

---

# Unspiked K-Ar dating

H. Guillou, V. Scao

Laboratoire des Sciences du Climat et de L'Environnement (IPSL-CEA-CNRS-UVSQ), 91198 Gif sur Yvette



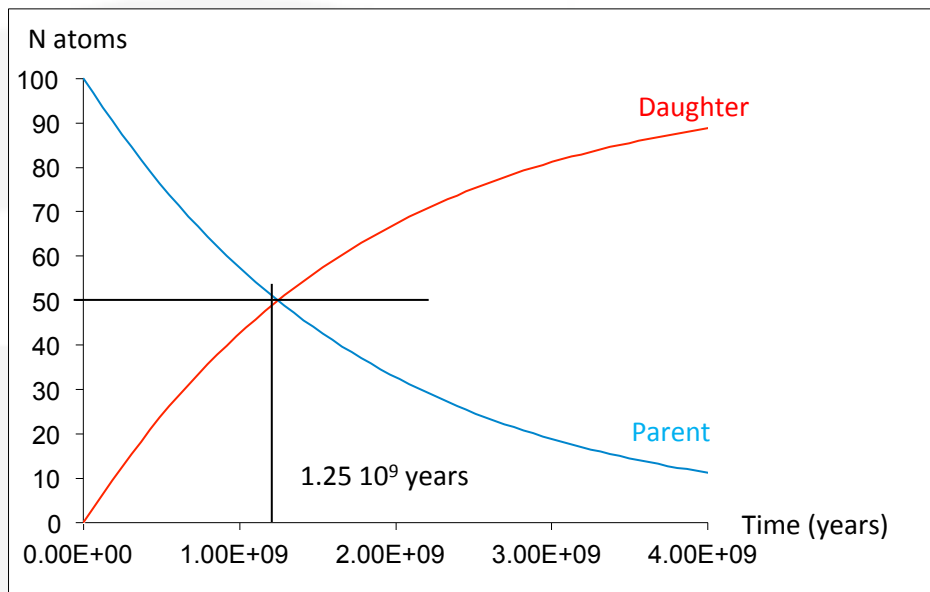
LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT & DE L'ENVIRONNEMENT

ANR PaleOX – 12 Mars 2018



Institut  
Pierre  
Simon  
Laplace

# The K-Ar clock principle



$^{40}\text{K}$  decay produces  $^{40}\text{Ar}^*$  which cumulates into the system.

An age is calculated from the amounts of remaining parents and formed daughters.

## The K-Ar age equation

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{D}{N} \right)$$

$N$  = number of radioactive atoms at time  $t$ ,

$D$  = number of daughter atoms at  $t$ .

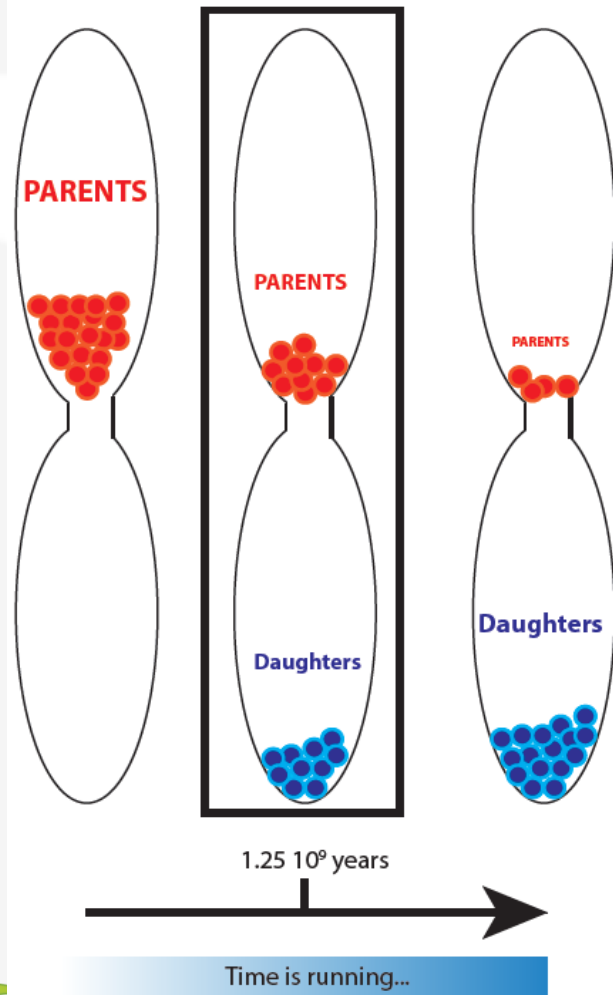
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left[ 1 + \left( \frac{\lambda}{\lambda_{\varepsilon}} \right) \left( \frac{{}^{40}\text{Ar}^*}{{}^{40}\text{K}} \right) \right]$$

