

CHAPITRE 3 LES MINERAUX NON SILICATES

1. Éléments natifs:

Seul un petit nombre d'éléments se présentent à l'état pur (natif) sous forme de minéraux dans l'écorce terrestre et ils ne s'y trouvent jamais en grande quantité. Cependant, la plus grande partie de ces minéraux, comme l'or (Au), l'argent (Ag) et le diamant (C), sont parmi les plus connues, car les plus recherchés par l'humanité depuis des temps immémoriaux pour certaines propriétés excellentes.

Les minéraux natifs sont classés en métaux et non-métaux. Les métaux sont constitués de cations, comme Au^+ <<sphères>> disposées en empilements compacts le plus souvent cubiques. Ces cations sont assemblés par liaison métallique, liaison chimique relativement faible, sans direction privilégiée. Cette structure rend compte des propriétés les plus caractéristiques des métaux : bonne conductibilité thermique et électrique, éclat métallique, faible dureté, grande malléabilité, absence de clivage et forte densité. Les semi-métaux et les minéraux non métalliques ont d'autres caractéristiques structurales présentées séparément pour chaque minéral.



Empilement compact de sphère

Exemple :

Au (Or), Ag (argent), Cu (cuivre), Pt (platine), Pb (plomb), Hg (mercure), Sb (antimoine), Bi (Bismuth), S (soufre), As (arsenic) C (diamant et graphite).

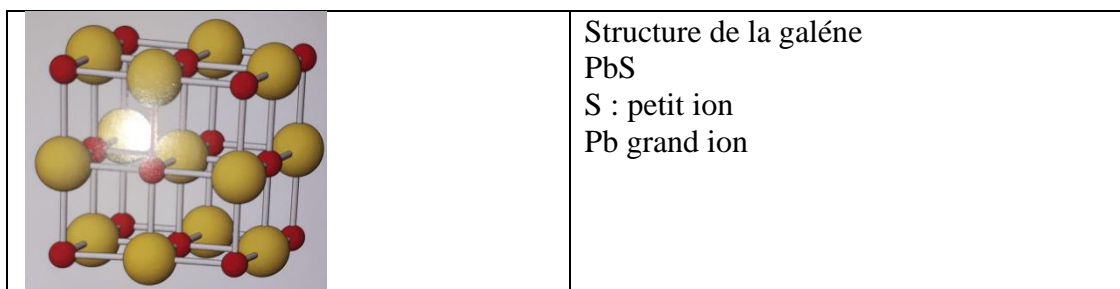
2. Sulfures :

Les sulfures constituent un large groupe de minéraux parmi lesquels certains sont des minerais économiquement importants, à ce groupe sont habituellement rattachés des composés voisins plus rares, antimoniures, sélénures, tellures, bismuthures, ainsi que les sulfo-sels, qui peuvent être considérés comme des sels complexes de l'anhydride sulfureux.

Un sulfure est fondamentalement un composé non oxygéné de soufre (S) et d'un ou plusieurs métaux. Dans la plupart des sulfures simples, la structure cristalline peut être considérée comme un empilement compact de gros ions S^{2-} comportant de petits ions métal situés dans certains de ses vides. Leurs liaisons chimiques sont des

intermédiaires plus ou moins proches d'une liaison métallique, iconique ou covalente. Les semi-métaux y jouent le rôle de métal s'ils sont en présence de soufre seul, de non-métaux s'ils sont en présence de métaux.

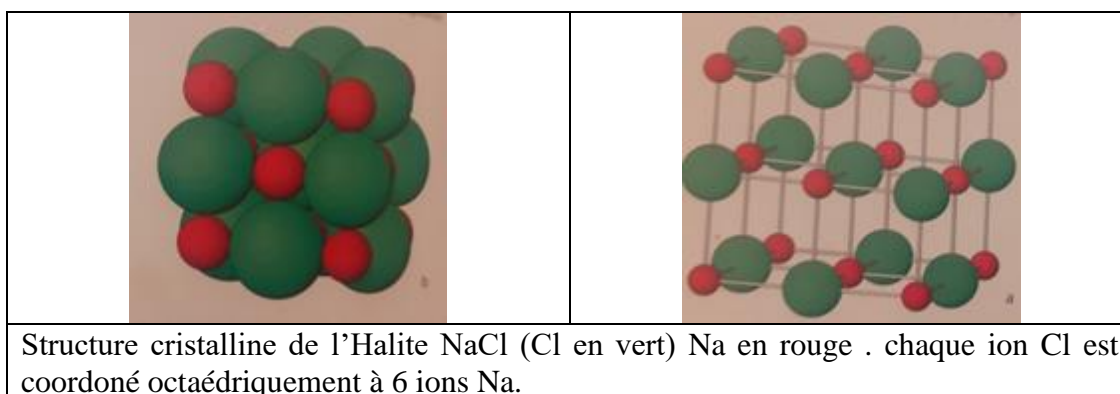
La plupart des sulfures ont des tendances métalliques : couleur et marqués, éclat métalliques, opacité ; leur densité est forte ; ils sont souvent plus friables que les métaux purs.

