

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

DS n°7

Épreuve de géologie

23 avril 2015

Durée : 2 heures

Les calculatrices sont autorisées.

L'usage de tout ouvrage de référence et de tout document est strictement interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre.

Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.

Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.

LES GRANITES

D'après CAPES 2006

Sur le document 1 se trouve une macrophotographie d'un échantillon prélevé à Flamanville.



x 4

Document 1 : échantillon de granite de Flamanville

1. Déterminer la texture de la roche.
2. Légender les minéraux observés. A quelle roche appartient une telle association minérale ?

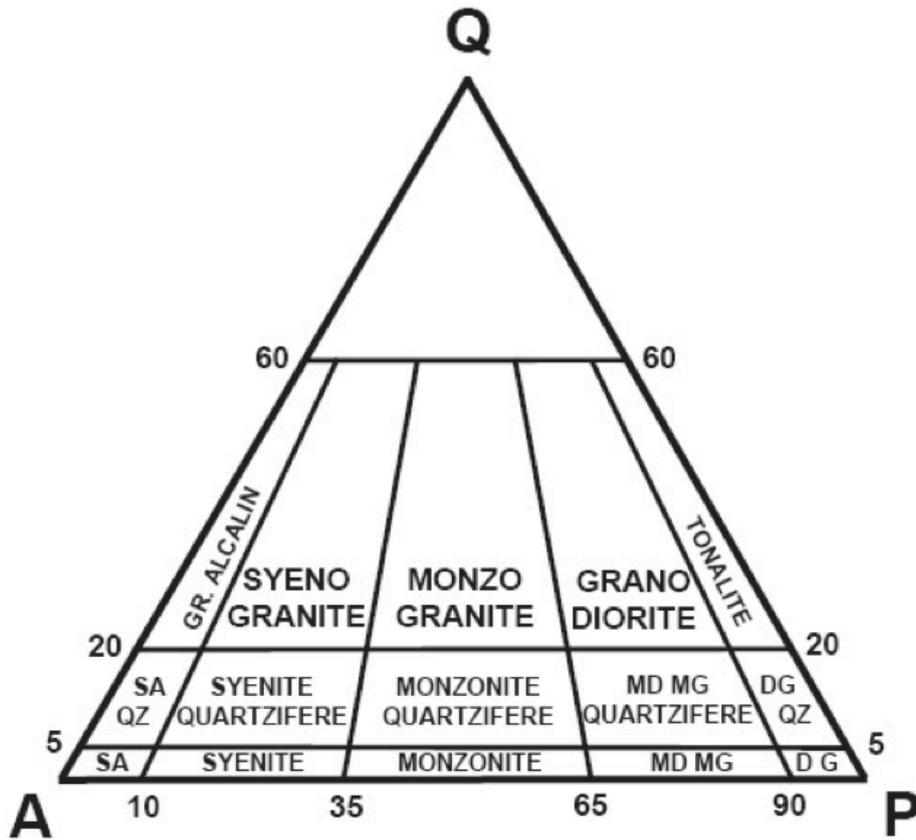
Les compositions modales et chimiques de roches plutoniques provenant de différents contextes géodynamiques sont fournies sur le tableau 2 ci-dessous.

PROVENANCES			
MASSIF CENTRAL (Hermitage)	SIERRA NEVADA (Dinkey Creek)	CORSE CENTRALE (Tolla)	
CONTEXTES GÉODYNAMIQUES			
Collision	Subduction	Divergence	
AGES			
Carbonifère	Crétacé	Permien	
COMPOSITIONS MODALES			
quartz	33,6	27,1	42,0
feldspath alcalin	26,9	13,9	55,0 (*)
plagioclase	27,8	40,2	
biotite	1,5	12,1	0,6
muscovite	10,3		
amphibole		4,4	2,0 (**)
autres		2,3	0,4
Total	100,1	100	100
COMPOSITIONS CHIMIQUES			
SiO ₂	74,20	66,60	75,70
Al ₂ O ₃	14,30	15,10	12,10
Fe ₂ O ₃	0,92	1,16	1,39
FeO	0,43	2,82	0,82
MgO	0,33	1,58	0,04
CaO	0,60	3,87	0,83
Na ₂ O	3,65	2,70	4,26
K ₂ O	4,25	4,03	4,76
TiO ₂	0,10	0,55	
P ₂ O ₅		0,12	0,05
MnO	0,05	0,06	0,04
perte au feu	0,80	0,66	0,57
Total	99,63	99,25	100,56

