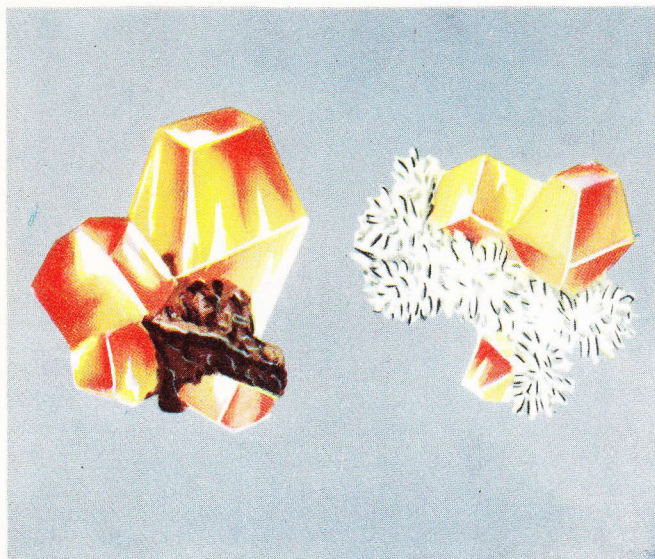


# Le Soufre

DOCUMENTAIRE N. 668



*Le soufre est un métalloïde commun. On le rencontre, dans la nature, cristallisé et combiné avec d'autres éléments. De nombreux minerais contiennent du soufre: la pyrite (sulfure de fer), la blende (sulfure de zinc), la galène (sulfure de plomb), le cinabre (sulfure de mercure). A gauche: des cristaux de soufre rhomboïdaux; à droite, soufre sur calcite.*

Le soufre — corps dont l'intérêt n'a pas faibli depuis la plus haute antiquité — est à l'heure actuelle couramment utilisé par l'industrie moderne. Ce n'est pas un métal, mais un métalloïde. Comme tel, il n'est ni brillant, ni bon conducteur de l'électricité ou de la chaleur. C'est ce qui fait de lui une substance chimique capable de multiples combinaisons avec les métaux: un de ses acides, l'acide sulfurique, est d'une

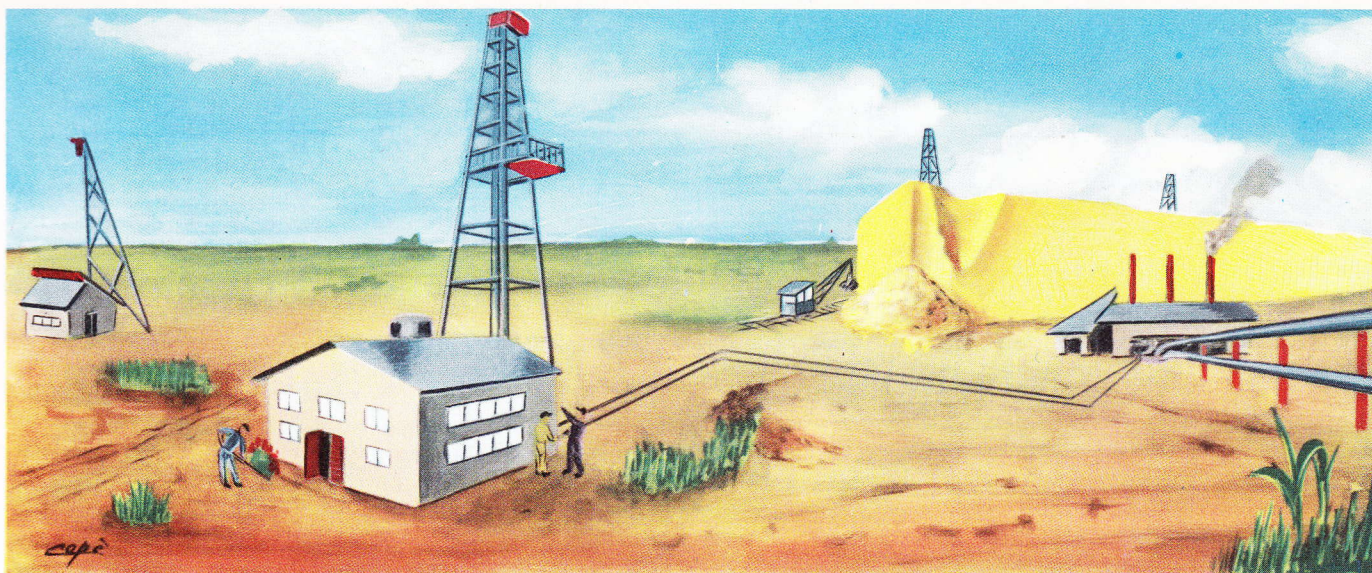
importance capitale en chimie moderne. Les minerais de soufre sont nombreux, et tous d'une exploitation valable. Pour sa production, cependant, on ne fait pas appel à eux mais au soufre à l'état natif, puisqu'il en existe des gisements considérables. L'Italie notamment produit une grande quantité de minerai de soufre. D'autres pays, comme le Japon et les Etats-Unis, sont aussi de grands producteurs de soufre. Si la Sicile s'impose tout de suite à notre pensée comme riche de ce minerai, nous ne devons pas oublier les soufrières des Antilles et l'existence d'un certain nombre de sources sulfureuses en France (Barèges, Eaux-Bonnes).

