

La composition isotopique du magnésium extrait de roches et de laves d'origines très différentes

Autor(en): **Buchs, Armand / Krummenacher, Daniel / Noetzelin, Jacques**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **45 (1965)**

Heft 2

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-35210>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

La composition isotopique du magnésium extrait de roches et de laves d'origines très différentes

Par *Armand Buchs, Daniel Krummenacher et Jacques Noetzelin* (Genève)*)

Avec 1 figure dans le texte

Résumé

Les auteurs présentent 22 déterminations de composition isotopique du magnésium effectuées sur des minéraux, des roches et des laves d'origines très différentes. Ces mesures n'ont pas permis de mettre en évidence des différences de composition isotopique dans les roches du cycle majeur, à l'exception peut-être de minéraux issus de processus hydrothermaux. Un échantillon de carnallite est nettement enrichi en ^{24}Mg .

Les roches dont le magnésium ne montre pas de fractionnement isotopique présentent les valeurs moyennes suivantes: $0,140 \pm 0,007$ pour le rapport 26/24 et $0,127 \pm 0,007$ pour le rapport 25/24.

Abstract

22 isotopic determinations of magnesium have been done on minerals, rocks and lavas of very different origins. These measurements do not show any isotopic fractionation for rocks of the major cycle, except may be for minerals formed by hydrothermal processes and for carnallite which shows a definite enrichment in ^{24}Mg .

For the rocks without isotopic fractionation the authors found the mean values of $0,140 \pm 0,007$ for the ratio 26/24 and $0,127 \pm 0,007$ for the ratio 25/24.

INTRODUCTION

Le magnésium est l'un des éléments les plus abondants, non seulement dans l'écorce terrestre continentale et subocéanique, mais également dans les météorites. Aussi est-il curieux de constater que très peu

*) Laboratoire de Géochimie, Institut de Minéralogie, Genève.

de recherches ont été effectuées sur les variations de composition isotopique que cet élément pourrait présenter. Des différences dans les rapports des isotopes stables du magnésium pourraient en effet fournir des renseignements précieux non seulement en ce qui concerne l'origine des échantillons étudiés, mais aussi en ce qui concerne le mécanisme de formation des roches, l'incorporation de cet élément dans les organismes marins et même, le magnésium étant un constituant de la chlorophylle, l'histoire de la photosynthèse dans les temps géologiques reculés.

Se basant sur la différence du rapport $^{24}\text{Mg}/^{26}\text{Mg}$ entre les mesures de HIBBS et REDMOND (1948) qui trouvent la valeur 7,20 et celles de WHITE et CAMERON (1948) qui indiquent pour ce rapport la valeur 6,96, RANKAMA (1954) a exposé les différents processus qui pourraient aboutir à un fractionnement des isotopes du magnésium en relation avec la géochimie de cet élément et il conclut qu'il est fortement probable que des différences naturelles de composition isotopique existent.

Si l'on compare simplement la différence relative de masse des isotopes 24 et 26 du magnésium à celle des isotopes 32 et 34 du soufre ou 28 et 30 du silicium, on doit admettre qu'elle est tout aussi favorable à l'existence de différences dans le rapport $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ que pour le soufre ou le silicium, éléments pour lesquels on a depuis longtemps mis en évidence des différences de rapports isotopiques pouvant atteindre jusqu'à 5%. Il faut noter cependant que le cycle géochimique du magnésium est beaucoup plus simple que celui du soufre; il est comparable à celui du silicium.

Les seuls travaux qui traitent du problème de la variation de composition isotopique du magnésium sont ceux de DAUGHTRY et coll. (1962), de KIRILLOV et RYLOV (1963) et plus récemment celui de SHIMA (1964). DAUGHTRY et ses collaborateurs ont mesuré la composition isotopique du magnésium dans des dolomies avec l'espoir d'élucider le mécanisme encore si discuté de la dolomitisation. Ils ont pu mettre en évidence des différences maxima de l'ordre de 3% pour le rapport $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$. Ces auteurs ont également trouvé un enrichissement en isotope ^{24}Mg lors de la synthèse de la dolomie en laboratoire, à haute température et sous forte pression. KIRILLOV et RYLOV ont étudié diverses roches provenant de la Péninsule de Kola, de Norvège et de Suède, et ils ont réussi semble-t-il à établir des corrélations entre les carbonatites et les roches ultrabasiques et les roches alcalines en interprétant les différences qu'ils ont trouvées pour le rapport $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$. Plus récemment SHIMA a mesuré la composition isotopique du magnésium dans 6 échantillons, sans lien entre eux, et n'a obtenu aucune différence significative.

