

GÉOCHIMIE

COMPOSITION
DE LA TERRE

SI L'ON peut échantillonner et analyser directement les roches superficielles, il faut faire appel à des méthodes indirectes pour estimer la composition des niveaux profonds. Les méthodes géophysiques modernes permettent d'évaluer les densités des couches internes et donc d'avoir une idée de leur composition chimique, en particulier en les comparant aux météorites. Les couches qui constituent le globe terrestre ont des compositions différentes. Les éléments les plus abondants sont appelés *éléments majeurs*. Mais de nombreux éléments sont présents en très petites quantités ou traces. Dans la lithosphère, les éléments sont généralement liés à l'oxygène et la silice dans les silicates.

La croûte continentale, la moins dense, est très hétérogène en surface où les roches sédimentaires, de compositions très variées, prédominent. Mais elles ne forment qu'une mince pellicule, recouvrant une masse principalement granitique, comme on peut le voir dans les racines des chaînes de montagnes arasées. D'une manière générale, elle est riche en silice et en alumine. La croûte océanique a une composition uniformément basaltique, riche en silice et en magnésium.

Le manteau, au moins dans sa partie supérieure, est formé de roches, les péridotites, riches en silicates de magnésium et de fer, les olivines et les pyroxènes. On pense que le noyau, très dense, est un alliage d'oxydes de fer et de nickel, en partie fondu.

ÉVOLUTION
DE LA COMPOSITION
DE LA TERRE

LA RÉPARTITION actuelle des différents éléments chimiques entre les couches successives résulte d'un processus de différenciation qui a eu lieu à l'aube de l'histoire de la Terre. Cette redistribution est principalement fonction de la densité des premiers corps qui se sont formés. Les moins denses, les silicates, ont migré vers l'extérieur, les plus denses, les oxydes de fer et nickel, vers l'intérieur. Mais les éléments en traces ont suivi les éléments majeurs avec lesquels ils avaient des affinités chimiques. Par exemple, l'uranium, bien que très lourd, a suivi la silice et s'est donc concentré dans la croûte continentale.

La Terre primitive contenait aussi des *volatils*. Ces éléments très légers, en commençant par le plus léger d'entre eux, l'hydrogène, se sont échappés facilement par le phénomène du dégazage et ont formé les océans et l'atmosphère. Les éruptions volcaniques montrent que le dégazage de la Terre continue aujourd'hui.

TRANSFERTS

TOUTS LES processus géologiques qui se déroulent à la surface du globe provoquent des transferts d'éléments soit d'un endroit à l'autre, soit entre les couches profondes et les couches superficielles, en

estimation de la composition moyenne, en pourcentages, du manteau (1), de la croûte dans son ensemble (2) et de la croûte continentale (3)

	1	2	3
SiO ₂	43,95	55,2	60,2
Al ₂ O ₃	3,88	15,3	15,2
Fe ₂ O ₃			
+ FeO	8,25	8,6	6,3
MgO	39,00	5,2	3,1
CaO	2,60	8,8	5,5
Na ₂ O	0,60	2,9	3,0
K ₂ O	0,22	1,9	2,9
TiO ₂	0,57	0,22	0,7
P ₂ O ₅		0,3	0,2

particulier entre la lithosphère et les enveloppes externes, liquide et gazeuse, que constituent l'hydrosphère et l'atmosphère.

L'eau joue un rôle primordial dans tous les phénomènes de surface, par l'intermédiaire du cycle précipitation-évaporation. Elle tombe sous forme de précipitations qui s'infiltrent ou ruissellent et se réunissent pour former le réseau hydrographique. Elle finit par rejoindre les océans où se produit l'évaporation. Au cours de son passage à la surface de la Terre, elle est un agent essentiel de l'érosion et de la formation des sédiments, et favorise les transports de matière. Elle exerce un rôle de tri, mécanique ou chimique.

Les transferts ont lieu également entre le manteau supérieur et les couches superficielles. La fusion partielle du manteau produit des magmas qui s'échappent vers la surface. Le manteau est alors appauvri en certains éléments. Mais, dans les zones de subduction, la plaque qui plonge descend dans le manteau. Elle est généralement hydratée par l'altération océanique et entraîne souvent avec elle des sédiments qui vont se recycler dans le manteau.

TRACEURS
GÉOCHIMIQUES

GRÂCE à ses récents développements, la géochimie joue un rôle essentiel dans la compréhension de nombreux processus géologiques. La géochimie moderne passe par l'analyse d'éléments contenus en très faibles quantités dans les roches, et de leurs isotopes. Elle a progressé parallèlement à la technologie qui permet ces analyses très délicates.

Certains éléments, comme les terres rares ou encore les différents isotopes d'un même élément, n'ont pas le même comportement lors de certains processus géologiques, et peuvent jouer le rôle de traceurs. Ainsi, lors de la fusion partielle du manteau qui produit un magma, certains éléments ont tendance à se concentrer dans le liquide, d'autres dans le résidu solide. En mesurant les teneurs et les rapports de ces éléments dans les roches magmatiques, on peut reconstituer les modalités de la fusion du magma et son cheminement. De même, les rapports des isotopes de l'oxygène et de l'hydrogène renseignent sur l'origine de l'eau piégée dans les minéraux des roches.

La géochimie a aussi permis de dater les roches. Certains isotopes radioactifs contenus dans les roches se désintègrent pour former un isotope radiogénique. Le rapport des teneurs entre isotope radioactif et isotope radiogénique est fonction de l'âge de la roche que l'on peut calculer si l'on connaît la période de désintégration. Pour dater des roches très anciennes, il faut que la période soit très longue. Ainsi, le carbone 14, qui a une période de 5 730 ans, est utilisé pour le quaternaire. Par contre, les isotopes radioactifs de l'uranium et du rubidium, dont la période est proche de 5 milliards d'années, ont permis de déduire l'âge de la Terre, par la datation de météorites.

A. Le cycle des roches et les transferts dans la partie superficielle du globe terrestre.

Les divers types de roches affleurent à la surface de la Terre, soit parce qu'elles s'y sont formées, soit à la suite de mouvements tectoniques. L'érosion, sous l'effet des précipitations, les détruit pour former des roches sédimentaires. Dans les chaînes de montagnes, celles-ci sont métamorphosées et éventuellement fondent pour donner des roches magmatiques granitiques. Mais des magmas proviennent également de la fusion partielle du manteau. Les différents types de roches peuvent aller se recycler dans le manteau à la faveur des zones de subduction. Tous ces mécanismes sont accompagnés de transferts d'éléments chimiques.

