

UTILISATION DES TECHNIQUES DE LA RADIOACTIVITE EN VOLCANOLOGIE

G. POLIAN et M.F. LE CLOAREC

Centre des faibles radioactivités
Laboratoire mixte CNRS/CEA
avenue de la Terrasse
F-91198 Gif sur Yvette CEDEX

INTERET DES GAZ MAGMATIQUES

Les gaz magmatiques sont le moteur et la manifestation de l'activité volcanique, précédant et accompagnant les éruptions. Ils sont composés essentiellement de vapeur d'eau (90%), de SO₂, CO₂, HCl, HF et de nombreux halogénures et sulfures métalliques volatils à la température du magma (1000°C environ).

Leur étude est donc intéressante à double titre:

- 1 - Mécanismes éruptifs, compréhension de la dynamique des magmas, éventuellement prévision des éruptions,
- 2 - a) Impact atmosphérique: pollution régionale due à l'activité continue et aux éruptions mineures,
 b) Impact climatologique: consécutif aux éruptions cataclysmales qui envoient cendres et SO₂ dans la stratosphère où les temps de résidence sont très longs (de l'ordre de l'année).

RADIOACTIVITE DES EFFLUENTS VOLCANIQUES

1 - Notions de radioactivité

Rappelons que la radioactivité d'un élément est définie par

$$A = dN/dt = \lambda N$$

où λ est la constante radioactive, reliée à la période T pour la relation,

$$\lambda = \ln 2/T$$

La période étant le temps au bout duquel le nombre initial d'atomes est divisé par 2.

L'"équilibre radioactif" est atteint quand les activités des éléments de la famille radioactive sont égales. Ceci n'est réalisé que lorsque la période du premier élément est plus longue que celle de ses descendants.

Nous mesurons deux types de rayonnement radioactif; les particules α (noyaux d'hélium) et les particules β (électrons). Les unités de radioactivité sont le Becquerel et le Curie.

1Bq = 1 désintégration par seconde (dps)

1Ci = $2,22 * 10^{12}$ dpm

La mesure de radioactivité revient à compter des atomes, la limite de détection est de l'ordre de quelques centaines d'atomes. Cette méthode est donc beaucoup plus performante que les méthodes d'analyse chimiques classiques, dont la limite de détection est plus grand que et plus petit que 10^{10} atomes.

2 - Effluents volcaniques

Comme toutes les roches, les magmas contiennent de nombreux éléments radioactifs, notamment U-238 et ses descendants (Fig.1), isotopes du Pb, Bi et Po qui sont engagés dans des composés volatils à la température du magma (halogénures et sulfures). On fait l'hypothèse raisonnable que l'équilibre radioactif est réalisé dans le magma. Lors du dégazage cet équilibre est rompu: l'enrichissement des gaz en ces composés volatils est fonction des propriétés chimiques de chaque élément : en particulier la quasi totalité du Po est émise dans la phase gazeuse. A contrario, les laves sont appauvries. L'absence d'éléments radioactifs dans un panache volcanique indique que les gaz ne proviennent pas directement du magma.

Les différences de périodes radioactives et de volatilité d'un élément à l'autre permettent d'élaborer un modèle de dégazage, dans lequel intervient 3 paramètres: temps de dégazage, taux de renouvellement du magma et coefficients de partition des métaux entre magma et gaz.

3 -Applications

- Estimation des volumes de magma,
- Estimation des flux de métaux: on peut mesurer les flux de métaux-trace à partir de ceux de Pb-, Bi- et Po-210 en mesurant des rapports de concentration dans les gaz.

METHODOLOGIE

On utilise 2 méthodes d'échantillonnage des gaz volcaniques:

- Filtration d'aérosols provenant de la conversion gaz-particule, la mesure de la radioactivité est ensuite effectuée en comptage α global (détecteur à barrière de surface) et β global (chambre d'ionisation).
- Condensation des gaz volcaniques à l'abri de l'air (Fig.2) et mesure du Po-210 par dépôt spontané sur lame d'argent et du Bi-210 sur lame de cuivre. Le Pb-210 est mesuré par le Po-210 après recroissance. L'addition de traceur (Po-208) permet de mesurer le rendement, la mesure de radioactivité est mesurée par spectrométrie α .

