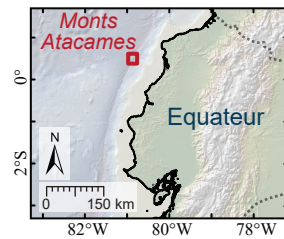


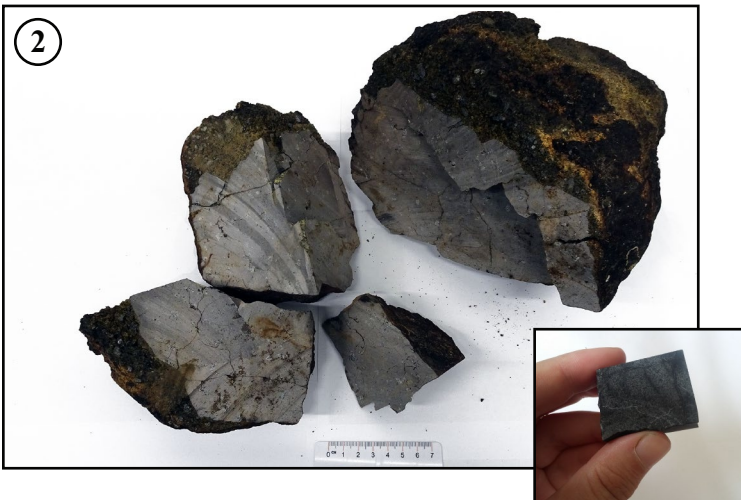


## Comment dater des basaltes collectés par le Nautille? Exemple de l'échantillon SUM-P13-01



### Echantillonnage :

- 1 Plongée n°13 du Nautille du 18 février 2024 (avec Boris Marcaillou), au niveau de la chaîne des monts sous-marins Atacames, située sur la plaque océanique Nazca, sur la bordure externe de la fosse de subduction.



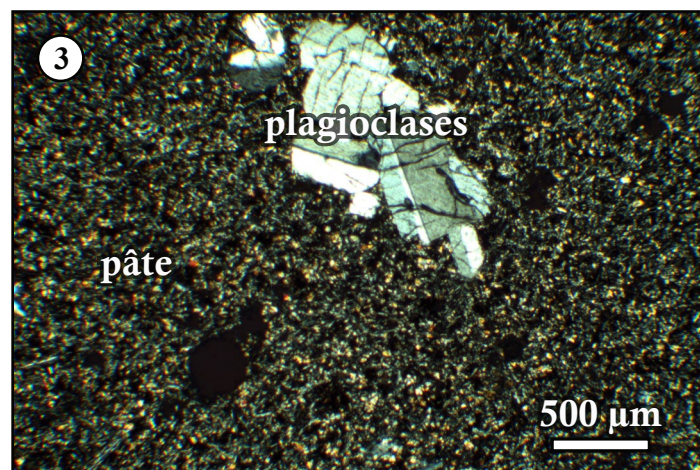
### Confection de lames minces :

- 2 Sciage des blocs pour atteindre les parties centrales non altérées. Préparation d'un morceau en forme de «sucre» que l'on envoie au litholamelleur. Ce sucre sera collé sur une lame de verre et poli finement pour pouvoir être observé au microscope.

### Observation de lames minces au microscope :

- 3 Une fois les lames faites, observation au microscope pour déterminer la nature et la taille des minéraux, la proportion de pâte (constituée de verre volcanique et microcristaux), et les phases qu'il sera possible de dater.

Pour l'échantillon SUM-P13-01, nous décidons de dater la pâte et les plagioclases.

