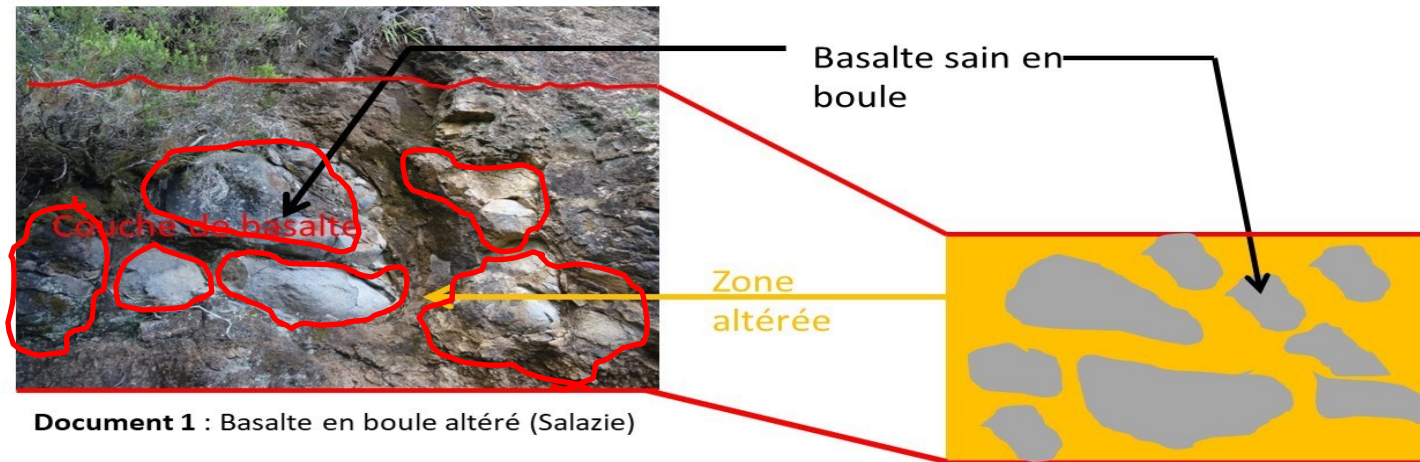


TP 2

L'EAU ET L'ALTÉRATION DU BASALTE (2 Séances de 1h30)

Sur le terrain, d'anciennes coulées de basalte présentent une structure en boules (Document 1). Il s'agit de basalte altéré.

On veut préciser le phénomène de transformation ou altération du basalte.



L'étude de la zone située entre les boules de basaltes sains montre qu'elle est composée des basaltes transformés (mélange d'argile et de débris de basalte appelée **arène basaltique**).

Le basalte subit donc une transformation après sa formation. Cette transformation est appelée altération.

Vous disposez d'un échantillon de basalte sain et d'un échantillon d'arène basaltique.

La couleur ocre de la zone altérée correspond à la présence d'argile (kaolinite). L'argile est un minéral formé de feuillets empilés (Document 2)

PARTIE A : SAISIR DES DONNÉES POUR FORMULER UNE HYPOTHÈSE (45 mn)

1) A partir de l'observation de l'arène basaltique à la loupe, formuler une hypothèse sur l'origine de l'argile présente.

Activités

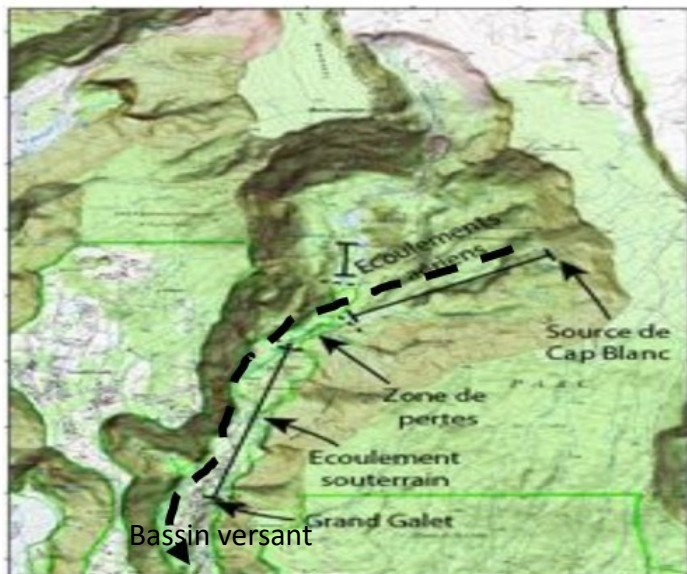
- A l'aide du matériel disponible, **préciser quelques caractères physiques de l'arène basaltique** (hétérogène, meuble, cohérent ...)
- A l'aide d'une observation à la loupe et une capture d'image, **présenter une description de la composition de l'arène basaltique.**
- **A l'aide des données des documents et celles obtenues à partir de la mise en œuvre du protocole précédent ainsi que vos connaissances, proposer une hypothèse sur l'origine de l'argile.**



Document 2 : Observation d'argile Kaolinite au microscope électronique (x20 000)

PARTIE B : MECANISME DE FORMATION DES ARGILES (45 mn)

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.