Il nous a semblé utile de reprendre l'étude de ce problème et d'examiner les hypothèses suivantes:

1. Des roches d'origine très différente, et formées dans des conditions de température et de pression très variables, pourraient montrer des changements de composition isotopique.
2. Des différences de composition isotopique entre dolomies et laves permettraient éventuellement de retrouver l'origine des amphibolites.
3. Des laves d'origine et d'histoire magmatique différente pourraient également montrer de faibles variations dans la composition isotopique du magnésium.

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Séparation chimique du magnésium

Les échantillons de roche sont dissous dans un mélange d'acides fluorhydrique et perchlorique. Après dissolution complète, la solution est évaporée à sec et le résidu repris par de l'eau bidistillée. Après précipitation des hydroxydes insolubles en milieu ammoniacal, le calcium est éliminé sous forme d'oxalate et le magnésium est extrait de la solution par précipitation avec du carbonate d'ammonium en milieu alcoolique. Pour éliminer le sodium, qui perturbe la mesure des rapports isotopiques, on effectue une double précipitation. Le $(\text{CO}_3)_2\text{Mg}(\text{NH}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ est ensuite calciné et le MgO obtenu est pesé. Ce dernier est ensuite transformé en SO_4Mg par évaporation à sec en présence de $0,5 \text{ cm}^3$ d'acide sulfurique concentré. Le résidu est repris par une quantité d'acide sulfurique $0,1 \text{ N}$ telle que la solution finale renferme environ 10 mg/cm^3 de magnésium. Cette solution sert ensuite à la mesure des rapports isotopiques.

2. Mesure des rapports isotopiques

Les rapports $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ et $^{25}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ sont mesurés avec un spectromètre de masse Atlas (Type CH-4). Les ions Mg^{++} sont obtenus par thermoionisation dans une source à deux filaments de rhénium. Le courant d'ions est reçu et amplifié par un multiplicateur d'électrons.

Des essais préliminaires nous ont montré que si l'on travaille avec une source à un seul filament, on observe pendant la mesure une augmentation progressive des rapports $26/24$ et $25/24$. Le magnésium qui n'est pas encore évaporé s'enrichit peu à peu en isotope lourd et ce processus de fractionnement provoque en 1 heure environ un change-

ment dans le rapport 26/24 qui peut atteindre jusqu'à 2%. L'emploi d'une source à double filament supprime totalement cette cause d'erreur.

Les mesures elles-mêmes sont effectuées de la manière suivante: On dépose sur l'un des filaments une goutte de la solution renfermant le sulfate de Mg et évapore l'excès de liquide sous une lampe à rayons infra-rouges. Pour obtenir une émission d'ions stable, il faut chauffer d'abord très lentement le filament sur lequel il n'y a pas de substance jusqu'à ce que le courant qui le traverse soit d'environ 4,8 ampères. On chauffe ensuite lentement le second filament. Les ions Mg^{++} commencent à être détectables quand le courant de chauffage de ce filament atteint environ 2,5 A. Les filaments ont les dimensions suivantes:

Filament d'ionisation	$9,45 \times 0,70 \times 0,04$ mm.
Filament d'évaporation	$7,80 \times 0,70 \times 0,04$ mm.