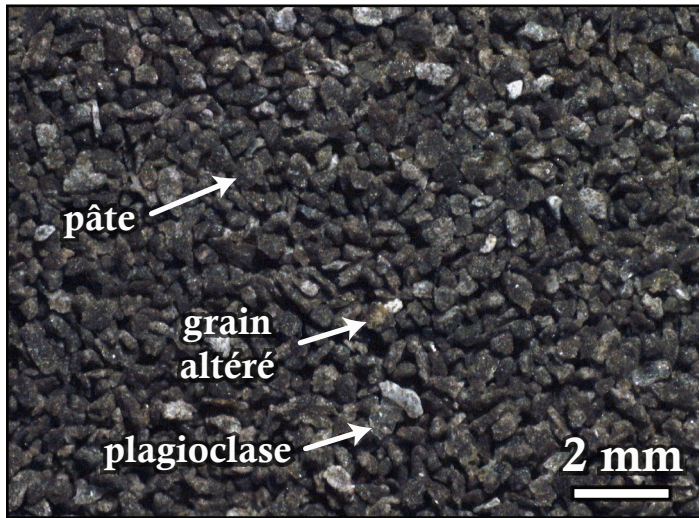


### Préparation de l'échantillon pour la datation K-Ar :

- 4 Sciage de l'ensemble des blocs en retirant minutieusement les zones altérées (contact avec l'eau de mer ou le long de fractures).

Broyage et tamisage avec une maille adaptée à la taille des minéraux. Ici on ne gardera que les grains entre 125 et 250 µm.

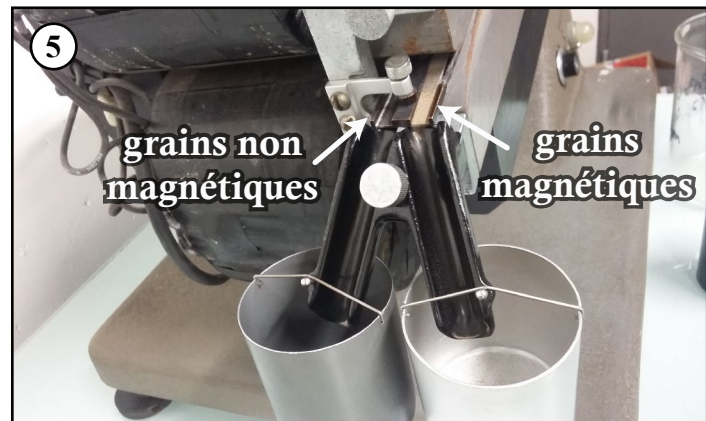
## Comment dater des basaltes collectés par le Nautilus? Exemple de l'échantillon SUM-P13-01



Une fois l'échantillon broyé et tamisé, nous obtenons un mélange de grains constitué de pâte (grise), de plagioclases (transparentes), d'oxydes (noirs) et de grains altérés (orange, marron et blanc), d'une taille homogène (125-250 µm). Les prochaines étapes consistent à isoler les grains de pâte d'une part, et ceux de plagioclases d'autre part.

Sur la photo de gauche, l'échantillon SUM-P13-01 a été observé à la loupe binoculaire.

Tri magnétique, permettant de séparer les plagioclases non magnétiques de la fraction magnétique (pâte, oxydes, olivines, pyroxènes). Les grains de l'échantillon sont progressivement versés sur une sorte de règle inclinée, et un aimant n'est présent que sur un côté de la règle, permettant d'attirer uniquement les grains magnétiques.



Tri par liqueur dense, permettant de séparer les grains selon leur densité. Cette étape nous permet de séparer les fractions lourdes (de densité >3,15 pour les olivines, pyroxènes et oxydes), moyennement lourdes (de densité autour de 3 pour la pâte), légères (de densité d'environ 2,7 pour les plagioclases), et très légères (<2,6 pour les grains altérés ou très vésiculés).

