SULFATE DE CHAUX. SO^3,CaO.

Le sulfate de chaux est connu à l'état anhydre et à l'état hydraté.

Le sulfate de chaux anhydre porte le nom de *karsténite* ou *anhydrite*. Il existe surtout dans les terrains intermédiaires : il est rarement cristallisé avec régularité ; cependant en clivant ses cristaux, on arrive au prisme rectangulaire droit. Ce corps est plus brillant que le marbre, plus dur que le sulfate de chaux hydraté. Sa densité est 2,964. Il est presque sans usage ; toutefois on cite une variété silicifère bleue, qui est employée en Italie pour faire des chambranles de cheminée.

SULFATE DE CHAUX HYDRATÉ. — PLATRE. $SO^3,CaO,2HO$.

Le gypse ou pierre à plâtre se présente, soit en couches contemporaines puissantes, dans les terrains tertiaires (bassin de Paris), ou dans la formation des marnes irisées (Meuse, Aveyron), soit en amas postérieurs dans les différents terrains secondaires (Alpes, Pyrénées) ; ces amas, constamment en relation avec des roches ignées, sont aussi fréquemment associés avec des dolomies, du sel gemme, du bitume et du soufre.

Certaines eaux naturelles contiennent du sulfate de chaux, on les nomme *eaux séléniteuses* ; telles sont les eaux des puits de Paris.

Le sulfate de chaux hydraté cristallise en grandes tables transparentes, qui se clivent facilement, et présentent la forme de prismes droits à base rhomboïdale, dont les angles sont de 113° et de 67° ; ces cristaux sont ordinairement groupés en fer de lance.

Lorsque les cristaux de sulfate de chaux sont opaques, on lui donne le nom d'*albâtre gypseux*. Il ne faut pas confondre ce sulfate de chaux avec l'albâtre calcaire, qui est du carbonate de chaux.

Le sulfate de chaux est insipide ou d'une saveur légèrement amère : il est incolore, sa densité est égale à 2,31.

Ce sel est également soluble dans l'eau, à froid et à chaud, car à + 10° et à 100°, 1000 parties d'eau dissolvent 3 parties de plâtre. Il entre plus facilement en dissolution dans l'acide sulfurique concentré, et forme avec cet acide un bisulfate $2SO^3,CaO,HO$, qui est décomposable par l'eau. Il est complétement insoluble dans l'eau alcoolisée.

Le sulfate de chaux hydraté contient 20,9 pour 100 d'eau ou

2 équivalents ; il se déshydrate entièrement à une température inférieure à 200°, surtout dans un courant de gaz. Le sulfate anhydre est indécomposable par la chaleur.

Le sulfate de chaux hydraté présente la dureté de la pierre ; après sa déshydratation, il devient pulvérulent et farineux. Lorsqu'on met le sulfate de chaux ainsi déshydraté en contact avec l'eau, il s'hydrate de nouveau, se combine avec les 2 équivalents d'eau que la chaleur lui avait fait perdre, et reprend sa dureté première.

Cette propriété permet d'employer le sulfate de chaux dans les constructions : lorsqu'on *cuit* le plâtre, on le déshydrate ; quand on le *gâche*, on lui restitue précisément la quantité d'eau qui doit lui rendre sa dureté.

Lorsque le sulfate de chaux se dépose d'une dissolution à la température de 120°, comme cela arrive quelquefois dans des chaudières à vapeur alimentées par des eaux séléniteuses, ses cristaux ont pour formule : $(SO^3,CaO)^2,HO$.

La cuisson du plâtre s'opère dans des fours dont la voûte est faite avec la pierre à plâtre elle-même. La température du four ne doit pas être très-élevée, car une chaleur de 100 à 150° est suffisante pour déshydrater le sulfate de chaux ; après la cuisson,

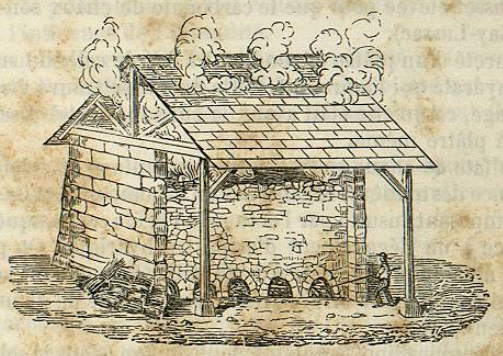

Fig. 104.

on réduit le plâtre en poudre au moyen de meules. Nous représentons dans la figure 104 le four qui est employé pour la cuisson du plâtre.

Une calcination opérée à une température trop élevée fait éprouver au plâtre une sorte de fritte, et l'empêche de s'hydrater facilement.