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 eau (Concentration en ions)

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

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

Activités

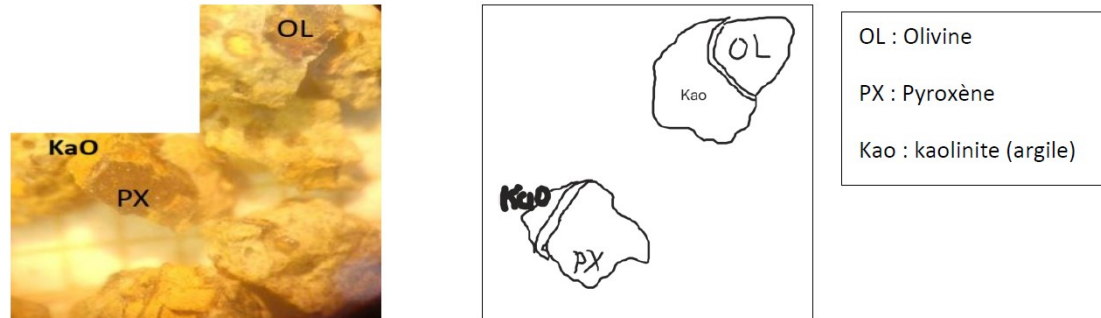
1°) A l'aide de la composition chimique des minéraux des basaltes (doc 3) et l'origine de l'eau qui alimente la rivière Langevin (doc 1) après infiltration, **proposez une hypothèse** sur la composition chimique de l'eau du bassin versant (doc 2).

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

Document 3 : Formules chimiques de quelques minéraux.

Les minéraux des roches sont formés d'arrangement d'atomes dans l'espace. Cet arrangement donne la forme géométrique du minéral. On appelle maille, la plus petite association d'atomes qui se répète dans les trois dimensions de l'espace. Certains minéraux intègrent des ions OH⁻ provenant de l'eau. Ce sont des minéraux hydratés qui présentent un degré d'hydratation.

L'observation d'un basalte altéré montre une gangue d'argile (kaolinite) autour des olivines et des pyroxènes. Cette géométrie montre la transformation des minéraux en argile.



Document 4 : Observation d'un basalte altéré à la loupe (x40) et schéma d'interprétation

Une comparaison entre ces minéraux permet de préciser le rôle de l'eau dans cette transformation

2°) A l'aide du logiciel « minusc » (<https://libmol.org/minusc/>), **présentez** les minéraux (olivine, pyroxène, feldspath plagioclase et kaolinite) et précisez la formule chimique globale à l'aide du document 3, ainsi que le résultat du calcul du **pourcentage d'hydratation**.

Des captures d'écran des minéraux sont attendues.

Vidéo montrant le calcul du pourcentage d'hydratation : <https://tube-sciences-technologies.apps.education.fr/w/6F7cSVK4UkfSprUy9tQ33Q>

Conclusion (1h 30) : **Expliquez**, en mettant en relation l'ensemble des données, la formation d'argile en périphérie des minéraux du basalte par circulation d'eau et montrer que cette transformation favorise l'érosion par l'eau.

Votre réponse pourra se faire de schémas fonctionnels intégrant les différentes captures d'écrans de l'activité précédente.

Capacité : Mettre en relation et Argumenter

Critères de réussite

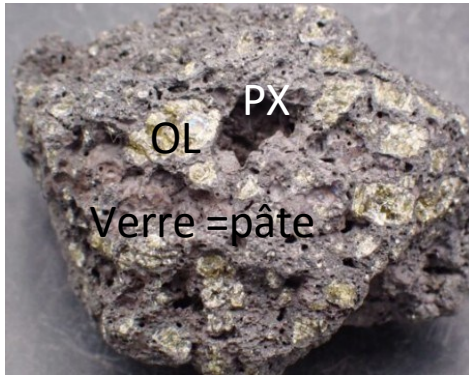
- J'ai repéré les données utiles
- J'ai fait le lien entre informations utiles.
- J'ai utilisé des connecteurs logiques (donc, car, si - alors...).
- J'ai fourni des justifications.