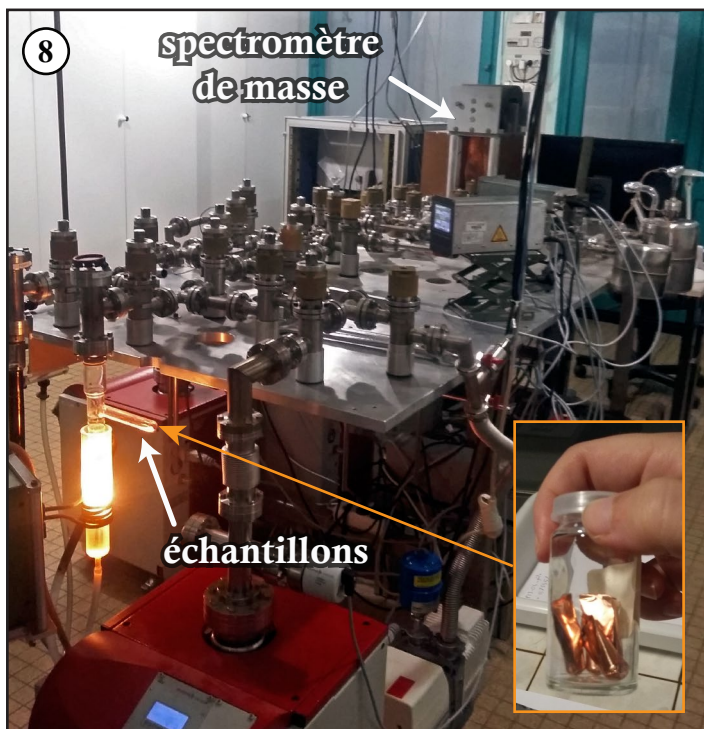
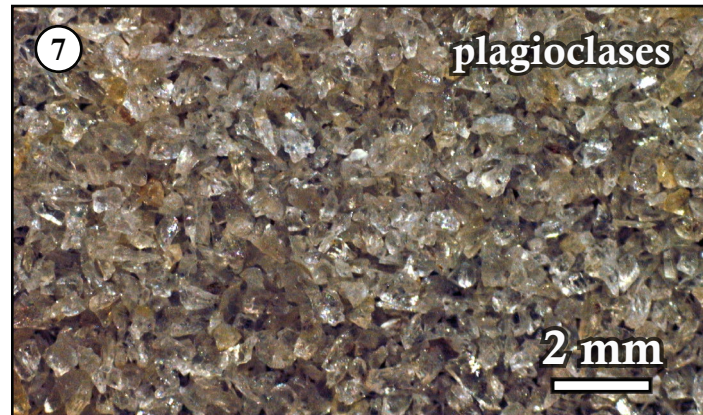
Une densité de 3 signifie que pour un même volume, la roche pèse 3 fois plus lourd que l'eau!

## Comment dater des basaltes collectés par le Nautilus? Exemple de l'échantillon SUM-P13-01

Vérification de la fraction à dater avec une loupe binoculaire.

Les plagioclases sélectionnés de l'échantillon SUM-P13-01 ont une densité comprise entre 2,67 et 2,75. La pâte sélectionnée a une densité comprise entre 2,99 et 3,05.

Pour plusieurs kilogrammes de roches nous ne gardons que quelques grammes pour la datation! (Mais ce qui n'est pas daté est précieusement conservé).



### Détermination de la teneur en argon ( $Ar^*$ ) :

L'argon est un élément gazeux, il est mesuré grâce à un spectromètre de masse. Comme l'air contient de l'argon, nous utilisons une ligne à ultra vide de manière à analyser uniquement l'argon provenant de l'échantillon. Dans notre cas, une fraction d'environ 3 g d'échantillon est chauffée de manière à faire fondre les grains et libérer les gaz qu'ils contiennent. Ces gaz sont ensuite purifiés de manière à ne conserver que l'argon, et identifier la quantité d'argon qui a été produit par la décroissance radioactive du potassium depuis la mise en place de la roche. Ce phénomène se produit naturellement dans la nature, et l'argon ainsi créé est dit «radiogénique».

Pour l'échantillon SUM-P13-01, l'argon radiogénique représente entre 5 et 20% de l'argon libéré lors de la fusion des grains.