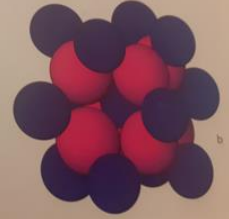


Exemples :

Galène PbS **Sphalérite ZnS** **Covellite CuS** **Pyrite (Marcasite) FeS₂**
Cinabre HgS **Nickélite NiAs** **Millérite NiS** **Réalgar AsS**

Ce groupe comporte des minéraux aux liaisons ioniques pures comme NaCl, dans lequel un halogène est lié à un métal alcalin. Le fluor (F) le chlore (Cl) et les halogènes beaucoup plus rares comme le brome (Br), et l'iode (I) forment de gros anions monovalents, qui sont liées par des liaisons purement ioniques à des cations plus petits, monovalents ou divalents, comme le sodium (Na) ou le calcium (Ca). Relativement faibles, de telles liaisons ioniques ont une influence sphérique et donc aucune direction déterminée. Les ions se comportent dans ces minéraux comme des sphères presque parfaites qui s'empilent avec la plus forte symétrie possible. Par suite, ces minéraux sont habituellement cubiques et de faible dureté.



	<p>Dans la structure de la fluorite chaque Ca^{2+} (bleu) est coordonné à huit F (rouge) qui occupent les sommets d'un cube, tandis que F est tétracoordonné avec Ca^{2+}.</p>
---	--

Exemple de minéraux :

Halite NaCl

Sylvinite KCl

Fluorite CaF_2

4. Les oxydes et les hydroxydes :

Les oxydes sont des composées d'oxygène (O) et d'un ou plusieurs métaux. Ils sont généralement constitués d'un empilement compact de gros anions O^{2-} sphérique, les petits cations métalliques étant situés dans les espaces entre ces sphères (site tétraédrique et octaédrique) : le plus souvent chaque cation est entouré de quatre ou de six voisins proches. La liaison chimique est souvent une liaison forte, de type ionique : les oxydes sont habituellement caractérisés par une forte dureté et une densité élevée. Ce sont généralement des minéraux mineurs des roches magmatique et métamorphique ; par suite de leurs résistances physico chimique, ils se rencontrent aussi en alluvions où ils peuvent être localement concentrés grâce à leur densité.

Les hydroxydes comportent un remplacement partiel ou total de leurs ions oxygène O^{2-} par des oxhydroyles $(\text{OH})^-$; leur dureté et leurs densité sont généralement plus faibles. Ces minéraux se rencontrent dans les zones d'altérations, où ils se forment à partir d'autres minéraux.

Exemple de minéraux de ce groupe :

Famille des oxydes

Cuprite	Cu_2O	Ténorite	CuO	Chromite	FeCr_2O_4
Périclase	MgO	Spinelle	MgAl_2O_4	Chrysobéryl	BeAl_2O_4
Zincite	ZnO	Magnétite	Fe_3O_4	Corindon	Al_2O_3
Hématite	Fe_2O_3	Ilménite	FeTiO_3	Pérovskite	CaTiO_3
Rutil	TiO_2	Cassitérite	SnO_2	Anatase	TiO_2

Famille des hydroxydes

Gibbsite	$\text{Al}(\text{OH})_3$	Manganite $\text{MnO}(\text{OH})$	Goethite $\text{FeO}(\text{OH})$
Diaspore	$\text{AlO}(\text{OH})$		

5. : les carbonates nitrates et borates :

Les carbonates ont des liaisons entre des groupement (CO_3) et un ou plusieurs cations, un groupement $(\text{CO}_3)^{2-}$ est un anion complexe, constitué d'un anion carbone C^{4+} situé au centre d'un triangle équilatéral dont les sommets sont des ions oxygènes O^{2-} sont isolés dans les structures et ne forme ni chaines ni anneaux ni feuillet, au contraire des silicates.

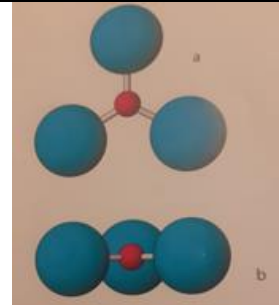
Les nitrates avec (NO_3) comme dans les salpêtres présentent une structure proche de celle des carbonates, tandis que les borates avec $(\text{BO}_3)^{3-}$ sont plus proche des silicates.

Les carbonates comme la calcite et la dolomite, qui joue un rôle important dans les roches sédimentaires comme la craie et les roches calcaires, ainsi que dans les roches métamorphiques comme le marbre, sont également fréquent dans les filons hydrothermaux.

