

G. MAZO Ingénieur, Constructeur Breveté, **Paris**
33, bd St-Martin

Cours complet de Physique, Chimie et Mécanique

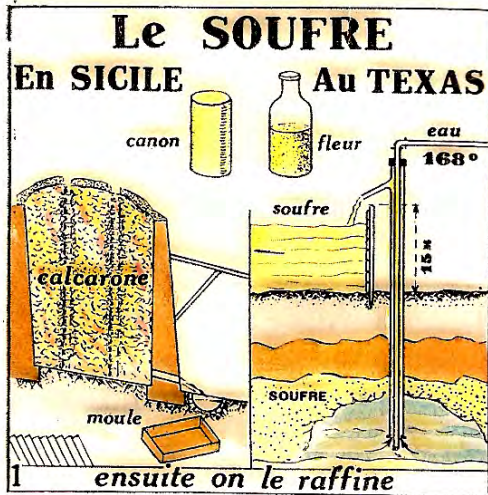
en leçons de 12 vues de projection sur papier (5 francs la leçon avec sa notice explicative)

Feuilles complémentaires

LE SOUFRE

LE SOUFRE

I. — Le Soufre.



Ce solide jaune citron bien connu de tous est très répandu heureusement dans la nature car ses usages sont considérables.

Longtemps ce sont les ruines de Sicile qui ont fourni le soufre au monde entier, les Américains depuis 20 ans ont trouvé des bancs de minerai de soufre et ont libéré leur industrie du marché d'Italie.

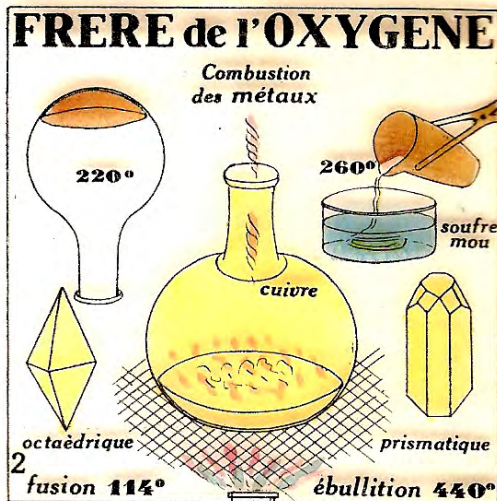
En Sicile on extrait le soufre de la mine de la même manière que l'on extrait la houille du sol, et si les mines de soufre ne présentent pas le danger du grisou elles présentent le danger de l'acide sulfureux (gaz des allumettes) non moins terrible que le grisou.

Remonté au jour le minerai est amassé en tas, en meules que l'on appelle *calcarone* dans lesquels on a ménagé des cheminées, on met le feu au bas du *calcarone* qui produit alors la chaleur nécessaire à la fonte du soufre et le sépare de sa gangue terreuse. Le soufre qui fond à 114° coule dans une rigole au pied du *calcarone*; on le moule dans des caisses plates en bois. La durée d'une opération est de trois semaines à trois mois selon la grandeur du *calcarone*. Démoulé et chargé sur wagons ce soufre impur est envoyé dans des raffineries (Marseille pour la France), il est refondu dans des chaudières en fonte et on condense ses vapeurs dans des grandes chambres, la partie restée liquide est coulée dans des moules cylindriques on dit *en canons*. les poussières solidifiées le long des parois des chambres de condensation donnent *le soufre en fleur*.

Aux Etats Unis, au Texas on descend du sol à la mine de soufre deux tuyaux concentriques. Par celui du milieu on amène de l'eau à 138° c'est-à-dire sous une pression de 4 atmosphères. Cette eau fait fondre le soufre qui par la pression remonte au sol avec de l'eau dans le tube annulaire. Il est déversé dans des grands bacs en bois où il se solidifie rapidement, ces tas qui atteignent 15 mètres de hauteur, 30 de longueur sur 10 de largeur, sont ensuite divisés à la dynamite, les morceaux chargés sur wagons à la pelle mécanique sont expédiés aux usines de raffinage.