Avec une quantité de Mg de l'ordre de 0,1 mg sur le filament on obtient un courant d'ions d'environ 10^{-12} à 10^{-13} A qui peut être maintenu stable pendant 20 à 30 minutes. Pour chaque échantillon nous avons enregistré 50 fois les 3 isotopes du magnésium.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les résultats présentés sur le tableau ont été obtenus à Saclay et à Genève. Les points noirs figurent les mesures effectuées à Saclay. Chaque point blanc représente la moyenne de 2 mesures. Pour chaque valeur nous avons indiqué l'écart standard des mesures (trait horizontal de part et d'autre du point). Le trait plein vertical représente la moyenne des 5 mesures effectuées sur le $MgSO_4$ standard. Les deux traits verticaux pointillés se situant de part et d'autre de la moyenne indiquent l'écart standard moyen de toutes les mesures. Cet écart est de $\pm 0,007$ pour les deux rapports.

On constate que toutes les valeurs sont situées à l'intérieur du domaine délimité par les deux traits pointillés, sauf celles concernant l'échantillon de carnallite.

CONCLUSIONS

Ces 22 mesures tendent pour l'instant à démontrer que:

1. Le Mg des roches suivantes à la même composition isotopique: Basaltes à olivine avec ou sans augite (1 d'Allemagne, 1 de l'île de la Réunion, 4 de Hawaï, 2 du Japon et 1 de Tahiti), basaltes andésitiques