Document 2 - Composition modale et chimique de roches granitiques provenant de différents contextes géodynamiques

3. Rappeler ce qu'est la composition modale.

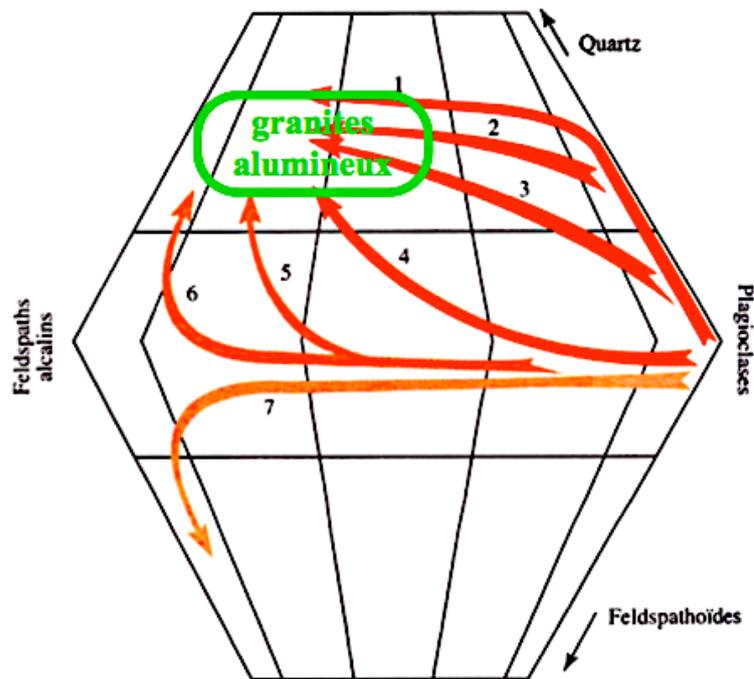
4. À l'aide du diagramme QAP (document 3), positionner les 3 échantillons et en déduire le nom complet de chacune des roches étudiées.



D : diorite ; G : gabbro ; GR : granite ; MD : monzodiorite ; MG : monzogabbro
 SA : syénite alcaline ; QZ : quartzifère

Document 3 - Diagramme QAP de nomenclature des roches plutoniques

5. À l'aide du document 4, préciser à quelle série magmatique de référence peut être liée chacune des roches étudiées.



Séries magmatiques :
 1 : tholéitiques
 2, 3 : calcoalcalines
 4 : monzonitiques
 5, 6 : alcalines saturées en silice
 7 : alcalines sous-saturées en silice

Document 4 - Diagramme QAP avec report des séries magmatiques (Lameyre , 1980)

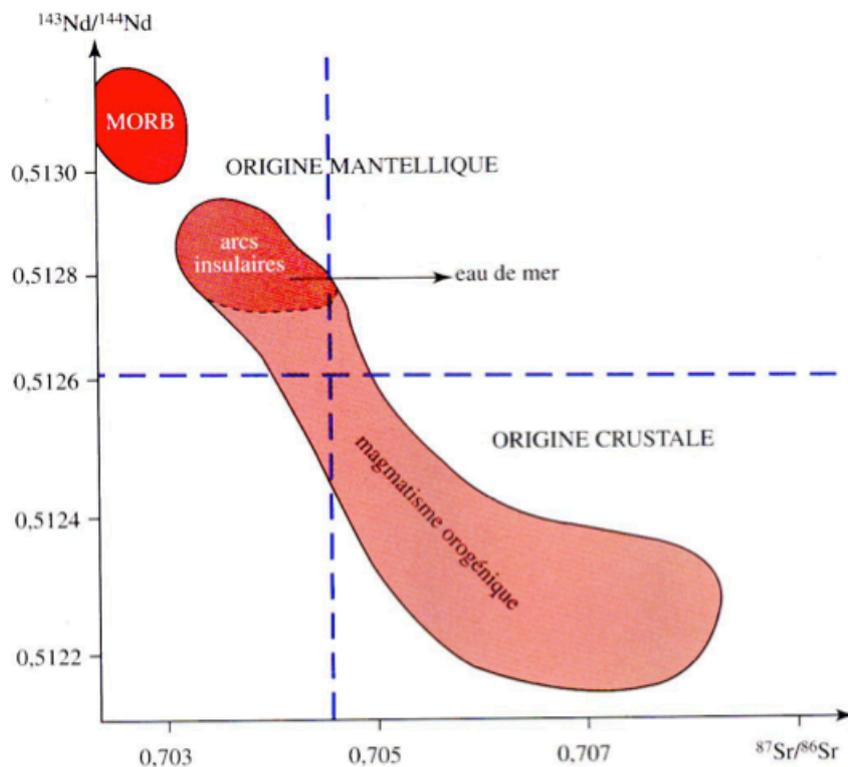
Les études suivantes portent sur le granite de Sierra Nevada. Neuf échantillons ont été prélevés et pour chacun ont été dosés les teneurs en ^{87}Sr , ^{86}Sr et ^{87}Rb .