On utilise environ 10 millions de tonnes de soufre par an dans le monde entier.

2. — Propriétés du Soufre.



C'est une sorte d'oxygène solide disent les savants. Dans sa vapeur on peut faire brûler les métaux comme dans l'oxygène, l'expérience réussit très bien, avec de la tournure de cuivre le ballon rougeoit comme un volcan.

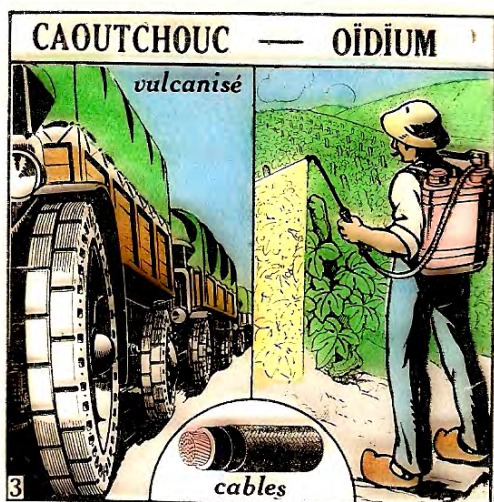
Il fond à 114° , si on continue à chauffer il devient brun vers 220° il devient si visqueux que l'on peut retourner le ballon sans qu'il s'écoule, puis redevient liquide et enfin bout à 440° . Si on le coule dans de l'eau vers 240° on constate qu'il devient élastique. C'est la variété appelée *soufre mou*. On peut le cristalliser soit par fusion en fines aiguilles qui observées au microscope montrent des cristaux prismatiques (voir leçon sur changement d'Etats) soit par voie humide après l'avoir dissocié dans un de ses composés qu'on appelle *sulfuré de carbone*; il donne alors des cris-

taux *octaédriques* et chose curieuse le soufre prismatique et le soufre octaédrique n'ont pas la même densité.

En vapeur le soufre a aussi des densités différentes. Vers 440 sa densité est 6.6, à 860 elle n'est plus que 2.2. Il semble donc bien qu'il y ait plusieurs variétés de soufre. Ce phénomène peut se comparer à l'ozone ou oxygène électrisé qui a densité trois fois plus grande que celle de l'oxygène proprement dit.

N'oublions pas de rappeler que le soufre est un très bon isolant électrique.

3. — Usages (Vulcanisation. Oïdium).

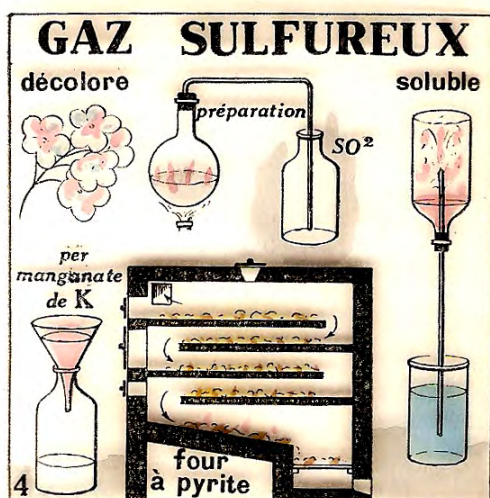


40 millions de tonnes par an. Où vont-elles ? Réfléchissez. La vigne en exige plusieurs millions pour le répandre sur les feuilles, les empêcher d'être mangées par un champignon qu'on appelle l'*oïdium* ; sans feuilles la plante ne peut respirer. D'autre part plusieurs millions de tonnes servent à vulcaniser le caoutchouc, à faire des pneus donc *pas de soufre, pas d'autos*.

La vulcanisation peut s'effectuer de plusieurs manières, nous n'entrerons pas dans les détails, disons seulement qu'on trempe les pièces à vulcaniser dans un bain de soufre à 135°, contenu dans une chaudière en fonte fermée hermétiquement (autoclave).