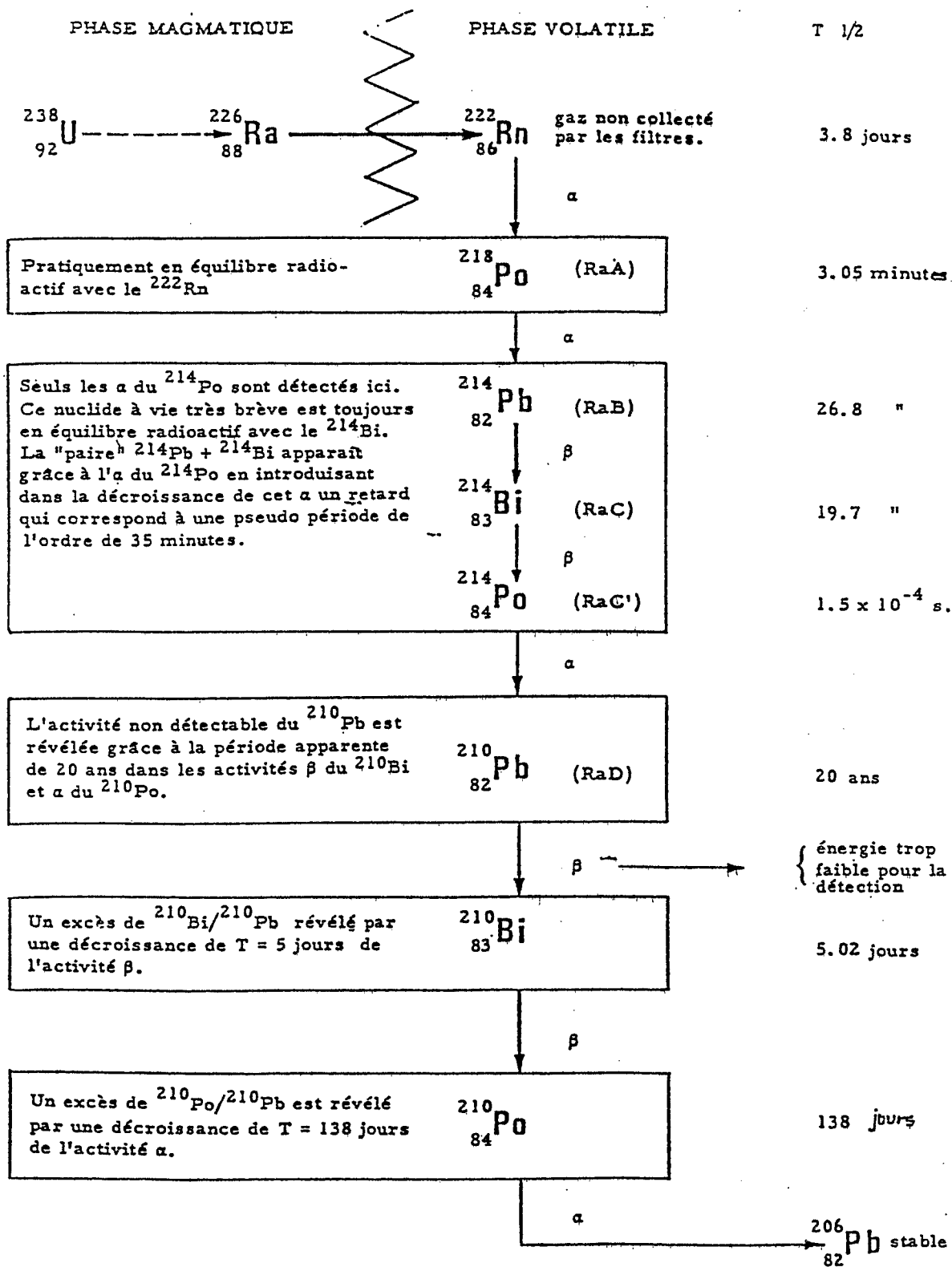


Fig. 1 - Famille radioactive de U-238