6. Écrire la réaction qui relie deux de ces éléments.
7. Rappeler l'équation de la droite isochrone permettant de déterminer l'âge de la roche.
8. En prenant une constante de désintégration radioactive de $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$, calculer la période du couple (Rb/Sr).
9. Calculer l'âge de la roche en utilisant les teneurs mesurées et réunies dans le document 5.

Échantillons	$^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$
1	0,81	0,70874
2	0,89	0,70881
3	0,89	0,70886
4	0,99	0,70893
5	1,10	0,70914
6	1,13	0,70916
7	1,23	0,70930
8	1,48	0,70969
9	3,15	0,71215

Document 5 - Rapports isotopiques mesurés pour la roche de Sierra Nevada (Barbarin ,1989)

10. Déterminer le rapport initial et discuter, à l'aide du document 6, l'origine possible du magma granitique.



Document 6 - Diagramme géochimique $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ des roches magmatiques (Caron)

11. Proposer une origine, crustale ou mantellique, pour les magmas ayant donné naissance aux granitoïdes du Massif Central et de Corse. Justifier la réponse.

ADAKITES ET MAGMATISME DE ZONE DE SUBDUCTION

D'après Concours Général 2011

Les adakites sont des roches magmatiques volcaniques trouvées dans certains contextes de subduction. Elles tirent leur nom de l'île d'Adak, dans les Aléoutiennes où elles ont été décrites initialement.

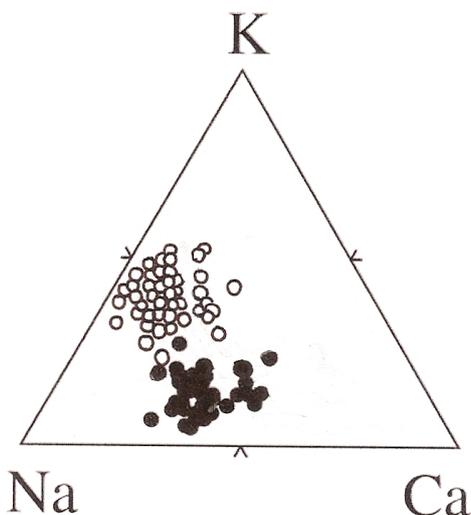
On étudie différents aspects de la composition chimique des adakites et des dacites (roches magmatiques volcaniques de la série calco-alcaline caractéristiques des zones de subduction).

	Adakites	Dacites
<i>Éléments majeurs (en % massique)</i>		
SiO ₂	64,66	68,22
Al ₂ O ₃	16,77	14,63
Fe ₂ O ₃	4,20	4,28
MgO	2,20	1,22
CaO	5,00	2,88
Na ₂ O	4,09	4,15
K ₂ O	1,72	3,37
TiO ₂	0,51	0,46
<i>Éléments traces sélectionnés (en ppm : parties par million)</i>		
La	19	48,1
Yb	0,93	4,4
Y	10	47

Document 2 - Composition chimique des adakites (moyenne de 81 analyses) et des dacites (moyenne de 80 analyses). (D'après Moyen, <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre>).

Remarque : une ppm correspond à un rapport de 10^{-6} , soit, par exemple, un mg par kg.