Le caoutchouc vulcanisé attaque le cuivre, c'est la raison pour laquelle les fils électriques sont galvanisés avant d'être isolés par du caoutchouc. Un autre usage abandonné aujourd'hui consistait à utiliser le soufre comme ciment entre le fer et la pierre.

4. — Gaz sulfureux D = 2. 2.



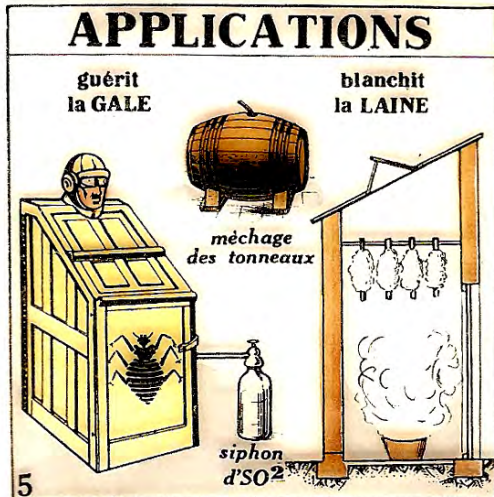
Tout le monde connaît l'odeur du gaz qui s'échappe des allumettes soufrées et ses propriétés lacrymatoires.

Ce gaz que l'on peut obtenir isolé (voir la préparation) en enlevant de l'oxygène à l'acide sulfurique au moyen de cuivre est un gaz acide (tourne-sol), il est extrêmement soluble et on répète au cours avec lui la belle expérience dite du jet d'eau.

On montre aussi qu'il décolore les violettes et qu'il change un liquide rouge, j'allais dire le vin, en eau. Le liquide qu'emploie le professeur est une dissolution de permanganate de potasse. Cette expérience a toujours un grand succès.

Pour préparer l'acide sulfurique on utilise le gaz sulfureux. C'est dire que l'industrie en prépare des tonnes et des tonnes. Et pour préparer le gaz sulfureux économiquement on se sert de minerai de soufre (soufre, fer et cuivre) soit *pyrite*. On grille les pyrites dans des fours à étages dits « Malétra ».

5. — Applications.



D'abord on le trouve maintenant liquéfié chez tous les pharmaciens, conservé dans des siphons. C'est un *microbicide* puissant on désinfecte souvent les pièces en y brûlant du soufre, mais c'est beaucoup plus simple d'y lancer de l'acide sulfureux d'un siphon. C'est l'acide sulfureux qui permet de guérir la gale, et si aujourd'hui il y a peu d'hommes civilisés qui attrapent la gale grâce à la propreté, les bêtes l'attrapent encore facilement, les chevaux, les chiens. On les enferme comme les hommes dans des boîtes où on lance de l'acide sulfureux.

L'expérience de la décoloration des violettes nous montre que l'acide sulfureux est un décolorant puissant, c'est à son action que l'on a recours pour décolorer la laine.

Signalons parmi ses multiples applications le méchage des tonneaux qui permet de les nettoyer complètement et de conserver plus longtemps le vin doux.

6. — Huile de vitriol.

