) Orléans est située plus en amont que la ville de Nantes (en aval). Les images satellites montrent un même fleuve ayant 2 allures différentes. À Orléans les sédiments forment des chenaux témoignant d'un courant assez élevé. De plus la taille des particules récoltées en cumulatif montre une taille de 7 mm. Au contraire à Nantes la courbe cumulative des refus s'arrête à une taille de particule de 2 mm environ. Sur la photo satellite on ne distingue pas figure qui laisse supposer une vitesse de courant élevée. Le fleuve Loire semble même présenter une très légère forme en méandres témoignant d'un courant faible. Ainsi de Font Gerbier de Joux (1600 m), source du fleuve Loire à Nantes (l'embouchure) on observe une "chronatographie" des particules de roches. Les taille des particules tout comme la vitesse du courant étant décroissante. Mais à quel phénomène relier ces observations?

⑤ le processus permettant d'expliquer cette répartition des particules.

les particules de roches comme nous venons de le voir n'ont pas la même taille selon leur position amont ou aval. Tout d'abord il faut comprendre les forces mise en jeu sur les particules ce qui permet de comprendre quels phénomènes sont à l'origine de leur mise en transport (figure 5)

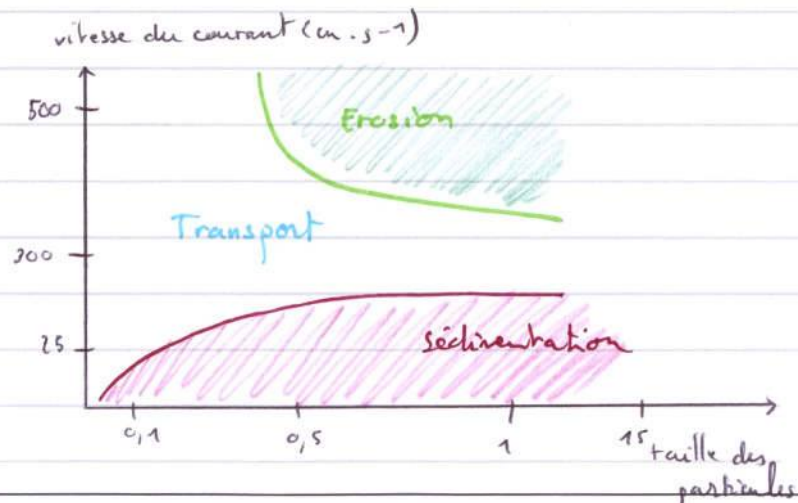
figure 5 :
conditions
entraînant l'
érosion des roches
et la mise en
transport des
particules



il y a déplacement des
particules si $3 > 2 + 1$

Cela nous montre que la force d'entraînement des particules doit être suffisante pour permettre la mise en transport de celles-ci. Hjulström a modéliser ces conditions à l'aide d'un montage lui permettant de comprendre quelles forces agissent sur une particule dans une rivière.

figure 6 : Diagramme
simplifié de
Hjulström



Cela nous montre que selon la vitesse du courant ^{et leur taille} les particules peuvent être transportées, sédimentées ou être érodées. Ainsi en amont, le courant est fort (car la pente est également forte entraînant les particules les plus grossières, la pente diminuant à Orléans puis à Nantes, la vitesse du courant également et la ^{granulométrie} particules pouvant être transportée diminue.

3- les fluides transportent des éléments de la roche aux rivières ce qui peut entraîner des pollutions.

À Salsigne dans l'Aude jusqu'à la fin des années 1980 la plus grosse mine d'or d'Europe était exploitée. L'extraction de l'or comme minerai nécessite de séparer l'or en minerai d'autres minéraux tels que la chalcopryite ou l'arsenic ^{en utilisant de la dynamite}. Aujourd'hui malgré la fermeture de la mine l'arsenic continue à cause du ruissellement à se répandre dans les rivières alentours entraînant une pollution majeure de la vallée de l'Aude. Les inondations sont un facteur d'amplification de l'érosion des roches et de dispersion de cette pollution. L'arsenic est une substance cancérigène. Le document 5 montre que plus une roche est altérée plus elle libère des substances (exemple du cuivre).