Branched decay to  $^{40}\text{Ar}$  such that  $\lambda_{\text{total}}/\lambda_{\varepsilon} = 9.54$



# The K-Ar clock principle

## The Sandglass



## Some of the Basic assumptions

1 - All initial argon ( $^{40}\text{Ar}$ ) is atmospheric with  $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_{t_0} = 298.56$ : All  $^{40}\text{Ar}^*$  measured was produced by in situ decay of  $^{40}\text{K}$  in the interval since the rock crystallized. Violations of this assumption are common: excess argon and xenolithic inherited argon can cause problems!

**Be careful during Sampling and Sample preparation**

2 - **Short Growth Interval**: Time of formation of sample is short compared to age of sample. e.g., rapid quenching of volcanic rocks starts radioisotopic clock immediately.

**Focus on volcanics**

3 - **Closed System**: The sample must have remained a closed to the loss or gain of K or  $^{40}\text{Ar}^*$  other than by radioactive decay. Departures from this simple case are common in complex, thermally effected, or altered rocks.

**Sampling, Thin section, Geochemical analysis.**

4 - **Homogeneous K (For K-Ar)**: K in sample homogeneously distributed-important because K and Ar determined on physically separate splits.

**Groundmass splits must be within small density ranges**

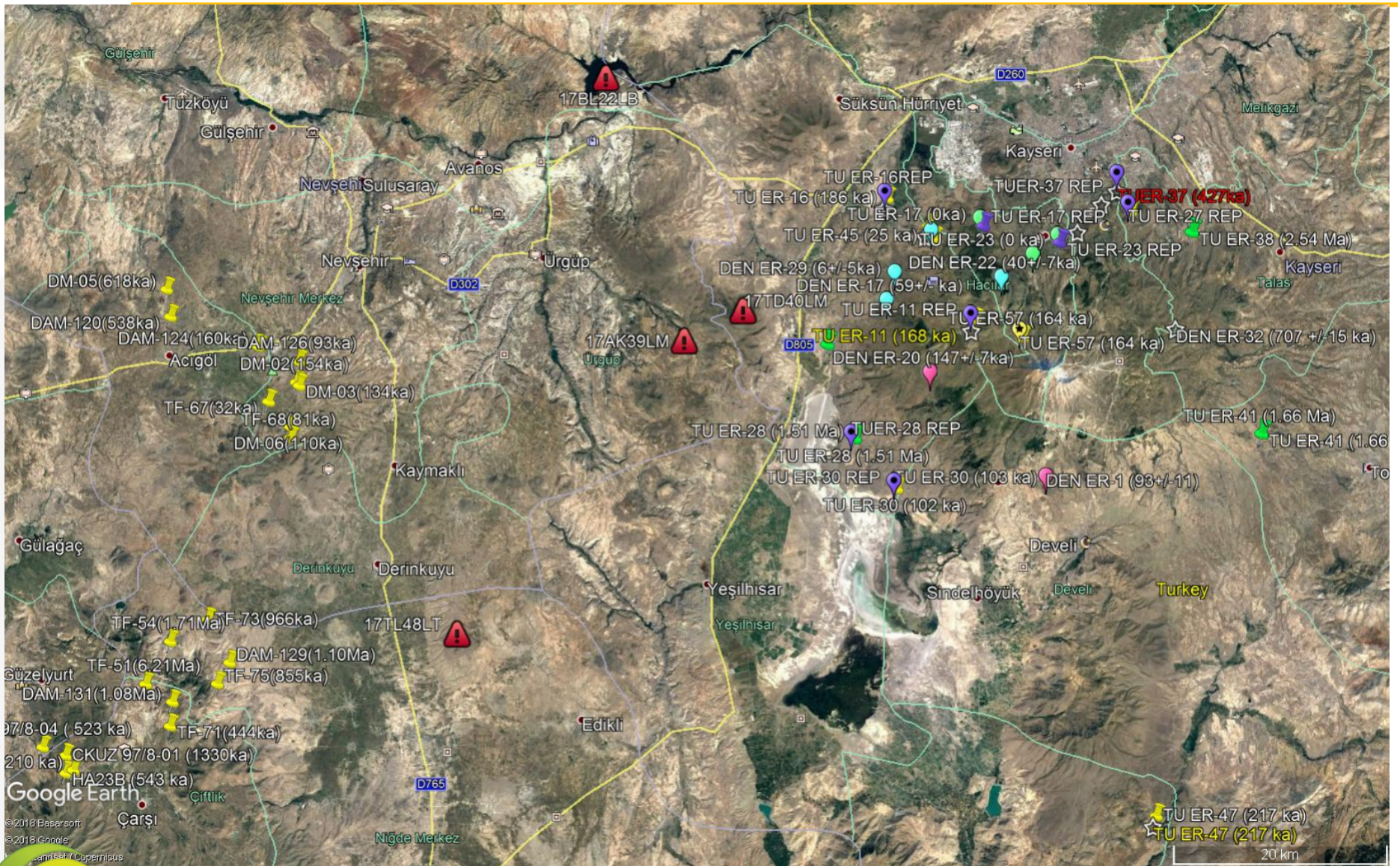
5 - **Data Accuracy**: For K-Ar, must measure K and Ar concentrations (mol/g) accurately via calibrations against standards whose absolute concentrations of K and  $^{40}\text{Ar}$  are known.