Les nitrates très solubles, ne se rencontre que dans des zones arides, de même que les borates, généralement précipités dans des lacs salés.

Exemples de minéraux de ce groupe :

Calcite	CaCO_3	Rhodochrosite	MnCO_3	Ankérinite	$\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$
Magnésite	MgCO_3	Smithsonite	ZnCO_3	Aragonite	CaCO_3
Sidérite–Sidérose	FeCO_3	Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Stontianite	SrCO_3
Cérusite	PbCO_3				

	<p>Le groupement CO_3 . C (rouge) est placé au centre d'un triangle équilatérale de O (en bleu).</p>
---	--

Hydrocarbonates :

Malachite	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	Azurite	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	Hydrozincite	$\text{Zn}_5(\text{CO}_3)(\text{OH})_6$
-----------	---------------------------------------	---------	---	--------------	---

Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Nitrates : Salpêtres NaNO_3

6. Sulfates chromates, molybdates, tungstates et tellurates.

Les sulfates sont composés de tétraèdre (SO_4) liés un petit nombre de cations. Le soufre qui dans les sulfures, est un gros anion S^{2-} est ici dans les sulfates est un tout petit cation S^{6+} . Le tétraèdre (SO_4) $^{2-}$ est un anion complexe constitué de quatre oxygènes (O) placés aux sommets d'un tétraèdre dont le centre est occupé par un soufre. Ces complexes tétraédriques (SO_4) $^{2-}$ ne s'assemblent pas en groupes, chaîne ou couche comme les (SiO_4) $^{4-}$ des silicates : ils restent le plus souvent isolés. Cette particularité est commune aux autres minéraux de ce groupe, chromates avec (CrO_4) $^{2-}$, molybdates avec (MoO_4) $^{2-}$, tungstates avec (WO_4) $^{2-}$, tellurates avec (TeO_4).

La plupart des sulfates résultent soit d'altérations dans les zones d'oxydoréduction superficielles des gîtes métallifères, soit d'évaporation d'eau de mer ou de lacs salés. La barytine et quelques autres sulfates sont cependant des minéraux filoniens primaires.

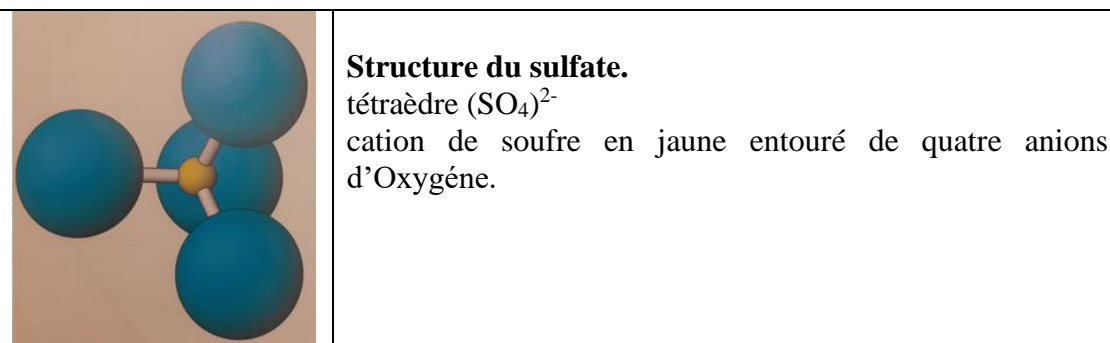
Exemples de minéraux de ce groupe :

Thénardite	NaSO_4	Anglésite	PbSO_4	Gypse	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Barytine	BaSO_4	Anhydrite	CaSO_4	Célestine	SrSO_4

Chromates: Crocoïte PbCrO_4

Tungstates Wolframite $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$, sheelite CaWO_4

Molybdates Wulfénite PbMoO_4



7. Les phosphates, arsénates et vanadates

Les phosphates sont composés de tétraèdre (PO_4) liés à un ou plusieurs cations. Le complexe (PO_4) $^{3-}$ est constitué d'un anion phosphore P^{5+} entouré par 4 ions d'oxygène situés au sommet d'un tétraèdre. Les tétraèdres (PO_4) $^{3-}$ sont généralement isolés dans les structures cristallines.

Il en est de même pour les arsénates avec (AsO_4) $^{3-}$ et pour les vanadates avec (VO_4) $^{3-}$. Phosphore (P), arsenic (As) et vanadium (V) se substituent les uns les autres très largement dans ces minéraux, et c'est l'une des raisons pour lesquelles leurs compositions chimiques peuvent être assez complexes.

Certain phosphates sont des minéraux primaire roche ignés et de filons pegmatitiques tandis que d'autres sont des minéraux secondaires résultant de processus d'altération superficiels.

Minéraux phosphatés :

Apatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$.

Pyromorphite $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$.

Les arséniates

Mimétite $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$.

Les vanadates

Vanadinites $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$.