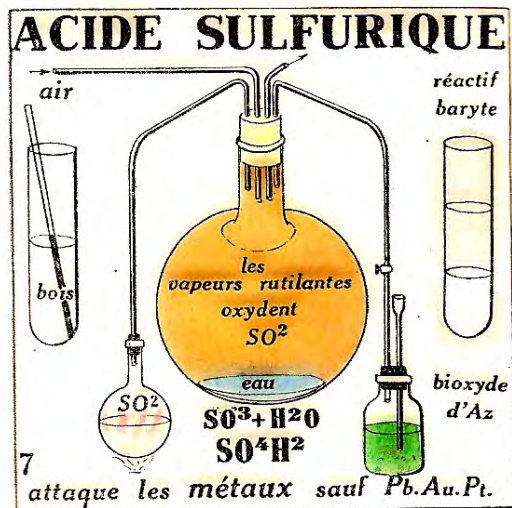


Il semble bien que la découverte de l'huile de vitriol ou acide sulfurique « pain de l'industrie moderne » soit due à l'alchimiste Zozime qui vivait au III^e siècle. Il décrit dans ses mémoires, les ustensiles dont il se servait pour préparer des liquides qui devaient l'aider à la fabrication de l'or et indique qu'en distillant un mélange de soufre et de sulfate de cuivre il obtient un acide blanc, mais cette préparation était trop longue, bien trop coûteuse pour que l'on put entrevoir des applications de cet acide qui resta une curiosité de laboratoire. Zozime était contemporain de Marie la Juive qui inventa le « Bain-marie ! »

Au XVIII^e siècle un chimiste italien Angelo Vicence montra qu'on pouvait l'obtenir en brûlant du soufre sous une cloche élevée au-dessus d'une soucoupe remplie d'eau chaude donnant de la vapeur en suffisance. Cette huile s'appela *esprit de soufre par la cloche*.

Au XVII^e siècle un chimiste de Londres perfectionna la méthode en employant d'énormes ballons en verre (3 hectolitres), contenant un peu d'eau et réchauffés sur un bain de sable. Du coup le prix de l'huile de vitriol baissa dans la proportion de 10 francs à 1 franc et en 1766 deux autres anglais ayant remplacé les ballons de verre par des chambres de plomb, le prix de l'huile de vitriol diminua encore dans la même proportion ce qui permit de lui faire occuper dans une foule d'industries le rôle qu'elle n'a cessé d'y jouer depuis.

7. — Théorie de la préparation.



En brûlant du soufre à l'air où pourtant il a à sa disposition autant d'oxygène qu'il peut en prendre, le soufre ne donne que du gaz sulfureux qui contient moins d'oxygène que l'acide sulfurique. Force est donc pour préparer l'acide sulfurique de « gaver » l'acide sulfureux d'oxygène absolument comme on gave un canard qui ne veut plus manger. La gavage utilisée est un gaz que l'on appelle peroxyde d'azote ou encore acide hypoazotique ou vulgairement vapeurs nitreuses. Ce gaz au contact de l'acide sulfureux l'oblige à lui prendre une partie de son oxygène et il redevient du bioxyde d'azote.

Mais chose curieuse le bioxyde d'azote en présence de l'air, redevient des vapeurs nitreuses, etc...

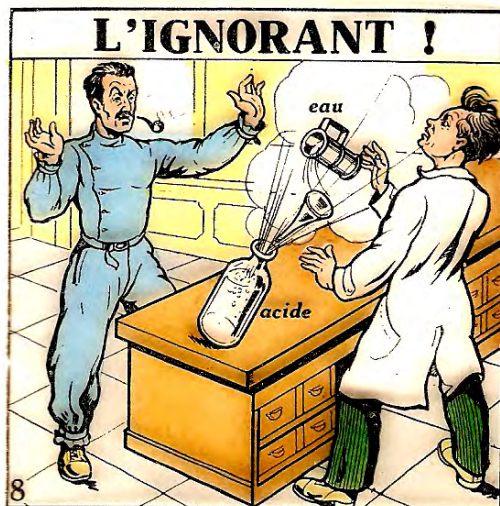
Et il est bien facile de fabriquer du bioxyde d'azote, dans les laboratoires on verse de l'acide azotique sur du cuivre qui forme de l'oxyde de cuivre et libère du bioxyde d'azote.

Donc en lançant dans un ballon rempli de vapeurs nitreuses rouges (avec un peu d'eau pour former de la vapeur) de l'acide sulfureux, le ballon redevient blanc, il s'est formé de l'acide sulfurique et du bioxyde d'azote. A ce moment on souffle de l'air, le ballon redevient rouge et on renvoie de l'acide sulfureux, etc...