1. Comparer la composition chimique des adakites et des dacites à l'aide des documents 2 à 5.

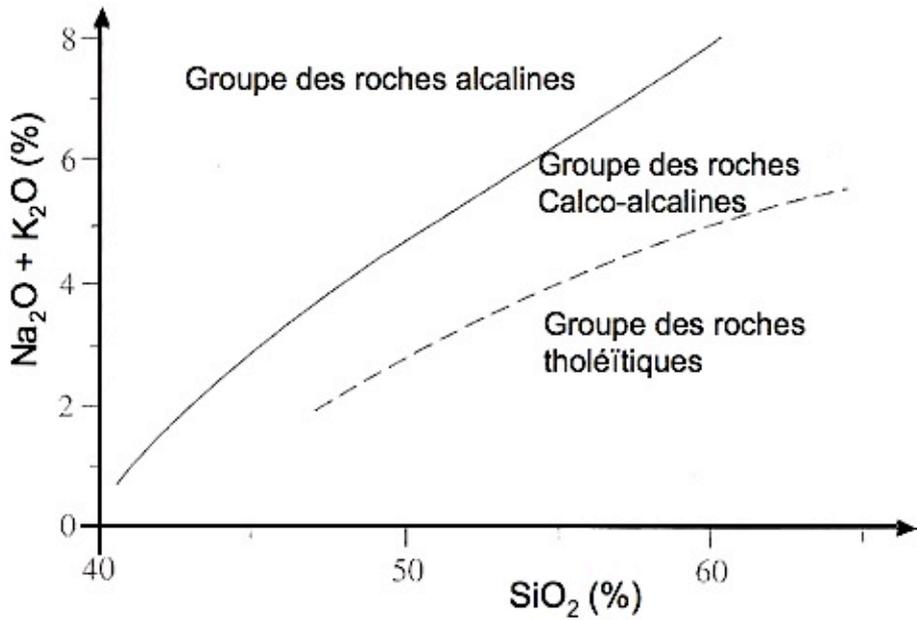


Document 3 - Diagramme triangulaire K-Na-Ca

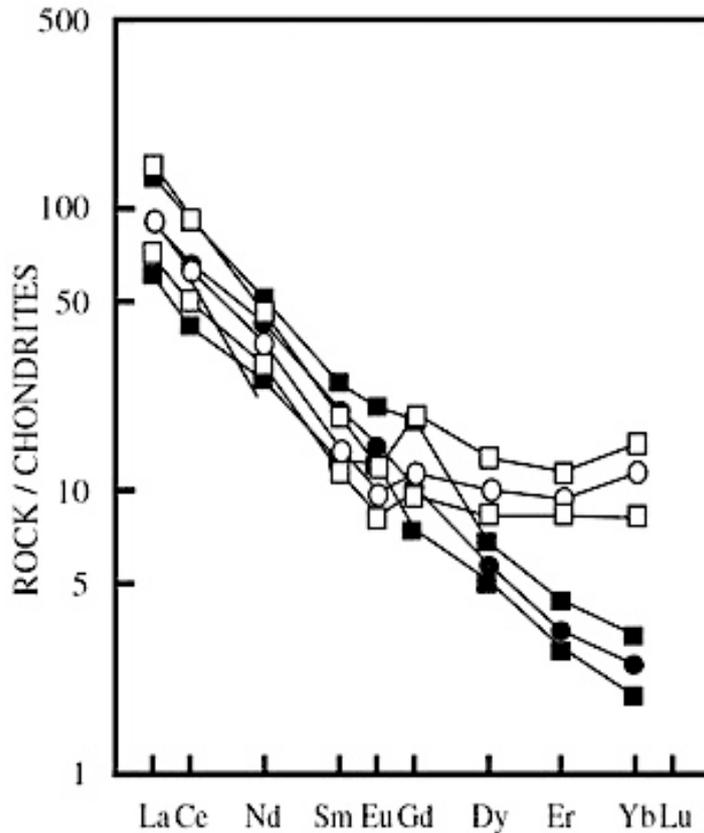
Les sommets du triangle indiquent respectivement une proportion de 100% de K, 100% de Na et 100% de Ca.

Chaque rond noir matérialise la composition en K-Na-Ca d'une adakite et les ronds blancs matérialisent la composition d'une dacite.