Nous venons de comprendre comment les fluides aqueux participent aux transferts entre le continent et l'océan à présent analysons le rôle de ces fluides dans la genèse des roches.

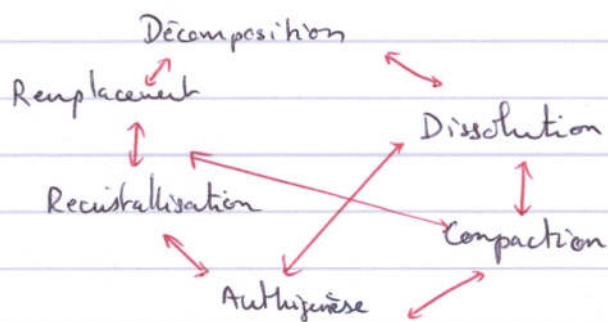
II les fluides ont un rôle dans la genèse des roches

① les sédiments deviennent des roches sédimentaires par ~~sa~~ extraction de fluides

Le transport des sédiments comme vu précédemment entraîne les particules jusqu'à l'océan. Dans l'océan, ces particules vont devenir des roches sédimentaires. La photo du document 2A montre que les particules sédimentaires ici des coquilles présentent une porosité interstitielle. Lors de leur enfouissement la compaction entraîne une sortie de l'eau contenue dans les pores comme le montre le document 2B. À la surface il y a 70%.

d'eau dans les sédiments argileux. Ensuite à 4 km de profondeur on se retrouve plus que 5% d'eau interstitielle (l'eau contenue dans les pores). Passé les 5 km d'enfouissement l'eau restante se situe dans les feuillets d'argiles sous forme hydroxyles en tant que composant des minéraux. Quels phénomènes sont à l'origine de cette perte de fluide aqueux? La diagenèse est un processus permettant le passage des particules sédimentaire à la roche solide, par ces phénomènes en interaction les uns avec les autres l'eau est soustraite de la roche (figure 7)

Figure 7: Principe de la diagenèse expliquant la perte de fluide



© Phénomènes diagenétiques en interaction

⑥ Lien entre la profondeur et les fluides extraits



2- La présence de fluides permet d'abaisser la température des solides et redistribue les éléments

les basaltes sont des roches issues de la fusion partielle d'une roche mère. À l'heure actuelle, cette fusion ne dépasse pas les 15%. En effet la température qui permet d'atteindre ^{sur Terre} la fusion est située à 1200°C dans le cas des roches sèches. Le document 3 nous montre que cette température est abaissée dans le cas où la thezélite est saturée en eau.

15.06 / 20

Epreuve - Matière : 101 - 934.1 Session : 202.5

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.

appariation de la
 Lorsque la roche, la thermozélite est saturée en eau le schistes (première goutte de liquide) est abaissée à 700°C. Ainsi les roches fondent à plus basse température en condition hydratée. Plus généralement on retrouve ces conditions en zone de subduction par exemple où la transformation des roches (c.f. III) permet le transfert d'une quantité de fluide suffisante ce qui permet d'entraîner une fusion partielle (figure 8)