Les gisements de soufre se présentent sous deux aspects: les sulfatares et les soufrières. Les premières sont, en général, d'anciens volcans semi-éteints où le soufre se forme à la suite de condensation des vapeurs contenant de l'hydrogène sulfuré. Les sulfatares, gisements les plus courants en Sicile, ont, eux, une origine différente: le soufre est contenu dans des roches sédimentaires. Pour extraire le minerai utile de sa gangue, c'est-à-dire de la roche qui l'accompagne, il existe deux procédés: celui des calcaroni, très ancien, mais que l'on abandonne de plus en plus, et celui des fours à récupération ou fours Gill. Dans les deux cas, bien qu'avec des techniques différentes, le soufre et la roche se séparent après fusion. Les calcaroni sont des fours construits sur des pentes en plein air où l'on accumule, avec une méthode précise, le matériau brut concassé; on fait ensuite brûler une partie du soufre et la chaleur ainsi produite entraîne la fusion du minerai placé sur le foyer et qui s'écoule ensuite vers le bas.

La combustion permet le dégagement de vapeurs d'anhydride sulfurique. Les fours Gill, fondés sur le même principe, évitent cependant l'inconvénient de la dispersion du gaz. Ce procédé effectue la fusion dans des chambres en maçonnerie



*On trouve le soufre en importants gisements au Japon, dans le Caucase et en Nouvelle-Zélande, mais il est particulièrement abondant en Sicile et en Louisiane (Etats-Unis). La découverte du soufre remonte à des temps très anciens: les Grecs et les Romains l'utilisèrent de différentes façons, mais ce n'est qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle que la production de ce métalloïde connut un sérieux développement. Voici une mine de soufre avec ses tas coniques de minerai bien typiques. Chauffé, le minerai abandonne son soufre. Jusqu'à début de notre siècle, la Sicile détient le record mondial de production de soufre. Mais, avec l'exploitation des riches gisements de la Louisiane, aux Etats-Unis d'Amérique, ce pays, mettant à profit l'invention géniale du chimiste Hermann Frasch pour l'extraction sur place du métalloïde, se hissa rapidement à la tête des producteurs avec la Sicile.*



La production mondiale du soufre dans sa presque totalité est le résultat de l'application du procédé Frasch. C'est un des plus récents procédés d'isolement du soufre, qui consiste à le fondre directement en envoyant, au moyen de tubes, de l'eau surchauffée dans les filons. Liquéfié, le minerai, au moyen de larges conduits, remonte à la surface, où il constitue de gros blocs ensuite morcelés au moyen de mines et de foreuses pneumatiques pour être expédiés sur les lieux de traitement. Voici une installation d'extraction suivant la méthode Frasch. A gauche, la tour de la sonde, à droite, la centrale de pompage et un dépôt de soufre solidifié.

qui, bien fermées, permettent de récupérer la chaleur et les vapeurs.

Aux Etats-Unis, où les gisements sont souvent situés à de très grandes profondeurs, difficiles d'accès, on emploie une autre méthode, qui donne d'excellents résultats.