(D'après Moyen, <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre>).



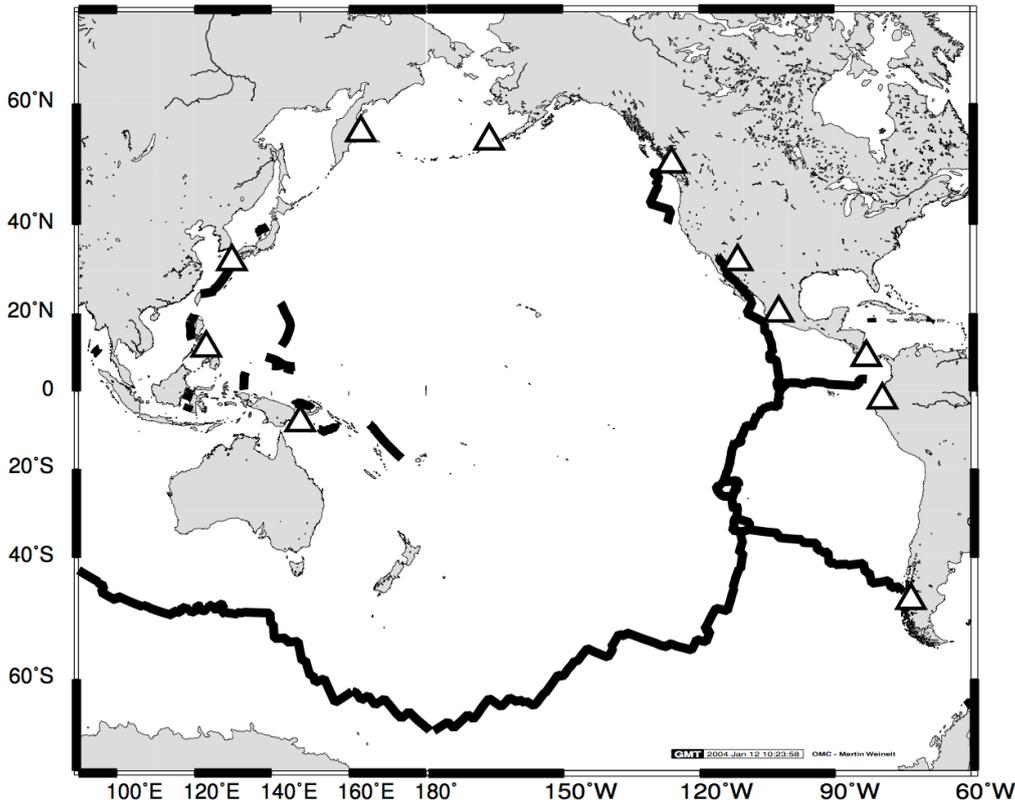
Document 4 - Diagramme TAS mettant en évidence les séries magmatiques



Document 5 - Comparaison des spectres de terres rares des adakites (noir) et des dacites (blanc).
 Le diagramme indique en abscisse les différentes terres rares (lanthanides), de la plus légère, le lanthane (La), à la plus lourde, le lutétium (Lu).
 En ordonnée, on représente (en échelle logarithmique) le rapport entre la teneur en l'élément considéré dans la roche et dans une référence (une météorite chondritique, en général) : on parle donc de teneur « normalisée ». La composition d'une roche en terres rares est donc représentée par une série de points (un par terre rare).
 (Martin, Lithos, Vol 46-3, pp 411-429, 1999).