K concentration are determined at the CRPG. **Ar is measured via mass spectrometry (aim of this talk)**

Limitation : The Unspiked K-Ar technique do not check #1,#3,#4. Errors can be greater than reported. When possible, combine the unspiked approach with another method ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , Pmag,  $^{14}\text{C}$ , U-Th...)



# Samples







LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT & DE L'ENVIRONNEMENT

ANR PaleOX – 12 Mars 2018



Institut Pierre Simon Laplace

# Samples

|       |  17AK39LM |  17BL22LB |  17TD40LM | 17TL48LT<br> |
|-------|--|--|--|---|
| SiO2  | 57.0   | 53.4   | 65.4   |   |
| TiO2  | 0.65   | 1.49   | 0.58   |   |
| Al2O3 | 18.6   | 18.8   | 16.7   |   |
| Fe2O3 | 5.6  | 7.2  | 3.7  |   |
| MnO   | 0.093  | 0.107  | 0.064  |   |
| MgO   | 4.48   | 1.83   | 1.09   |   |
| CaO   | 8.09   | 8.20   | 4.21   |   |
| Na2O  | 3.70   | 3.83   | 4.08   |   |
| K2O   | 1.46   | 2.40   | 2.94   |   |
| P2O5  | 0.169  | 0.407  | 0.135  |   |
| LOI   | 0.75   | <b>2.31</b>  | 1.20   |   |
| Total | 100.58   | 100.03   | 100.16   |   |