Théoriquement le bioxyde d'azote primitif pourrait servir indéfiniment. On compense les pertes en envoyant de temps à autre du bioxyde d'azote préparé à côté du grand ballon comme l'indique la figure.

Au bout de quelques manœuvres l'eau du ballon a formé de l'acide sulfurique étendu.

8. — Un ignorant.



Les chambres de plomb qui remplacent dans l'industrie le ballon sont immenses (voir notre leçon sur le plomb), l'acide obtenu est très étendu, on le concentre d'abord dans des chaudières en tôle de fer, puis ensuite dans des coupelles en porcelaine ; on le concentrait jadis dans les alambics en platine, mais au prix du platine l'industrie s'est privée des services de ce métal.

Une propriété que tous les écoliers ne doivent pas ignorer c'est que pour étendre l'acide sulfurique pour le dédoubler comme on a l'habitude de dire, il ne faut jamais verser de l'eau dans l'acide, il y aurait explosion : il faut toujours verser l'acide et doucement dans l'eau, et voici pourquoi l'acide sulfurique concentré est très avide d'eau, alors les premières gouttes d'acide en voulant absorber l'eau se gonflent et provoquent l'explosion.

« Application de cette avidité pour l'eau, les premières machines à glace Carré ».

9. — Le pain de l'industrie.



Accumulateurs, teinturerie, fabrication de la soude, transformation des phosphates de chaux naturels en superphosphates, préparation de l'acide azotique, acétique, oxalique, carbonique, etc..., puis les vitriols,

bleu sulfate de cuivre

vert sulfate de fer

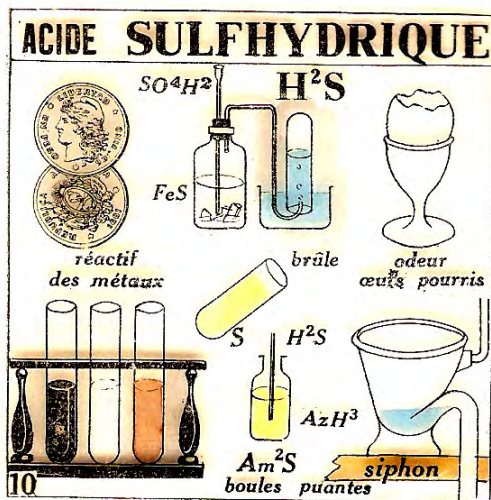
blanc sulfate de zinc

préparation de l'acide fumant, l'acide sulfurique dissolvant les couleurs, épuration des huiles, fabrication des sucres, du savon, du verre à vitres, de l'éther et du beau parchemin végétal, des certificats d'Etudes primaires, des baccalauréats et de toutes les peaux d'ânes en usage dans notre civilisation.

Comme vous le voyez c'est avec raison que l'on a surnommé l'acide sulfurique le pain de l'Industrie. On en fabrique plus de un million de tonnes par an.

On le transporte dans des bateaux-citernes, dans des wagons-citernes lorsqu'il n'est pas trop concentré dans des touries lorsqu'il titre 66° Beaumé.

10. — L'acide sulfhydrique.



C'est un gaz faiblement acide, si faiblement que souvent les chimistes lui donnent le nom d'hydrogène sulfuré.

Tout le monde le connaît, tout le monde en a respiré peu ou prou, c'est le gaz qui se dégage des œufs pourris, on l'appelle l'air puant.

On l'obtient facilement en décomposant le sulfure de Fer (Fe S) par l'acide chlorhydrique Hcl. il se forme du Fe Cl² chlorure de fer et H² S ou acide sulfhydrique que l'on peut recueillir dans une éprouvette sur l'eau bien qu'il soit un peu soluble.