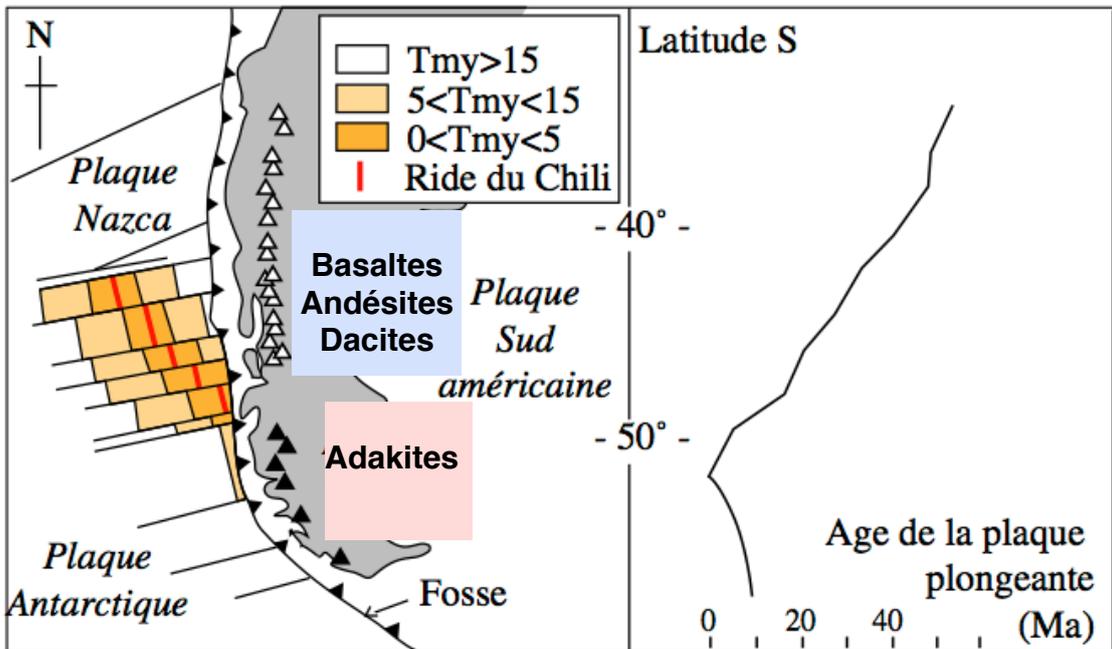
Les adakites sont des roches volcaniques qu'on retrouve localisées dans certains contextes. Une carte du Pacifique est présentée en document 6.

2. Analyser la localisation des adakites et formuler une hypothèse quant à leur origine.



Document 6 - Localisation des adakites (triangles blancs) dans la ceinture péri-Pacifique. Les dorsales sont figurées par un trait noir épais.

Des adakites sont observées en Patagonie (Sud-Chili). Leur localisation est précisée sur le document 7.



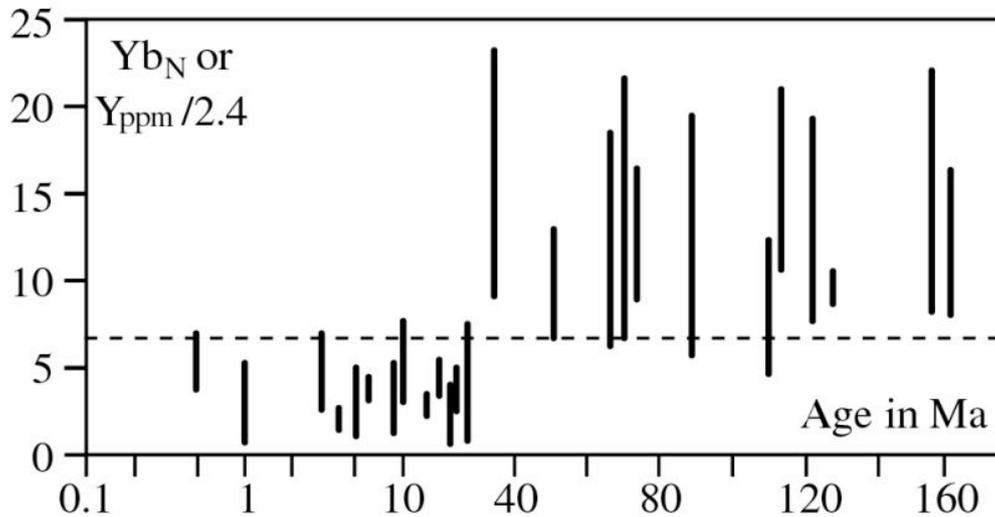
Document 7 - Les Adakites de Patagonie. À gauche : carte géologique schématique au voisinage du Chili ; l'âge de la croûte est figuré. À droite : âge de la croûte rentrant en subduction le long de la fosse.

3. Commenter l'âge de la lithosphère océanique subduite et émettre une hypothèse sur les conditions de formation des adakites.