# Samples

17AK39LM :  $5.03 \pm 0.11$  Ma

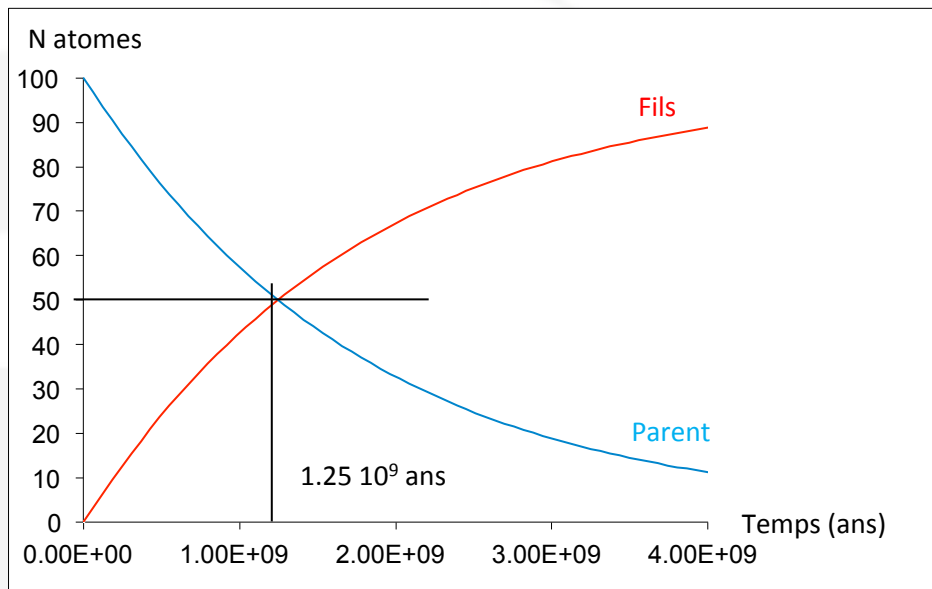
17TD40LM :  $7.38 \pm 0.16$  Ma

Table 2. K/Ar ages on Ügüp–Erciyes Dag volcanites.

| Sample*    | Stratigraphical unit | K (%) | cc. stp $^{40}\text{Ar}$ gK | $^{40}\text{Ar}$ (%)† | Age (my)‡      |
|------------|----------------------|-------|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| U84 (T.R.) | —                    | 1.33  | $1.17 \times 10^{-6}$       | 3.5                   | $0.3 \pm 0.1$  |
| U83 (G)    | —                    | 2.47  | $3.84 \times 10^{-6}$       | 4                     | $0.9 \pm 0.2$  |
| U79 (G)    | Valibaba Tepe        | 3.23  | $1.08 \times 10^{-5}$       | 17                    | $2.7 \pm 0.1$  |
| U115 (G)   | Valibaba Tepe        | 3.53  | $1.10 \times 10^{-5}$       | 14                    | $2.8 \pm 0.1$  |
| Ky4 (G)    | Valibaba Tepe        | 3.87  | $1.21 \times 10^{-5}$       | 16                    | $3.0 \pm 0.1$  |
| U85 (B)    | Karahöyük            | 5.76  | $1.77 \times 10^{-5}$       | 19                    | $4.4 \pm 0.1$  |
| U64 (T.R.) | —                    | 1.35  | $1.98 \times 10^{-6}$       | 12                    | $5.0 \pm 0.3$  |
| U60 (T.R.) | —                    | 1.24  | $2.05 \times 10^{-5}$       | 34                    | $5.1 \pm 0.1$  |
| U73 (B)    | Basköy               | 5.49  | $2.16 \times 10^{-5}$       | 8                     | $5.4 \pm 1.1$  |
| U78 (T.R.) | —                    | 0.84  | $2.20 \times 10^{-5}$       | 18                    | $5.5 \pm 0.2$  |
| U71 (B)    | Sofular              | 6.07  | $2.74 \times 10^{-5}$       | 7                     | $6.8 \pm 1.4$  |
| U74 (B)    | Gördeles             | 4.55  | $3.11 \times 10^{-5}$       | 5                     | $7.8 \pm 1.6$  |
| Ky3 (B)    | Sarimaden            | 5.84  | $3.18 \times 10^{-5}$       | 8.3                   | $8.0 \pm 1.6$  |
| Ky1 (B)    | Akköy                | 4.59  | $3.24 \times 10^{-5}$       | 22                    | $8.5 \pm 0.2$  |
| Ky6 (B)    | Sarimaden            | 5.97  | $3.33 \times 10^{-5}$       | 7.3                   | $8.2 \pm 1.6$  |
| U77 (B)    | Kavak                | 4.63  | $3.45 \times 10^{-5}$       | 6                     | $8.6 \pm 1.7$  |
| U59 (T.R.) | —                    | 2.79  | $4.04 \times 10^{-5}$       | 14                    | $10.1 \pm 1.6$ |