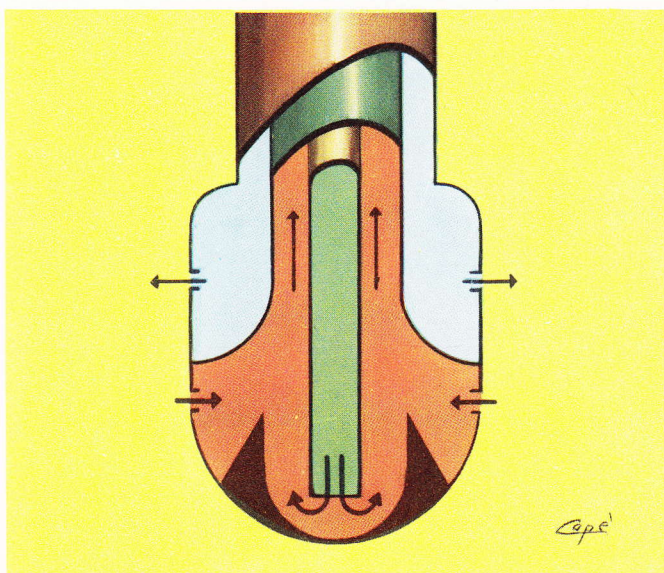
Suivant le procédé de Frasch, le terrain est parcouru par un système de tubes qui assure la circulation de la vapeur d'eau surchauffée et capable de dissoudre le soufre dans un gisement lui-même (point de fusion aux environs de  $114^{\circ}\text{C}$ ). Au moyen d'air comprimé, on le refoule ensuite à la surface, où il jaillit des tubes. Le minerai est alors mis en vente dans le commerce sous forme de pains de soufre de forme conique ou bien de fleur de soufre, poudre impalpable.

Les cristaux à l'état pur sont d'une belle teinte jaune clair,

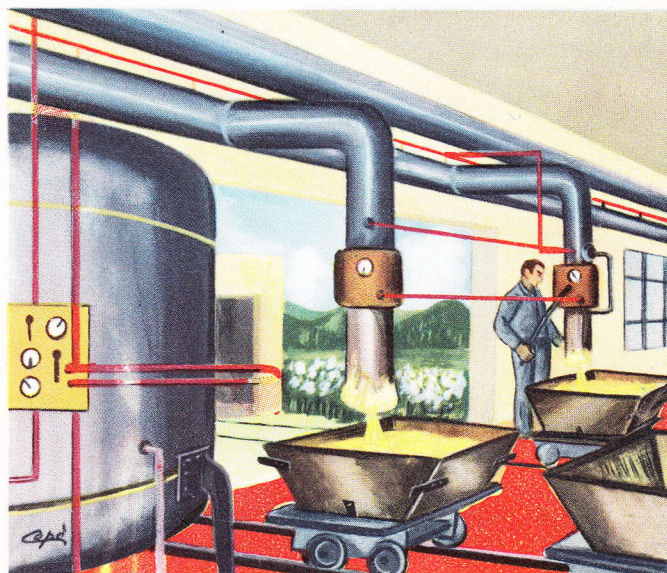
transparents, de forme caractéristique. Ils sont très intéressants à examiner du point de vue de la cristallographie, car ils offrent un cas classique de polymorphisme, phénomène en vertu duquel un élément déterminé ou un composé chimique peut se cristalliser en des systèmes différents malgré une identité chimique absolue. La pression et la température externe sont les agents de cette transformation.

Les usages du soufre sont innombrables et bien divers; nous en citerons ici quelques-uns et, avant tout, ceux où il entre dans la synthèse d'une gamme de composés allant de l'industrie du papier à celle du caoutchouc, de la fabrication de textiles artificiels à la médecine, etc.

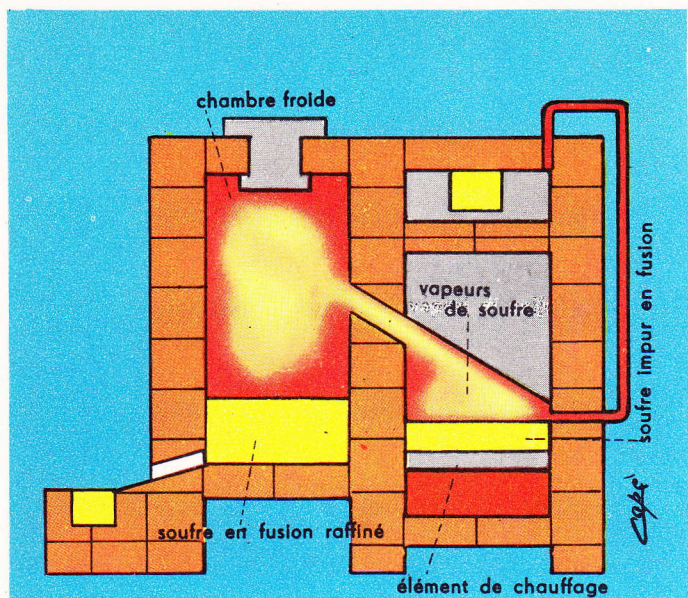
On emploie aussi le soufre en agriculture comme substance anti-cryptogamique contre les parasites végétaux. Les



Section de la partie terminale d'une foreuse Frasch qui agit à une profondeur de 300 mètres. Cette foreuse comporte trois tubes coaxiaux où circule la vapeur qui provoque la fusion du soufre du gisement. Le métalloïde fondu pénètre par une deuxième ouverture dans un autre conduit. L'air chaud sous pression entre dans le troisième tube et, venant en contact avec le soufre liquide, il l'expulse vers l'extérieur, où on le recueille dans des cuves.