Des études géochimiques ont permis de construire (pour l'ensemble des laves calco-alcalines « classiques » connues, comme pour les adakites) un diagramme figurant en abscisse l'âge de la croûte rentrant en subduction à l'aplomb du volcan étudié, et en ordonnée la teneur en élément trace, Yb (Document 7).

4. Justifier l'emploi de l'Ytterbium Yb comme élément marqueur des adakites.

5. À l'aide du document 8, tester l'hypothèse émise à la question précédente.



Document 8 - Graphique représentant la quantité de Yb en ppm (parties par million) en fonction de l'âge de la lithosphère océanique subduite. (Martin, Lithos, Vol 46-3, pp 411-429, 1999)

Dans la suite on cherche à déterminer le matériel qui, par fusion partielle, forme les adakites.

Pour chaque élément chimique constituant une roche, on peut définir un **coefficient de partage**.

6. Rappeler ce que signifie un coefficient de partage faible. Citer un exemple d'élément.

Connaissant les coefficients de partage pour différents éléments chimiques, on peut calculer mathématiquement la composition d'un liquide formé à partir d'une roche de départ choisie, à un taux de fusion donné.

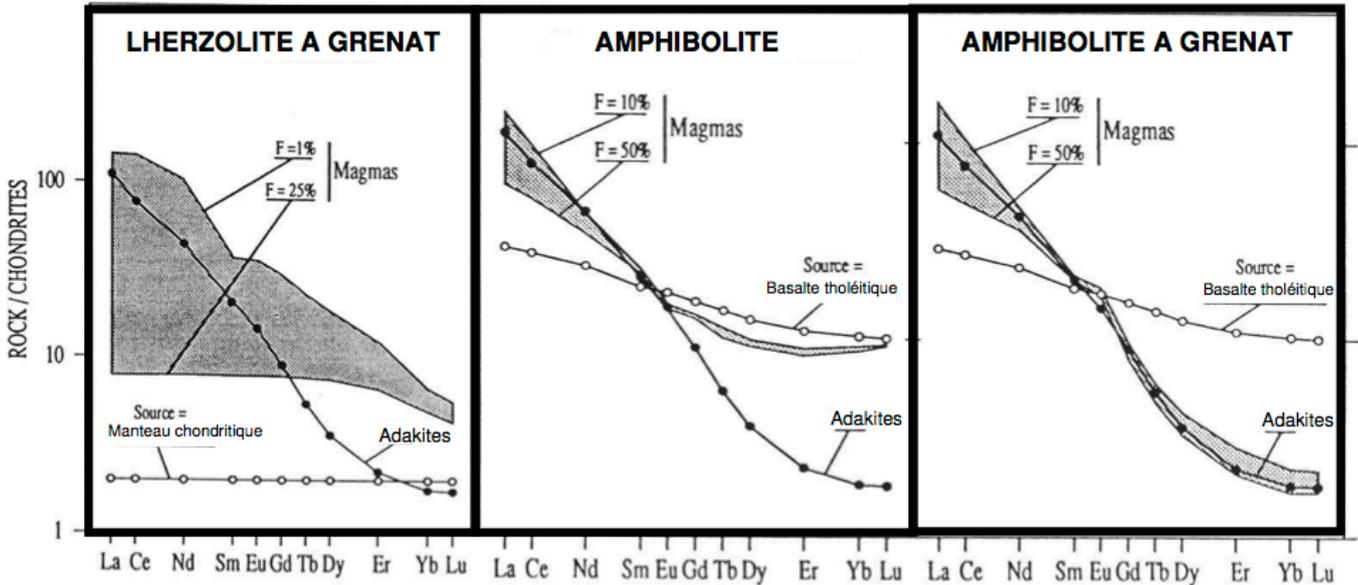
De tels calculs ont été effectués en considérant comme roche subissant une fusion partielle :

- une péridotite,
- une amphibolite (roche contenant des amphiboles de type hornblende),
- une amphibolite contenant des grenats.

Les amphibolites étudiées ici sont toutes d'anciens basaltes ayant subi des transformations minéralogiques par métamorphisme.

On détermine par le calcul le spectre de terres rares (cf document 5 pour les explications) des produits de fusion, comparé au spectre de terres rares des adakites (Document 9).

