

V. La genèse des magmas basaltiques à partir de roches mantelliques.

Une péridotite à 4 phases (olivine, opx, cpx + une phase alumineuse) peut donner naissance, par fusion partielle, à un liquide basaltique. Cette péridotite correspondrait donc au matériau constitutif principal du manteau supérieur. Les lherzolites et harzburgites observées en surface ou en sub-surface ne représenteraient donc que les résidus réfractaires de cette fusion partielle.

La composition chimique du manteau supérieur reste à peu près constante, quel que soit l'assemblage des phases qui le constituent. Les principaux constituants chimiques du manteau sont des oxydes, SiO_2 , MgO , FeO , CaO et Al_2O_3 , qui entre dans les phases solides, silicates et spinelle.

Par ailleurs, une composition chimique théorique, la pyrolite de Green et Ringwood (1967), a été proposée pour cette péridotite primaire avant fusion partielle du manteau supérieur. Cette pyrolite se distingue de la composition des lherzolites par des teneurs plus élevées en Al, Fe, Ca et Ti.

Estimations pour le Manteau Primitif : Al_2O_3 : 2,75 à 4,40 % et CaO : 3,00 à 3,50 %.

La fusion du manteau est incongruente (Le liquide de fusion, magma primaire basaltique, a une composition différente de celle du solide initial, la péridotite). La chimie d'un magma primaire dépend du degré de fusion : un faible degré de fusion partielle augmente la concentration des éléments incompatibles (Na et K) dans le magma. Un degré de fusion plus important provoque la fusion partielle de nouveaux minéraux, ce qui implique une diminution de la concentration des éléments incompatibles dans le magma primaire, par dilution. Un basalte alcalin est issu d'un faible degré de fusion partielle, il est plus riche en Na et K (alcalins) qu'un basalte tholéiitique résultant d'un degré de fusion plus élevé. La teneur en SiO_2 des magmas primaires dépend du degré de fusion. Les basaltes tholéiitiques sont relativement riches en silice, ils sont le résultat d'un degré de fusion élevé avec faible profondeur. Les basaltes alcalins relativement pauvres en silice, sont le résultat d'un degré de fusion faible avec plus de profondeur.

Pour les éléments majeurs, la composition chimique du manteau est relativement homogène. Mais, des hétérogénéités significatives ont été identifiées pour les éléments en traces et les compositions isotopiques ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) et ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$). Les magmas basaltiques ont préservés ces hétérogénéités géochimiques, ce qui témoigne de la présence de différents "réservoirs" mantelliques, sources de ces magmas.

En 1915, Bowen a effectué des études expérimentales sur une péridotite. Au cours de la fusion de cette péridotite à sec, composée par : 1- L'Olivine $(\text{Fe,Mg})\text{SiO}_4$; 2- Les Pyroxènes ferro-magnésiens $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$; 3- Les Pyroxènes calciques $(\text{Mg,Fe})\text{CaSi}_2\text{O}_6$ et 4- Les Feldspaths plagioclases $(\text{Ca, Na})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$. Il a constaté une évolution de la phase résiduelle solide et celle liquide. Une variation de leurs compositions a été mise en évidence :

1- Les plagioclases (de la phase solide) disparaissent ; 2- Les pyroxènes calciques disparaissent, la phase liquide augmente ; 3- les pyroxènes ferro-magnésiens disparaissent ; il ne reste plus que de l'olivine dans la phase solide.

Après la fusion, succède la ségrégation des liquides obtenus, Une fois produits en proportion suffisante, des portions de liquide se rassemblent, de densité inférieure, se désolidarisent des péridotites solides (résiduelle) et commencent leur ascension vers la surface. Le magma pourra directement arriver à la surface. Le plus souvent, une partie de ces liquides peut stagner et se mettre en place dans des fractures et dans des poches (chambres magmatiques) à des profondeurs variées dans la croûte. En ce moment, un processus de cristallisation fractionnée peut se dérouler. Les olivines (minéraux de hautes températures) cristallisent en premier et s'accumulent à la base de la chambre magmatique par gravité. D'autres minéraux cristallisent et s'accumulent formant des niveaux différents sous forme d'intrusions stratifiées. Des roches cumulatives de nature péridotitiques, notamment des dunites, se forment dans ce contexte.

Spinel lherzolite

	Olivine	Orthopyroxene	Clinopyroxene	Spinel
SiO ₂	38.7	53.7	50.8	0.08
TiO ₂	—	0.19	0.78	0,31
Al ₂ O ₃	0.03	3.9	6.0	53.5
Cr ₂ O ₃	0.02	0.28	0.58	10.0
ΣFeO	14.4	8.9	4.5	16.3
MnO	0.22	0.20	0.07	0.12
MgO	46.4	31.40	15.2	13.6
NiO	0.13	0.02	0.02	0.30
CaO	0.07	0.73	21.2	—
Na ₂ O	—	0.07	0.89	—
K ₂ O	—	—	—	—
	99.97	99.39	100.06	99.21

Garnet lherzolite

	Olivine	Orthopyroxene	Clinopyroxene	Garnet
SiO ₂	40.6	57.6	55.9	41.8
TiO ₂	0.02	0.03	0.07	0.08
Al ₂ O ₃	—	0.75	2.23	21.6
Cr ₂ O ₃	0.03	0.28	1.72	4.0
ΣFeO	7.5	4.6	2.55	7.4
MnO	0.08	0.07	0.07	0.36
MgO	50.3	35.0	17.1	20.8
NiO	—	—	—	—
CaO	0.04	0.56	19.7	5.1
Na ₂ O	—	0.11	2.1	—
K ₂ O	—	—	—	—
	98.57	99.00	101.44	101.14