Correction TP2 : Eau et altération du basalte

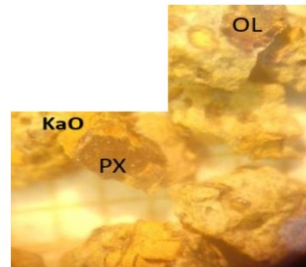
Toujours démarrer la rédaction par un texte d'introduction qui présent l'objectif du TP ou problème à résoudre

L'observation d'anciennes couche de basaltes montre une structure en boules de basaltes sains entourées de matériel de couleur ocre, formé de débris de basalte et d'argile, appelé arène basaltique. Cette organisation témoigne de la transformation du basalte.

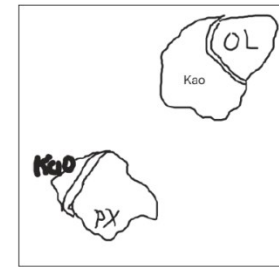
Comment se fait la transformation du basalte après sa formation ?



Observation à loupe d'un basalte à olivine sain (x40)



Observation à loupe de l'arène basaltique (x40)



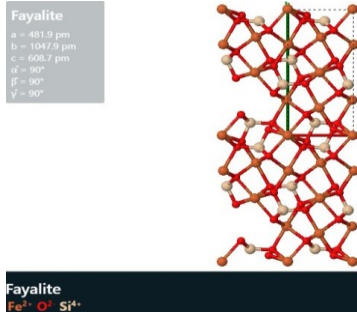
OL : Olivine
PX : Pyroxène
Kao : kaolinite (argile)

PARTIE A : SAISIR DES DONNÉES POUR VERIFIER UNE HYPOTHÈSE (45 mn)

- 1) L'observation de l'arène basaltique et de montre que de l'argile kaolinite entoure les cristaux d'olivine, de pyroxène et de feldspath plagioclase. Cela peut être interprété comme une transformation des cristaux en argile.

Hypothèse : Le basalte se transforme par formation d'argile à partir des cristaux

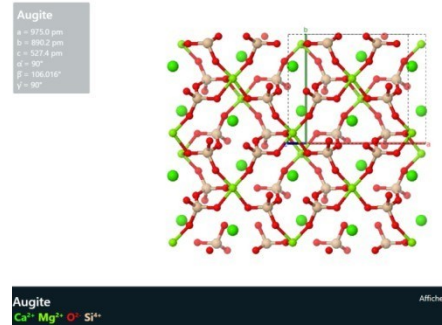
Olivine (Fayalite) Fe_2SiO_4



	Intérieur	Faces	Arêtes	Sommets	Total	Masse (masse)	%
Fe^{2+}	3	5	4	4	7	390.9	56.2
O^{2-}	12	0	0	0	12	192	27.6
Si^{4+}	4	0	0	0	4	112.4	16.2

Masse volumique calculée : 3.755 g/cm^3
 Compacité calculée : 45.4 % (volume)
 Pourcentage d'hydratation : 0 % (masse)

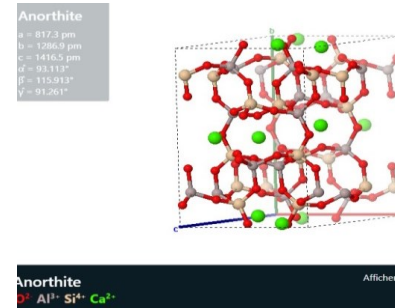
Pyroxène (Augite) $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{SiO}_3$



	Intérieur	Faces	Arêtes	Sommets	Total	Masse (masse)	%
Ca^{2+}	2	4	0	0	4	160.3	18.5
Mg^{2+}	2	4	0	0	4	97.2	11.2
O^{2-}	20	8	0	0	24	384	44.3
Si^{4+}	8	0	0	0	8	224.7	25.9

Masse volumique calculée : 3.269 g/cm^3
 Compacité ca Speakers (Realtek(R) Audio): 86%
 Pourcentage d'hydratation : 0 % (masse)

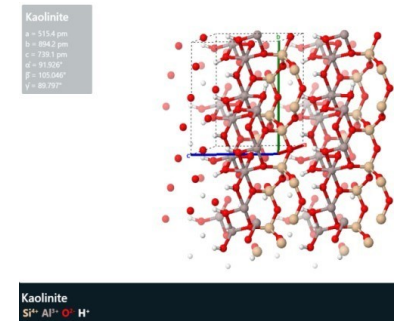
Feldspath plagioclase (Anorthite) $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$



	Intérieur	Faces	Arêtes	Sommets	Total	Masse (masse)	%
O^{2-}	48	32	0	0	64	1024	46.0
Al^{3+}	12	8	0	0	16	431.7	19.4
Si^{4+}	12	8	0	0	16	449.4	20.2
Ca^{2+}	6	4	0	0	8	320.6	14.4