# Ensuite Datations $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ des deux échantillons de Turquie

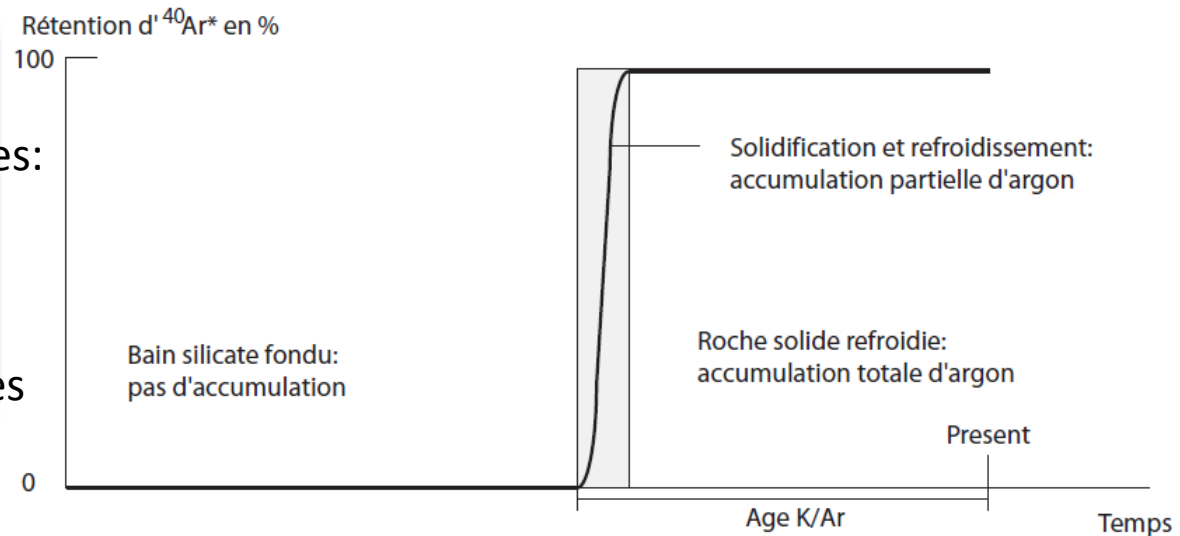


Décroissance du  $^{40}\text{K}$  en  $^{40}\text{Ar}$  :  
 Chronomètre cumulatif.  
 On mesure les parents restants ( $^{40}\text{K}$ ),  
 les fils formés ( $^{40}\text{Ar}$ ).  
 On calcule un âge

Hypothèses implicitement admises:

- $^{40}\text{Ar}$  à  $t = 0$
- Evolution en système clos

Âges sur ou sous estimés possibles

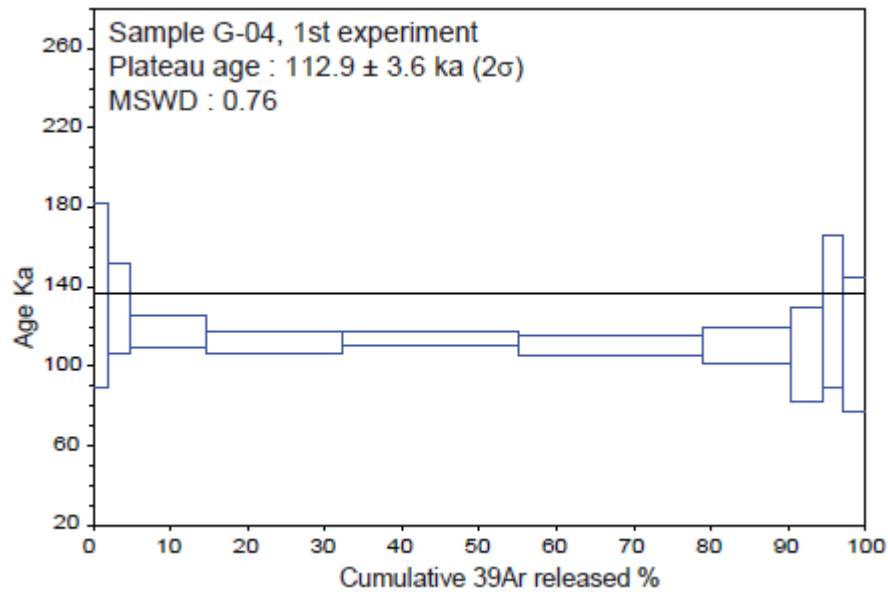


# Ensuite Datations $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ des deux échantillons de Turquie

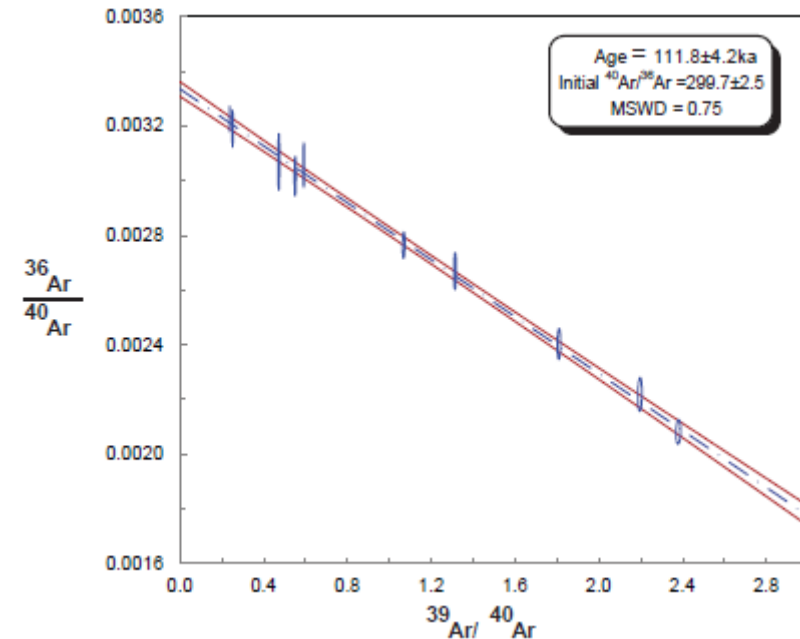
Père et fils mesurés de conserve

Chauffe par paliers successifs : Un âge pour chaque palier (10\*2 âges par échantillon)

Spectre d'âge



Isochrone



Age Plateau : Evolution en système fermé

Isochrone: Calcul de  $^{40}\text{Ar}^*$  à  $t = 0$





# Ensuite

---

## Echantillonnage échantillons Pérou

**Il existe des données de datations  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de bonne qualité dans la thèse d'Aude de la Rupelle.**

-s'assurer de leur bonne localisation géographique.

-Il y a une quinzaine d'ignimbrites datées dans la thèse d'Aude. Je pense que l'on pourrait profiter de paleox-Cluedo pour en dater d'autres afin d'avoir plus de points conjugués ages/isotopes. Cela éviterait de dupliquer, si vous jugez cela inutile, même si je pense qu'il est bon parfois de le faire ne serait ce que pour vérifier la cohérence inter-labos.

**Si vous souhaitez travailler sur des sites déjà daté en K/Ar**

il faudra absolument reprendre les âges en  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  car le K-Ar n'est pas adapté à la datation d'ignimbrites.

**Pour l'U/Pb**, je suis assez circonspect. Les manipes se feront sur Zircon et autres phases accessoires. Les ignimbrites sont pleines de xénocristaux qui risquent de rendre ces manipes très "challenging" et les résultats compliqués à interpréter.

Par expérience, en ayant notamment couplé l'  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  soit à du Paleomag, soit à des proxies climatiques, soit à de la géochimie, le plus simple est de prélever en même temps sur le même site un échantillon pour chaque manipe. Ca évite de se dire si on a bien prélevé au bon endroit, si il n' y a pas de biais lié à cet échantillonnage. On peut ensuite s'appuyer sur ce qui a déjà été fait, soit pour confirmer soit pour infirmer.