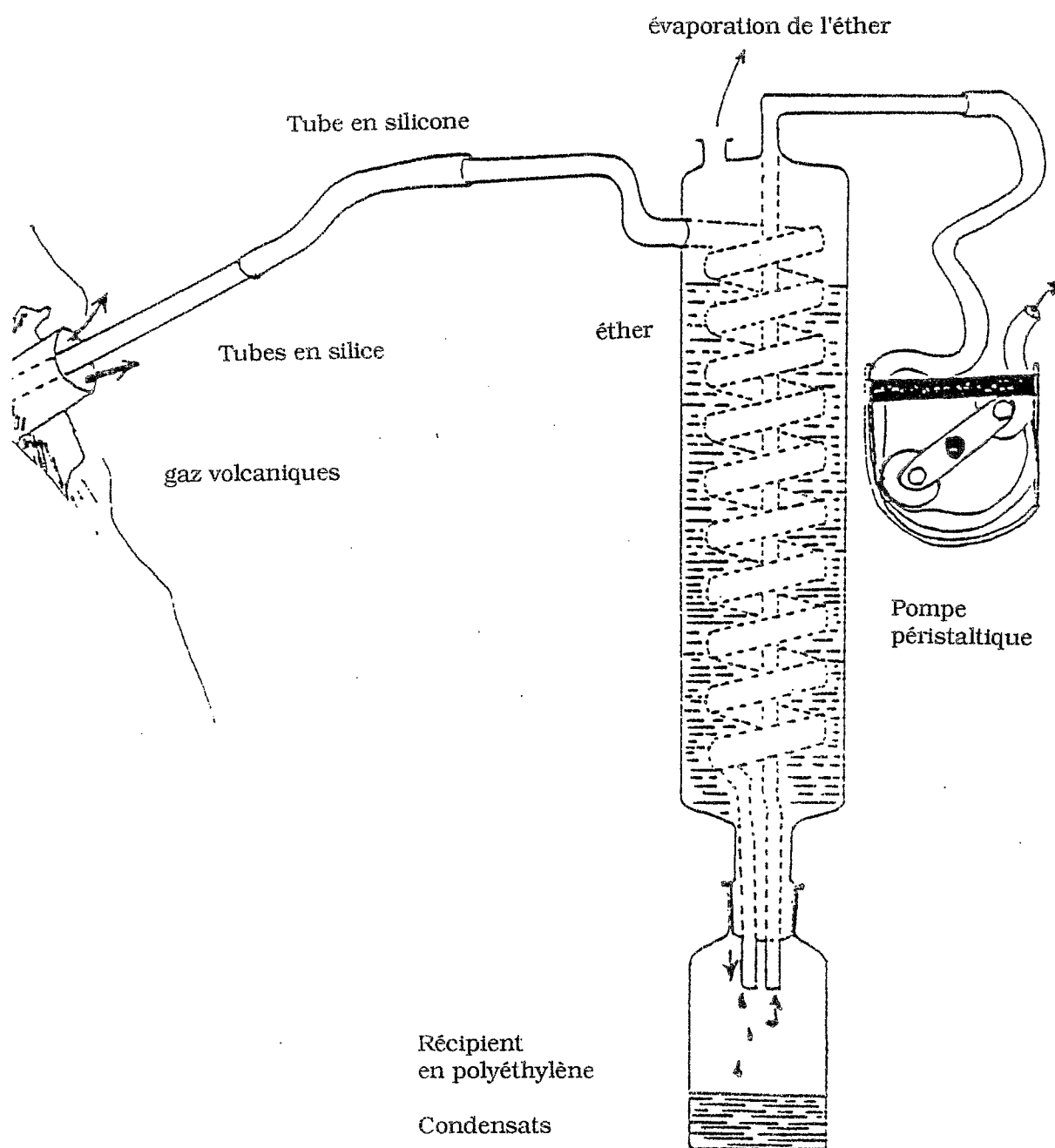


Figure 2 prélèvement de condensats à l'abri de l'air