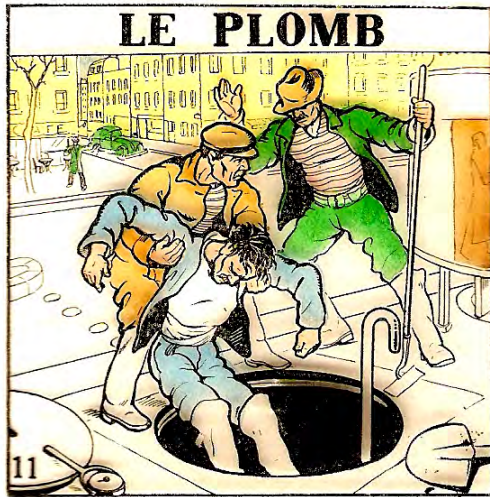
Il brûle en donnant de l'eau et un dépôt de soufre.

Il s'en dégage des W. C., des évier d'où la nécessité de se protéger contre son odeur par des bouchons d'eau, des siphons. Mais s'il sent mauvais, c'est un gaz si nécessaire aux chimistes qu'ils ont toujours dans leurs laboratoires un appareil prêt à leur en donner, car c'est le plus grand réactif de la chimie.

Quelques bulles de ce gaz dans une dissolution d'un sel métallique donnent un précipité noir cuivre argent, le plus souvent, ou brun (fer) ou blanc (étain) ou orange. De suite le chimiste a orienté sa recherche.

Souvent même il appelle à son aide un composé d'acide sulfhydrique et d'ammoniaque, le sulfhydrate d'ammoniaque que les écoliers connaissent bien, c'est le liquide des boules puantes.

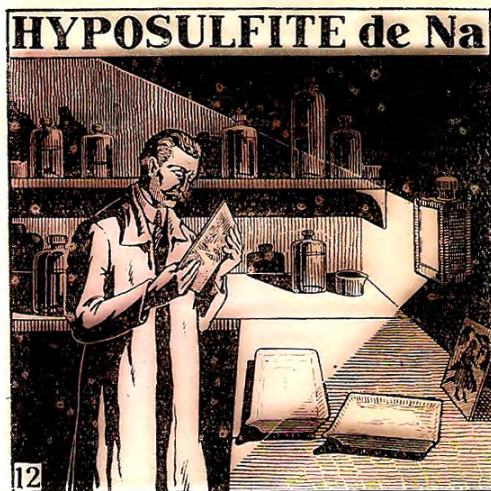
11. — Le Plomb.



L'hydrogène sulfuré est un poison violent, il asphyxie lorsqu'il y en a seulement quelques centièmes en volume dans l'air.

Les ouvriers qui descendent dans les fosses d'aisance, dans les égouts insuffisamment aérés, sont pris de vertiges, et tombent comme foudroyés. Il faut immédiatement, les ramener au grand air, et leur faire respirer de l'eau de Javel, c'est-à-dire du chlore.

12. — L'hyposulfite de sodium.



Enfin terminons cette petite leçon par quelques mots sur l'hyposulfite de sodium.

C'est un corps très employé en photographie, il a en effet la propriété de dissoudre le chlorure d'argent, le bromure d'argent, l'iodure d'argent qui, sensibles à la lumière, entrent dans la composition des plaques photographiques.

Heureusement que la préparation de ce beau sel incolore de saveur amère peu altérable, très soluble dans l'eau est très économique, le bon marché de ce *fixateur* des clichés est une des causes de la vogue de la photographie.

ÉCLAIREZ BIEN VOS

LANTERNES

Avec la Nouvelle Lampe à Incandescence

par l'alcool

“**LA COMPACTE**” de Mazo, Prix **32** fr.

ou bien avec

la Nouvelle Lampe Electrique

“**L'IDÉALE**” de MAZO, prix **55** fr., formant un tout bien complet avec le rhéostat, le fil et la pièce de prise s'introduisant dans la douille d'une lampe à incandescence.

Allant sur tous les courants et sur les fils conducteurs des lampes à incandescence

Imp. Jausons, La Haye-du-Puits (Manche)