**Introduction à la géochimie**

 Son but est de déterminer l’abondance d’éléments dans la croûte terrestre ainsi que leur répartition dans les minéraux, et la répartition des minéraux dans les roches.

Élément chimiquePolyèdreMinéralRoche

 Cependant, entre le polyèdre et le minéral\*, il y aura une compensation de l’électronégativité (voir chapitre minéralogie).

Le but est donc de déterminer des lois qui régissent l’abondance des minéraux.

# I. Les eléments dans la croûte

**1. L’abondance**

 Elle a été mise en évidence par Goldschmidt en 1952. On distingue 8 éléments majeurs qui atteignent 98% en masse et 100% en volume de l’écorce terrestre ; à côté, il y a des éléments mineurs (oligo-éléments), ils sont 84.

 Masse Volume

 O oxygène 46% 92%

 Si silicium 27% 0,8%

 Al aluminium 8% 0,8%

 Fe fer 5% 0,7%

 Ca calcium 3,6% 1,4%

 Na sodium 2,8% 1,6%

 K potassium 2,6% 2,1%

 Mg magnésium 2,1% 0,6%

 Les assemblages d’éléments nous amènent à des minéraux dont un dominant : SiO (silicate ou oxyde de silicium). Les minéraux sont presque toujours des oxydes de quelque chose car l’oxygène est abondant.

 **2. Distribution des éléments**

 Les éléments, de manière rare, vont pouvoir s’assembler entre eux : ce sont des assemblages mono élément qui donnent des minerais. Mais en général, ils sont multi-élément : ce sont des minéraux.

Ces assemblages seront anarchiques (non périodique) et ils se présenteront à l’état amorphe comme l’association pluriéléments SiO2 n H2O (opale).

L’association peut être périodique donc à l’état cristallin, comme la forme cristallisée non hydratée de SiO2 (silice ou quartz).

 🛆 état cristallisé ≠ cristal

 **II. La cristallochimie**

 Il existe donc plusieurs liaisons entre les élément :

\* Liaisons ioniques (dans les grands minéraux)

 Il y a pénétration des environnements électroniques (définie par Pauling). Les minéraux cristallisés qui sont caractérisés par des liaisons ioniques sont de dureté moyenne, ils ont un point d’ébullition élevé et une mauvaise conductivité calorifique (ex : le micas). On peut apprécier le pourcentage de ces liaisons dans les éléments par différence d’électronégativité.



\* Liaisons covalentes

 Il y a association par paire d’électrons ; les cristaux résultants sont durs et indéformables (ex : diamant).

NB : carbone + liaisons covalentes = diamant

 carbone + liaisons ioniques = fusain

\* Liaisons métalliques

 Ils mettent en commun leur nuages d’électrons. Il n’y a pas de règles particulières.

Il est exceptionnel qu’un édifice chimique soit fait d’un seul type de liaison. La plupart sont à liaisons ioniques accompagnées de liaisons covalentes.

 **III. Stabilité des assemblages ioniques**

**1. Polyèdre de coordination**

 On établit les règles expérimentales de Pauling. Par définition, les assemblages ioniques se font autour d’un cation (+) entouré par des anions (-). Ce qui constitue le polyèdre de coordination.

Il existe plusieurs formes selon les anions et les cations, cet assemblage n’est pas le fait du hasard, il dépend du rapport des rayons ioniques entre cation et anion : C / A.

C / A  0,155 assemblage linéaire

 C / A  0,225 assemblage triangulaire

 C / A  0.414 assemblage tétraédrique

 C / A  0.732 assemblage octaédrique

 C / A  1 assemblage cubique

L’essentiel des assemblages sera des tétraèdres.

**2. Règle d’association**

 Il faudra donc assembler les polyèdres entre eux pour avoir des minéraux. Dans un minéral, les polyèdres mettent souvent leur sommet en commun, peu d’arêtes et jamais leurs faces.

**3. Règle de parcimonie**

 Dans un assemblage ionique, le nombre d’éléments différents est le plus réduit possible.

**4. Règles de substitution**

 Ce sont les règles de la diadochie. Pour que deux ions puissent se substituer dans un assemblage, il ne faut pas que leur rayon ionique dépasse 15%.

Pour qu’un minéral se fasse, il faut neutraliser son électronégativité avec le plus souvent Mg2+ ou Fe2+ car les silicates ont une affinité avec ces ions : ils peuvent être ferromagnésiens :

 (SiO4)Mg2 forstérite Ils forment la famille des péridots d’où les roches

 (SiO4)MgFe olivine qui en sont constituées s’appellent les péridotites.

 (SiO4)Fe2 fayalite (le mélange est, par définition, le plus courant)

 Il existe une substitution par l’aluminium pourtant sa charge n’est pas la même que Si mais c’est parce que le rayon ionique est inférieur à 15%. La substitution se fait à l’intérieur du tétraèdre.

 Lorsque deux ions ont la même charge, celui qui a le plus petit rayon ionique est d’abord incorporé.

 Ex : 0,66 pour Mg

 0,74 pour Fe

 Lorsque deux ions ont le même rayon mais des charges différentes, c’est celui qui a la plus grande charge qui est incorporé de préférence.

 Ex : Ca (0,99) mais sa charge est 2+

 Na (0,98) avec une charge de 1+

Prenons l’exemple des feldspaths plagioclases :

* l’albite Na(Si3AlO8) l’édifice est donc équilibré
* l’anorthite Ca(Si2Al2O8) par la présence de Na et Ca.

On constate donc qu’il y a eu substitution de Si par Al à l’intérieur du polyèdre

et de Na par Ca à l’extérieur.

Dans la nature, la forme la plus courante sera la tétraèdre puisque Si et O sont les deux éléments les plus abondants dans la croûte terrestre.

Les mots qui apparaissent dans le lexique sont marqués d’une astérisque (\*).