

LE SOUFRE

I- Généralité :

Élément chimique (S), n. at. 16, p. at. 32,064, p. f. 119°C, dens. 2,07g/cm³, réseau cristallin rhombique jusqu'à 65,6°C, monoclinique entre cette température et le point de fusion.

II- Mines :

Le soufre est un élément très répandu soit à l'état d'élément (**soufre natif**), soit dans des composés : **sulfures**, **sulfates** des éléments les plus divers.

- **Le soufre natif**, se trouve dans les **soufrières** et les **solfatares**, et n'est présent que sous la phase **polymorphe** rhombique **bipyramidale** en cristaux bipyramidaux ou en masses compactes irrégulières ou **réniliformes**, à la couleur jaune caractéristique, fragiles et peu dures.

Il contient de petites quantités de **sélénium** et s'est formé par **sublimation** directe ou par **oxydation** incomplète de l'**hydrogène sulfuré** des **gaz** des **fumerolles** dans les **cratères** des **volcans** actifs ou éteints (solfatares) ou encore par **réduction** des sulfates par des **sulfobactéries** (soufrières).

Les soufrières de **Sicile**, où le soufre est mêlé à du **gypse** ou du **calcaire**, étaient importantes industriellement avant la découverte des gisements américains du **Texas**, où il se trouve dans les **chapeaux calcaires** des **domes de sels**, associé à du gypse et à de l'**anhydride**.

Des solfatares typiques existent au **Mexique**, à **Hawaii**, au **Chili**, au **Japon** et en **Italie**, tandis que des soufrières semblables à celles de Sicile et des **Marches** se trouvent en **Russie** et dans d'autres parties d'**Europe**.

III- Propriétés :

Le soufre est un **non-métal typique**, appartenant au **groupe VI B** de la **classification périodique**. Son **comportement chimique** est voisin de celui du **sélénium** et du **tellure** qui appartiennent au même groupe.

Il est insoluble dans l'**eau**, mais soluble dans certains **solvants organiques**, spécialement dans le **sulfure de carbone**. Il brûle facile à l'**air** avec production d'**anhydride sulfureux (SO₂)** et se combine directement avec de nombreux **métaux** et **non-métaux**, surtout à chaud.

Traité par les **alcalis** (par exemple, l'**hydroxyde de potassium**), il donne des **sulfures** ou des **polysulfures** (si le soufre est en excès) et des **thiosulfates**.

Non seulement il cristallise à l'état **rhombique** ou **monoclinique**, mais il peut exister à l'état **amorphe** (**soufre amorphe**) ou comme **soufre plastique** ou **colloïdal**.

- **Le soufre plastique**, s'obtient pendant le refroidissement du soufre préalablement chauffé presque au point d'**ébullition** ; la masse de soufre à la fin de la **solidification**, extraite par le sulfure de carbone, laisse un résidu insoluble de soufre plastique.

- **Le soufre colloïdal**, s'obtient en décomposant des polysulfures ($M_e n S_n$, où M_e est un métal) par des **acides**.

Les **examens** aux **rayons X** ont montré que le soufre cristallin a une **molécule** non plane formée de **cycles à huit atomes**, tandis que le soufre plastique a une molécule **à chaîne ouverte**, composée elle aussi de **huit atomes**.

IV- Composés :

Le soufre a de nombreux composés dans lesquels il est présent avec les degrés d'oxydation les plus variés. Le composé typique du degré d'oxydation **-2** est l'**hydrogène sulfuré** ou l'**acide sulfhydrique**, ou **sulfure d'hydrogène** (H_2S), acide utilisé dans comme réactif pour précipiter de nombreux **cations métalliques** sous forme de sels appelés sulfures.

Le soufre se combine avec les **halogènes** en donnant des composés variés : un **hexafluorure** SF_6 , un **chlorure** S_2Cl_2 , un **bichlorure** S_2Cl_2 et d'autres encore.

Parmi les composés oxygénés du soufre, on peut citer les oxydes suivants : le **monoxyde de soufre** (degré d'oxydation du soufre **+2**), SO , obtenu à partir du soufre et de l'anhydride sulfureux par **décharges électriques** ; le **sesquioxyde de soufre** (degré d'oxydation **+3**), S_2O_3 ; le dioxyde de soufre ou anhydride sulfureux (degré d'oxydation **+4**), SO_2 , composé de base pour la fabrication de l'**acide sulfurique** ; le **trioxyde soufre** ou **anhydride sulfurique** (degré d'oxydation **+6**), SO_3 , obtenu industriellement à partir de l'anhydride sulfureux et qui constitue un produit intermédiaire de la préparation de l'**acide sulfurique** et des **oléums**.

Il existe en outre l'**heptoxyde de soufre** (degré d'oxydation **+7**), S_2O_7 et le **tétraoxyde de soufre** (degré d'oxydation **+8**), SO_4 . Parmi les acides oxygénés du soufre, nous pouvons citer l'**acide thiosulfureux** (degré d'oxydation **+1**), $H_2S_2O_2$, dont on ne connaît que les **esters** ; l'**acide sulfoxylique** (degré d'oxydation du soufre **+2**), H_2SO_2 , qui donne seulement des sels (**sulfoxylates**) peu stables, l'**acide hydrosulfureux** ou **dithioneux** (degré d'oxydation **+3**), $H_2S_2O_4$, dont il n'existe que les sels (**hydrosulfites** ou **dithionites**) ; l'**acide sulfureux** (degré d'oxydation **+4**), H_2SO_3 , dont il n'existe que des sels (**sulfites**) et des esters ; l'**acide thiosulfurique** (degré d'oxydation **+6**, nous avons l'**acide sulfurique** H_2SO_4 , le principal acide du soufre et l'un des produits les plus importants de l'industrie chimique ; l'**acide peroxodisulfurique**, $H_2S_2O_8$, isolé à l'état pur, **explosif** et oxydant, produit par

oxydation anodique de l'acide sulfurique ; l'**acide monopéroxasulfurique** ou **acide de Caro** H_2SO_5 , isolé à l'état pur et oxydant très fort ; les **acides polythioniques**, contenant des liaisons **soufre-soufre**, qui ont pour formule générale $\text{H}_2\text{S}_n\text{O}_6$, , où **n = 2, 3, 4, 5, 6** ; ces acides ne sont stables qu'en solution.

V- Utilisation :

Dans les pays où il est disponible à bas prix, le soufre est employé comme matière première pour la fabrication de l'anhydride sulfureux et de ses dérivés, parmi lesquels l'acide sulfurique.

Le soufre est aussi utilisé pour la fabrication du sulfure de carbone et d'autres composés sulfurés, dans la **vulcanisation** du **caoutchouc** soit **naturel**, soit **synthétique** et, sous forme de **poudre fine (soufre en pulvérisations)**, en viticulture et en arboriculture comme **pesticide**.