Le raffinage a lieu en distillant le soufre dans des cornues suivant divers procédés. Si le soufre liquide se refroidit lentement dans les moules, on obtient le soufre dit « raffiné »; si, en revanche, les vapeurs de soufre sont refroidies rapidement, on obtient un produit dit « fleur de soufre ». Nous voyons ici une installation de raffinage par la méthode de flottaison. A la sortie des filtres, le soufre pur est stocké dans de grandes cuves, où il se solidifie.



*Section d'un four pour le raffinage du soufre. Un élément chauffant porte à ébullition le soufre impur, d'où il se dégage en vapeurs. En passant dans une chambre froide, ces vapeurs de soufre se condensent et le soufre liquide se dépose alors sur le fond de l'installation, d'où il passe enfin dans les moules pour y être solidifié.*

Etats-Unis détiennent le record de production de ce minéral. L'Italie vient à la deuxième place, mais très loin, suivie par le Japon. En dehors de l'état naturel, on trouve le soufre à titre de composants de plusieurs minerais. Parmi ces derniers, citons la craie, sulfate de calcium hydraté.

La plus grande partie des minerais de soufre sont d'ailleurs des sulfures, composés qui dérivent de l'union du soufre avec un métal. Nous citerons: la galène, sulfure de plomb; la blende, sulfure de zinc; la chalcopryite, sulfure de fer et de cuivre; le cinabre, sulfure de mercure; le réalgar et l'orpiment, sulfures d'arsenic. Il s'agit ici de minerais d'une importance de premier plan pour l'industrie, puisqu'ils sont le départ de la production des métaux respectivement contenus dans chacun d'eux. Il faut réserver une place à part à la pyrite, sulfure de fer, facilement cristallisée, et qui se présente sous des aspects bien typiques: cubique, luisant, jaune et lourd. La pyrite contient parfois des parcelles aurifères et

en ce cas on la traite pour en tirer le métal précieux.

C'est de la pyrite commune surtout qu'on part pour la fabrication de l'acide sulfurique, dont l'utilisation dans l'industrie chimique moderne ne connaît pas de limites.

Pour la préparation industrielle, on utilise la méthode de la chambre de plomb et la méthode catalytique ou de contact.

Théoriquement ces deux procédés se valent et les processus sont parallèles, mais ils s'opposent en pratique. Dans les deux cas, on part bien de la pyrite surchauffée pour obtenir de l'anhydride sulfureux. A partir de cet instant, le problème paraît fort simple: il s'agit d'oxyder l'anhydride sulfurique plus riche en oxygène avant de la traiter à l'eau pour obtenir enfin l'acide. En réalité, le problème est bien compliqué, car il est très difficile d'oxyder l'anhydride sulfureux. On y parvient par deux voies différentes, que nous allons exposer le plus simplement et le plus clairement possible.

Dans la méthode des chambres de plomb, l'anhydride sulfureux passe dans une série de chambres tapissées de plomb (résistantes à l'acide) où il entre en contact avec un mélange assez complexe de substances oxydantes, et avec de l'eau. Au terme des réactions on recueille l'acide. Grâce à ce processus, on peut même récupérer une bonne partie des réactifs.

Dans la méthode catalytique, en revanche, l'anhydride sulfureux est oxydé par un catalyseur, c'est-à-dire par une substance qui accélère l'accomplissement de la réaction prévue, mais qui ne se produirait pas, en fait, sans cet adjuvant.

Le catalyseur employé dans ce cas est de l'asbeste platiné. A présent pourtant, à la place du platine — fort coûteux — on emploie des catalyseurs plus économiques tels que l'oxyde de fer, le chrome, ou même des alliages de fer et de vanadium. L'acide sulfurique est un acide très puissant, dont on connaît bien le grand pouvoir déshydratant. En effet, sa tendance à se combiner avec l'eau est telle qu'elle retire aux substances organiques les éléments fondamentaux de l'eau, hydrogène, et oxygène. L'acide mis au contact de n'importe quelle substance organique la détruit donc rapidement en la désagrégant.