**Comment dater des basaltes collectés par le Nautilus?**  
Exemple de l'échantillon SUM-P13-01

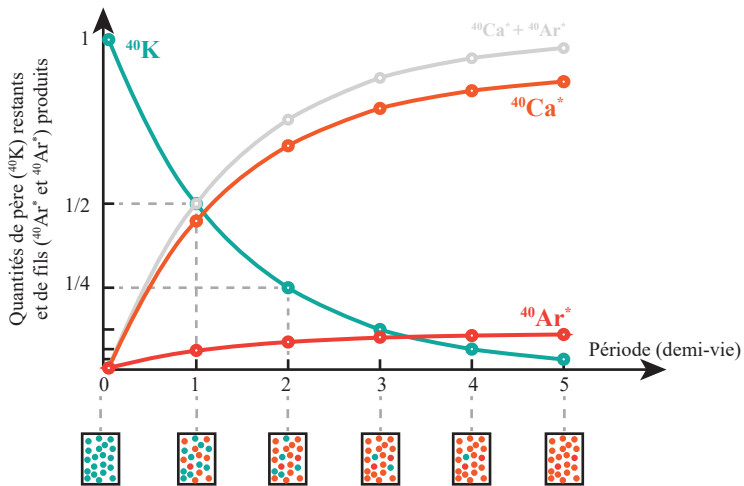
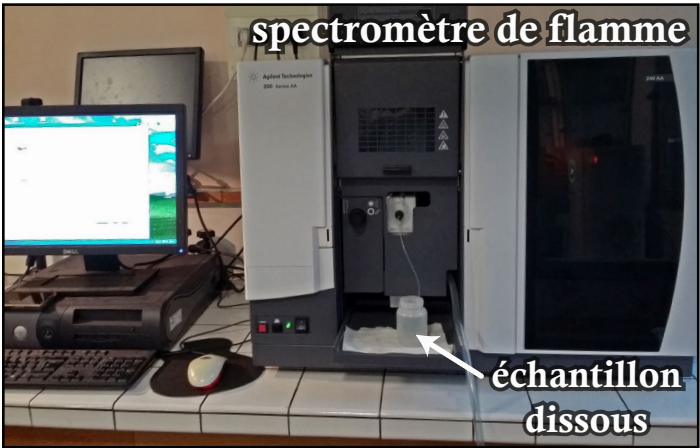
**Détermination de la teneur en potassium (K) :**

9

Le potassium est un élément solide dans les composants des roches volcaniques, et sa teneur dans l'échantillon est déterminée grâce à un spectromètre de flamme. Environ 75 g de pâte et 300 g de plagioclases sont préalablement attaqués avec plusieurs acides de manière à les dissoudre, puis ces fractions sont diluées dans 100 mL d'eau distillée. On déduit de la teneur en K totale mesurée la quantité de <sup>40</sup>K de l'échantillon, dont la désintégration est à l'origine de l'Ar\*.

L'échantillon SUM-P13-01 est très pauvre en K, avec une teneur inférieure à 0.07%! Cette information nous donne des indications sur l'origine du magma.

Les mesures d'argon et de potassium sont réalisées 2 ou 3 fois afin de vérifier que l'échantillon soit bien homogène et que les mesures concordent.



**Détermination de l'âge K-Ar de l'échantillon :**

10

L'argon radiogénique (<sup>40</sup>Ar\*) étant créé par la décroissance radioactive du potassium (<sup>40</sup>K), et en connaissant le temps au bout duquel la moitié de la quantité initiale de <sup>40</sup>K s'est désintégrée (c'est la demi-vie, ici de 1,248 milliard d'années), il est possible d'en déduire l'âge de l'échantillon.

Ainsi, pour notre basalte du mont sous-marin le plus au sud de la chaîne Atacames, nous obtenons un âge d'environ 9 millions d'années.

Age de l'échantillon

Mesure d'argon au spectromètre de masse

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{\lambda}{\lambda_g + \lambda_g'} \frac{^{40}\text{Ar}^*}{^{40}\text{K}} \right)$$

Constantes liées à la demi-vie

Mesure de potassium au spectromètre de flamme

Mathilde Bablon



### Exercice niveau lycée - spécialité SVT

Proposé par Mathilde Bablon (Géoazur – Chargée de Recherche à l'IRD)  
et aménagé par Faustine Gendron

#### Question 1 :

On analyse 2,8 g de pâte (= mésostase, mélange de verre volcanique et de microcristaux) d'un échantillon collecté par le Nautilus lors de la mission SUPER-MOUV.