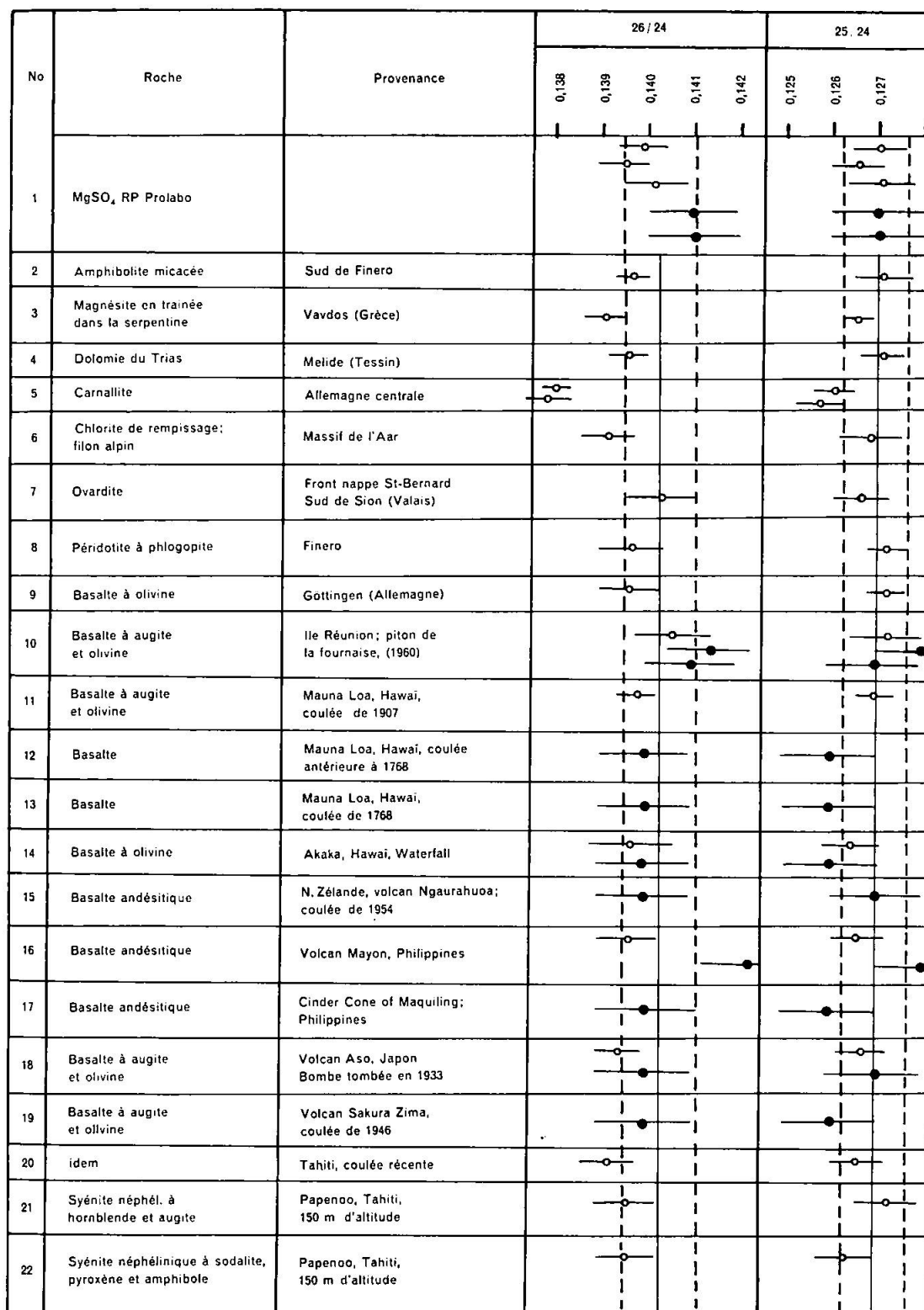


Fig. 1.

(1 de Nouvelle Zélande, 2 des Philippines), syénites néphéliniques (2 de Tahiti).

Il ne semble pas exister de différences isotopiques dans le magnésium des laves d'origines et d'histoire différente. Seule une mesure effectuée sur un basalte andésitique des Philippines a donné une valeur nettement en dessus de la valeur moyenne pour le rapport 26/24 (échantillon N° 16). Nous pensons pour l'instant que ce résultat est fortuit, car une autre mesure, effectuée à Genève, donne un résultat normal.

2. Une amphibolite micacée, une dolomie du Trias, une ovaridite et une péridotite à phlogopite donnent des valeurs comprises entre ces mêmes limites.

3. Les échantillons N° 3 et 6 (magnésite dans serpentine et chlorite de remplissage alpin) donnent l'impression que les phénomènes hydrothermaux favorisent l'incorporation de l'isotope léger 24 au détriment de l'isotope 26.

4. La carnallite (échantillon N° 5) présente un net enrichissement en ^{24}Mg par rapport au ^{25}Mg et au ^{26}Mg .

Les laves et les quelques roches métamorphiques d'origine différente que nous avons analysées, ne présentent pas de traces de fractionnement isotopique. Une magnésite et une chlorite hydrothermales semblent légèrement enrichies en isotope 24. Enfin, seule la carnallite est de composition isotopique nettement différente: les rapports isotopiques 25/24 et 26/24 s'éloignent respectivement de 1 et 2% environ de la composition moyenne du standard.

Les roches sans fractionnement isotopique présentent les valeurs suivantes:

$$^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg} = 0,140 \pm 0,007,$$

$$^{25}\text{Mg}/^{24}\text{Mg} = 0,127 \pm 0,007.$$

Remerciements

Tous nos remerciements vont à Monsieur le Dr G. Nief, chef de la section de spectrométrie de masse à Saclay, qui a bien voulu se charger d'une partie des mesures.

Le spectromètre de masse Atlas nous a été fourni par le Fonds national suisse de la Recherche scientifique, auquel va toute notre reconnaissance.

Bibliographie

DAUGHTRY, A. C., PERRY, D. and WILLIAMS, M. (1962): Magnesium isotopic distribution in dolomite. *Geochimica and Cosmochimica Acta* 26, p. 857.

- HIBBS, R. F. and REDMOND, J. W. (1948): Natural-abundance measurements on potassium and magnesium. Carbide and Carbon Chemicals Corporation, Report Y-290 (unclassified), Nov. 24, 1948. Quoted by BAINBRIDGE and NIER (1950) and by WAY and others (1950).
- KIRILLOV, A. S. and RYLOV, V. S. (1963): Origin of magnesium in carbonatites. *Zap. Vses. Mineralog. Obshchestva* 92, p. 228.
- RANKAMA, K. (1954): Possible natural fractionation of the magnesium isotopes. *Bull. Comm. géol. Finlande* 166, p. 1.
- SHIMA, M. (1964): The isotopic composition of magnesium in terrestrial samples. *Bull. Chem. Soc. Japan* 37, p. 284.
- WITHE, J. R. and CAMERON, A. E. (1948): The natural abundance of isotopes of stable elements. *Phys. Rev.* 74, p. 991.

Manuscrit reçu le 28 mai 1965.