L'acide sulfurique ne doit pas être confondu avec l'acide sulfhydrique, un autre acide également dérivé du soufre, mais de formule et de propriétés chimiques bien différentes. C'est un gaz à l'odeur désagréable d'œufs pourris, qu'on peut trouver à l'état naturel dans certaines régions volcaniques, ainsi que dans les eaux minérales dites sulfureuses.

\* \* \*



*Depuis l'Antiquité, le soufre a été utilisé de différentes manières: dans les cérémonies religieuses de purification, pour les désinfections de plantes, pour attiser le feu, dans la préparation de mastics spéciaux, de médicaments, d'onguents. Nous avons ici quelques utilisations actuelles de ce métalloïde. A gauche: soufrage de tonneaux. En haut: pommade médicamenteuse, poudre à fusil, ébonite (caoutchouc naturel avec adjonction de 30 p. 100 de soufre); en bas, soufre pulvérisé pour combattre les maladies de la vigne — allumettes soufrées — caoutchouc vulcanisé. A droite: pneumatiques en caoutchouc vulcanisé (caoutchouc naturel combiné avec 8 à 10 p. 100 de soufre).*

ENCYCLOPÉDIE EN COULEURS

# **tout connaître**

ARTS

SCIENCES

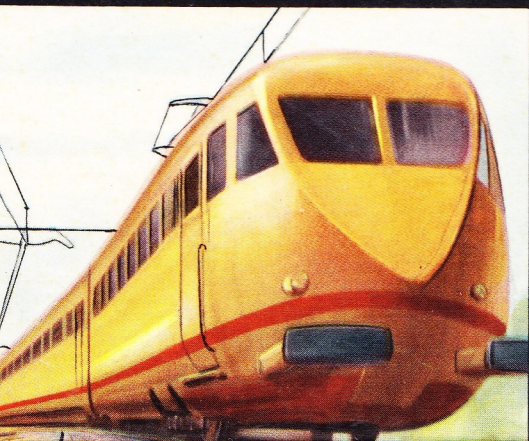
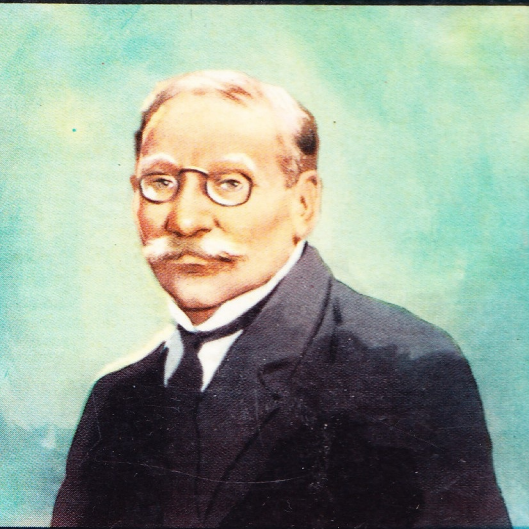
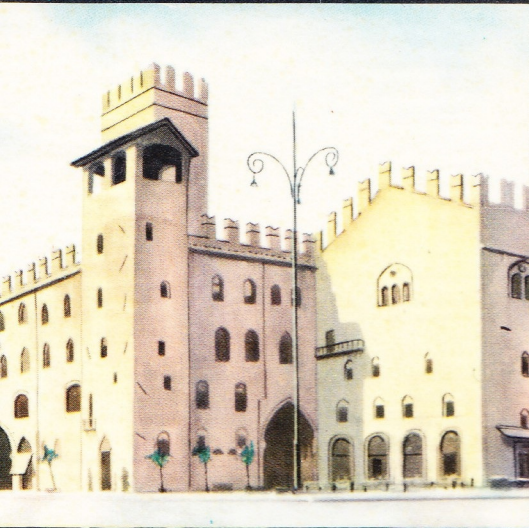
HISTOIRE

DÉCOUVERTES

LÉGENDES

DOCUMENTS

INSTRUCTIFS





**VOL. X**

TOUT CONNAITRE

M. CONFALONIERI - Milan, Via P. Chieti, 8, - Editeur

Tous droits réservés

BELGIQUE - GRAND DUCHÉ - CONGO BELGE

AGENCE BELGE DES GRANDES EDITIONS s. a.

Bruxelles