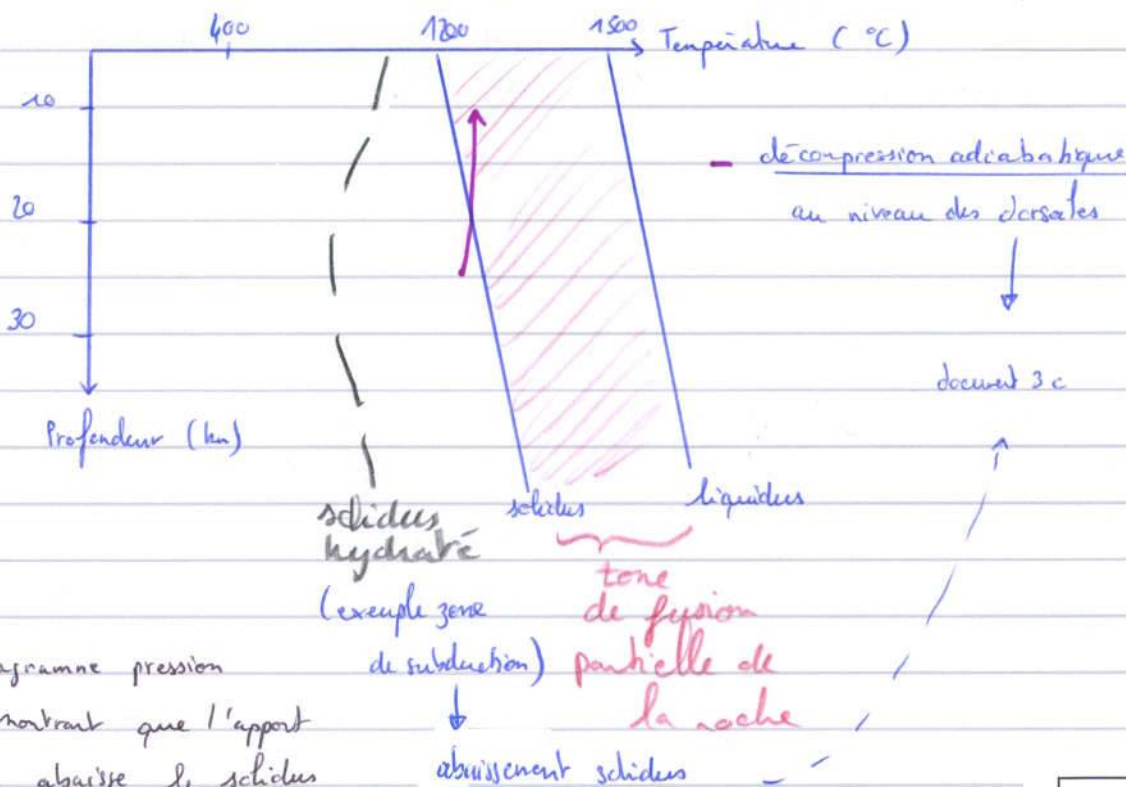


Figure 8 : Diagramme pression-température montrant que l'apport de fluide abaisse le schistes

3 - lors de leur genèse les roches présentent des compositions particulières, les fluides redistribuent ces substances.

La diversité des roches présentes sur la planète provient des processus de genèse des roches. La composition des roches ne sera pas la même selon le pourcentage d'hydratation du magma comme vu précédemment. Le document 5a nous montre qu'un magma tardif et différencié (2-37 d'eau) entraîne la minéralisation porphyrique de Cu, Pb, Ag, Au. Un magma intrusif initial différencié entraîne quand à lui la minéralisation de veines contenant (Cu, Pb, Zn, Ag, Au). Nous pouvons remarquer que malgré 2 magmas ayant une hydratation différente le cuivre est le principal porphyre de ce stratovolcan au dessus d'une zone de subduction.

Le document 3B nous montre que la mobilité des éléments traces n'est pas la même. Hors l'anomalie Nb, Ta, les éléments les plus incompatibles sont plus mobiles que les éléments moins incompatibles (Yb, Lu). Par analogie avec le magma, le rayonnement et la charge des particules répit leur affinité à rester dans le réseau cristallin. De plus on remarque d'après le document 3c que les basaltes arcs insulaires n'ont pas la même composition que ceux de subduction. Cela s'explique par l'origine de ce qui a fondu et son hydratation.

Nous venons de comprendre le rôle des fluides dans la genèse des roches à présent regardons comment les fluides permettent la transformation des roches.