Masse volumique calculée : 2.766 g/cm^3
 Compacité calculée : 53.9 % (volume)
 Pourcentage d'hydratation : 0 % (masse)

Argile (Kaolinite) $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{10}$



	Intérieur	Faces	Arêtes	Sommets	Total	Masse (masse)	%
Si^{4+}	2	4	0	0	4	112.4	23.2
Al^{3+}	3	2	0	0	4	107.9	22.3
O^{2-}	14	4	0	0	16	256	52.9
H^+	7	2	0	0	8	8.1	1.7

Masse volumique calculée : 2.447 g/cm^3
 Compacité calculée : 52.5 % (volume)
 Pourcentage d'hydratation : 28.09 % (masse)

L'eau est présente dans un minéral sous forme d'ion OH^- : On dit qu'il est hydraté et on peut donc calculer un pourcentage d'hydratation

Je constate que olivine, pyroxène et feldspath plagioclase ne sont pas hydratés (pourcentage d'hydratation 0%)
Je constate que l'argile est hydratée (pourcentage d'hydratation 28,09%) Je déduis que l'argile se forme en présence d'eau

EAU (H₂O)

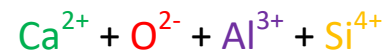
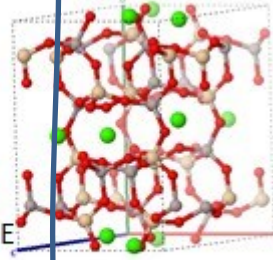
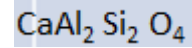
Anorthite

a = 817.3 pm
b = 1268.9 pm
c = 1416.5 pm
α = 93.513°
β = 115.913°
γ = 91.261°

FELDSPATH
PLAGIOCLASE
(ANORTITE)

Anorthite

Al³⁺ Si⁴⁺ Ca²⁺



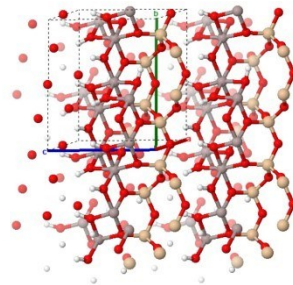
Kaolinite

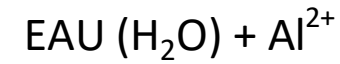
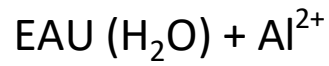
a = 515.4 pm
b = 894.2 pm
c = 735.1 pm
α = 91.626°
β = 105.046°
γ = 89.797°

ARGILE
(Kaolinite)

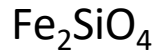
Kaolinite

Si⁴⁺ Al³⁺ O²⁻ H⁺



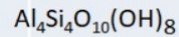
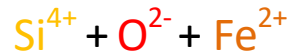


Fayalite
 $a = 481.9$
 $b = 1047.9$
 $c = 608.7$
 $\alpha = 90^\circ$
 $\beta = 90^\circ$
 $\gamma = 90^\circ$



OLIVINE (Fayalite)

Fayalite
 $\text{Fe}^{2+} \text{ O}^{2-}$



ARGILE (Kaolinite)

Augite
 $a = 975.0 \text{ pm}$
 $b = 890.2 \text{ pm}$
 $c = 527.4 \text{ pm}$
 $\alpha = 90^\circ$
 $\beta = 106.016^\circ$
 $\gamma = 90^\circ$

$(\text{Ca}, \text{Mg})\text{SiO}_3$
PYROXENE

Augite
 $\text{Ca}^{2+} \text{ Mg}^{2+} \text{ O}^{2-} \text{ Si}^{4+}$

Illite

5.4 pm
 4.2 pm
 9.1 pm
 92.6°
 5.046°
 7.797°

Kaolinite

$\text{Si}^{4+} \text{ Al}^{3+} \text{ O}^{2-} \text{ H}^+$

La formation d'argile entraîne une perte de cohérence de la roche et favorise son érosion. Le basalte devient friable et se désagrège. Le produit de cette désagrégation forme l'arène, associé à des blocs de différentes tailles, entraînés par l'eau.

ALTERATION CHIMIQUE

Minéraux du basalte
+ Eau

Argile (kaolinite) +
Solution ionique (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Si^{4+} , Na^+ , K^+ , O^{2-})

Basalte sain

COHERENT



EROSION
DIFFICILE

Basalte altéré + arène basaltique

FRIABLE



ALTERATION
MECANIQUE

EROSION FACILITEE = DESAGREGATION