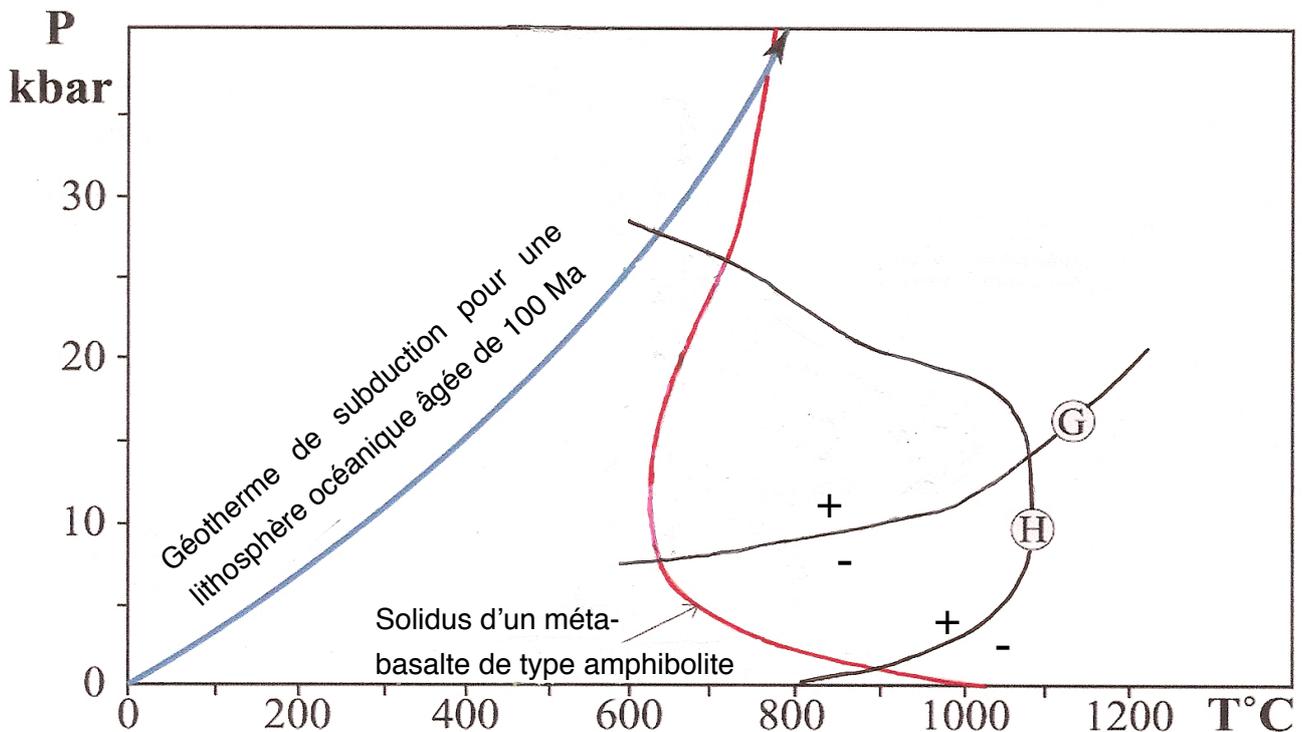
7. À partir de l'exploitation du document 9, indiquer quelle est la source probable des adakites.



Document 9 - Spectres de terres rares comparant les adakites (ronds noirs) avec les liquides modélisés, formés dans différents cas. Dans chaque cas, les ronds blancs figurent la composition de la source (c'est-à-dire du matériel qui subit la fusion partielle). La composition (modélisée) des liquides formés varie plus ou moins largement en fonction du taux de fusion F, créant des compositions dans le champ grisé. (Martin, Lithos, Vol 46-3, pp 411-429, 1999).

8. Sur le diagramme Pression - Température du document 9, grisez – en justifiant votre réponse – le domaine de pression et de température dans lequel les adakites peuvent se former.

9. Ajouter sur le document 9 le géotherme probable de la zone de subduction de Patagonie. Justifier votre proposition.



Document 9 - Diagramme Pression – température.

La courbe G correspond à la limite inférieure de stabilité du grenat (+ : présence de grenat ; - : absence de grenat), H correspond à la disparition de l'amphibole hornblende (+ : présence d'amphibole ; - : absence d'amphibole). (D'après Moyen, <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre>).