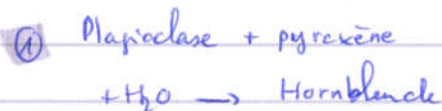
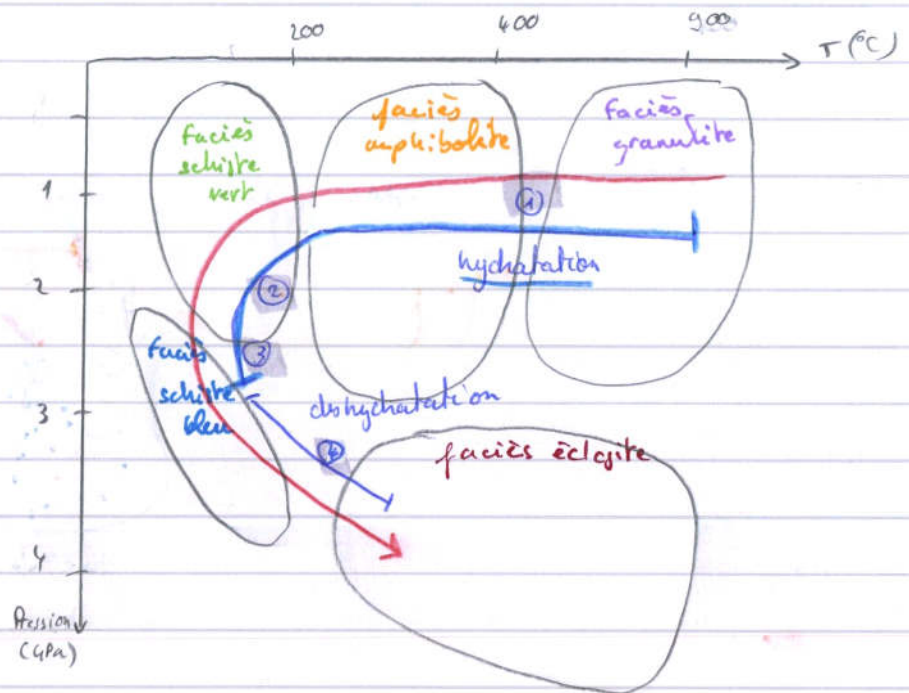
III les fluides aqueux permettent la transformation des roches

① Les réactions métamorphiques de la lithosphère océanique sont dépendantes des fluides

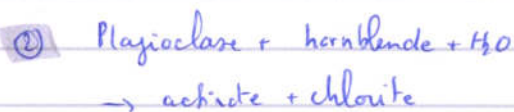
Les réactions métamorphiques ont lieu lorsque le protolithe subit

des conditions de pression et température différentes de sa genèse. Ces transformations ont lieu au P à T constante au fluide près, ce qui indique que l'eau est un acteur majeur de ces transformations. Le document 4b nous montre qu'au cours de la vie de la lithosphère océanique celle-ci subit hydratation puis déshydratation comme en témoignent les formules des solutions solides. On résume ces réactions dans la figure 9.

Figure 9 : Transformations métamorphiques de la lithosphère océanique



→ trajet d'une roche de la lithosphère océanique de la dorsale à son passage en subduction