On déduit des mesures au spectromètre de masse que  $1,008 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3$  d' $^{40}\text{Ar}^*$  ont été libérés lors de la fusion de cette fraction d'échantillon, dans les conditions standard de température et de pression.

**Déterminer la quantité d'argon radiogénique présent dans cet échantillon (le résultat du calcul sera exprimé en mol).**

*Aide à la résolution :*

*Le volume molaire d'un gaz parfait vaut  $22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ .*

#### Question 2 :

Sur la même fraction de pâte, les analyses au spectromètre de flamme montrent que l'échantillon contient 0,1 % de K.

**Sachant que le  $^{40}\text{K}$  représente  $1,16 \cdot 10^{-4}$  du K total ( $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$  et  $^{41}\text{K}$ ), déterminer la quantité de  $^{40}\text{K}$  présent dans ces 2,8 g d'échantillon.**

*Aide à la résolution :*

*La masse molaire du potassium vaut  $39,098 \text{ g}$ .*

#### Question 3 :

**A partir des mesures réalisées au spectromètre de masse et au spectromètre de flamme, déduire l'âge K-Ar de l'échantillon étudié.**

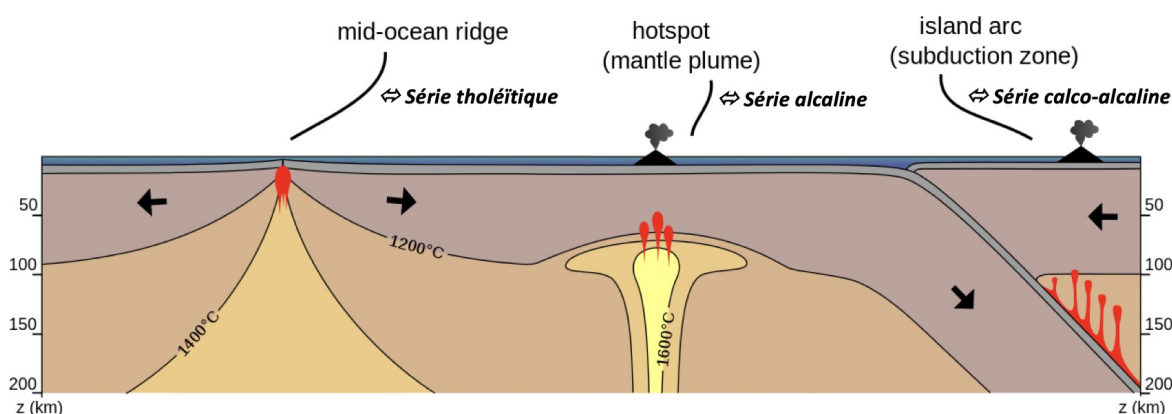
**Question 4 :**

Des analyses de la composition en éléments majeurs ont également été réalisées sur cette roche. Les résultats obtenus sont les suivants : 0,12 % de  $K_2O$ , 2,2 % de  $Na_2O$  et 49,2 % de  $SiO_2$ .

**A l'aide des documents ci-dessous, déterminer la nature de la roche étudiée et indiquer si le résultat est cohérent au regard du lieu de prélèvement par le Nautile.**

**En utilisant vos connaissances, indiquer (en justifiant) si la présence de cristaux de plagioclase observés au microscope est cohérente.**

Document 1 : Séries magmatiques et contextes géodynamiques



Document 2 : Digramme TAS (Total Alkali Silica)

Le diagramme TAS est un système de classification des roches volcaniques en fonction de leur teneur en alcalins (oxyde de sodium  $Na_2O$  et oxyde de potassium  $K_2O$ ) et en silice ( $SiO_2$ ).