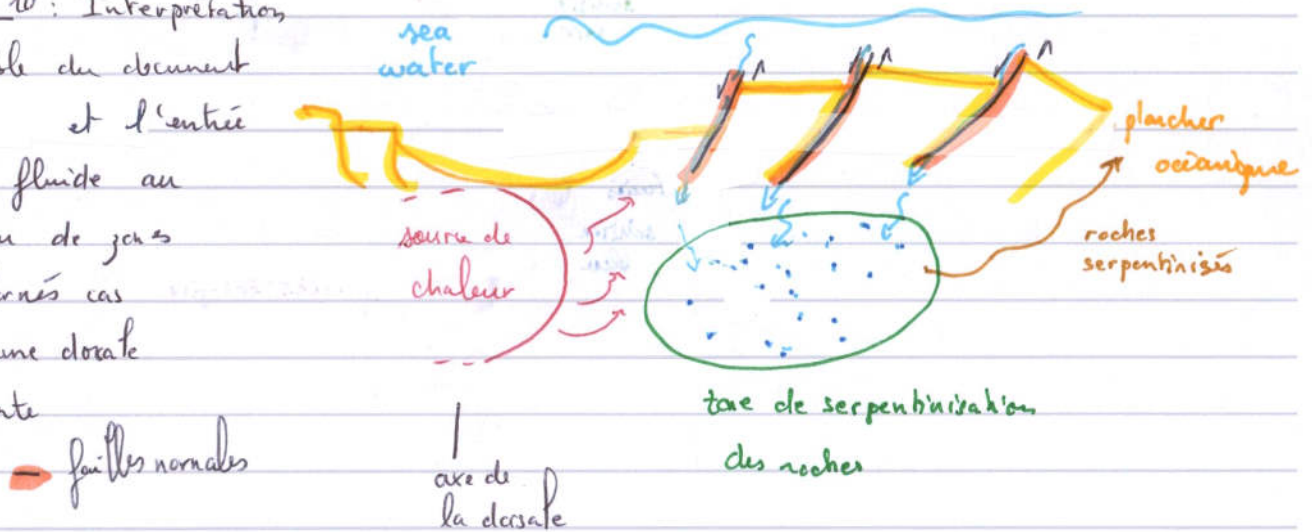


Cela nous montre que l'eau est un acteur de ces transformations. Pourtant comme le montre le graphique ces transformations ont lieu en profondeur. Comment les fluides entrent en contact avec la roche en profondeur ?

2 - la déformation facilite l'entrée de fluide et la transformation des roches

le document 4a nous montre que les zones les plus déformées sont le lieu d'entrée ^{principale} des fluides et la zone de transformation des roches. Si on prend l'exemple de la zone de la dorsale médio océanique les failles sont des lieux de mouvements de fluide (figure 10).

Figure 10 : Interprétation possible du document 4a et l'entrée de fluide au niveau de zones déformées cas d'une dorsale lente



Dans les zones présentant des déformations avec l'exemple des failles (déformation cassante), au niveau du miroir de faille les fluides aqueux peuvent percoler. C'est que nous montre le document 5b dans le cadre de l'exploitation des ressources, les dépôts de cuivre et d'or se situent principalement au niveau des failles. Les failles facilitant la circulation de fluides donc la transformation et la solubilisation des porphyres. Dans la continuité de cet exemple dans la région de Pau les chercheurs réfléchissent à l'extraction de dihydrogène (H_2) pouvant servir de source d'énergie pour faire rouler des bus. En effet cette région près des Pyrénées présente une sismicité importante et les nombreuses failles liées à l'orogénèse Pyrénéenne permettant un hydrothermalisme local (percolation de l'eau jusqu'au manteau) et ainsi la création d'hydrogène.

15.06 / 20

Epreuve - Matière : 20.1 = 93.44 Session : 20.5

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.

3 - les risques liés aux fluides en contact avec les roches liquides

→ Maar de Borée montre que le contact direct magma fluide entraîne du phréatomagétisme et une explosion du cône volcanique

Concours section : CAPES EXTERNE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TER

Epreuve matière : Epreuve disciplinaire

N° Anonymat : **N250NAT1052782** Nombre de pages : 16

15.06 / 20

Nous pourrions conclure que l'eau en tant que fluide agit à chaque étape du cycle de vie d'une roche. Nous avons vu que l'eau est un support permettant le transfert des particules jusqu'aux océans, mais l'eau est aussi un fluide acteur de la genèse des roches en abaissant la température de fusion partielle. Les fluides sont également présents dans les transformations des roches métamorphiques. Ainsi les fluides ^{aqueux} ont des rôles multiples, ces rôles sont utilisés par les êtres humains comme ressources. Les fluides concentrant les ressources facilitent leur extraction.

Par ailleurs nous pourrions à présent nous intéresser aux fluides aqueux et leur rôles sur la géologie de la planète Mars.