Le plâtre, une fois calciné, doit être conservé à l'abri de l'humidité de l'air ; sinon il s'hydrate peu à peu, s'*évente*, et perd alors une partie de ses qualités.

Un plâtre bien préparé doit dégager de la chaleur lorsqu'on le mélange avec l'eau. Souvent même on juge de la qualité d'un plâtre d'après l'élévation de température qu'il produit en s'hydratant. Le plâtre dégage quelquefois de l'hydrogène sulfuré quand on le gâche ; cela tient à la présence d'une certaine quantité de sulfure de calcium produit par l'action du charbon ou des gaz carburés sur le sulfate de chaux : ce sulfure dégage des traces d'acide sulfhydrique sous l'influence de l'eau et de l'acide carbonique.

Le plâtre, en se solidifiant, augmente de volume : cette propriété le rend éminemment propre au moulage, car, en se dilatant, il prend l'empreinte des traits les plus fins.

Le plâtre le plus estimé est celui que l'on trouve dans les environs de Paris; on a souvent attribué les bonnes qualités de ce plâtre à la présence d'une petite quantité de carbonate de chaux contenu dans la pierre à plâtre, qui produirait une certaine quantité de chaux. Cependant il est impossible que le carbonate de chaux contenu dans la pierre à plâtre se transforme en chaux pendant la cuisson; car le plâtre n'est jamais cuit à une température assez élevée pour que le carbonate de chaux soit décomposé (Gay-Lussac).

La dureté d'un plâtre dépend tout à fait de celle du sulfate de chaux hydraté qui l'a produit. Cette dureté se trouve être, après le gâchage, ce qu'elle était avant la cuisson, c'est-à-dire dans la pierre à plâtre même.

Le sulfate de chaux se transforme en sulfure de calcium sous l'influence des matières organiques en décomposition. Ce sulfure, se décomposant ensuite par l'action de l'acide carbonique, donne naissance à un dégagement d'acide sulfhydrique. On peut expliquer ainsi la présence de l'acide sulfhydrique dans certaines eaux qui contenaient originairement du sulfate de chaux (eaux d'Enghien).

Une décomposition semblable peut s'opérer dans le sol de certaines grandes villes, quand il s'y trouve, comme dans le sol de Paris, une grande quantité de sulfate de chaux. Ce sulfate de chaux, se transformant en sulfure, peut devenir, au bout d'un certain temps, une cause d'insalubrité. Aussi faut-il tâcher d'aérer le sol des grandes villes, afin de transformer en sulfates les sulfures qui s'y trouvent, et qui peuvent, à certaines époques, donner lieu à des dégagements d'acide sulfhydrique (M. Chevreul).

Usages.—Le plâtre est employé dans les constructions comme mortier pour lier les matériaux, pour faire des enduits, etc. Il présente l'avantage de se solidifier en quelques minutes.

On donne le nom de *stuc* à du plâtre qu'on a gâché avec une eau tenant de la gélatine, et quelquefois de la gomme en dissolution.

Le stuc se laisse polir facilement, et présente quelquefois l'apparence du marbre. On lui donne des teintes très-variées ; souvent même on introduit dans le stuc, avant sa solidification, des fragments de marbre qui se polissent ensuite avec le stuc lui-même.

Le stuc ne résiste pas à l'humidité, mais peut être employé dans l'intérieur des édifices.

Le *stuc à la chaux* est un mélange de chaux et de marbre pulvérisé : ainsi, au point de vue chimique, il ne présente pas d'analogie avec le stuc à base de plâtre.

Le *plâtre aluné* se prépare en faisant cuire la pierre à plâtre, la plongeant dans une dissolution d'alun et la calcinant de nouveau. Ce corps présente, comme le plâtre, la propriété de se solidifier assez rapidement lorsqu'on le gâche avec l'eau ; mais, en se solidifiant, il prend plus de dureté que le plâtre, et produit une masse qui possède à la fois la dureté et la demi-transparence du marbre; le plâtre aluné paraît résister mieux que le plâtre ordinaire à l'influence de l'humidité.

On peut donner au plâtre une grande dureté en le soumettant à l'action d'une dissolution de silicate de potasse qui produit à la surface du plâtre une couche de silicate de chaux (M. Kuhlmann).

Le plâtre est quelquefois employé dans l'agriculture; il facilite le développement de certaines plantes, et particulièrement des légumineuses.

CARBONATE DE CHAUX. CO^2,CaO.

Le carbonate de chaux est un des sels les plus importants par ses nombreuses applications et son abondance dans la nature.

Il se présente sous différents états et porte les noms de *spath d'Islande*, *arragonite*, *calcaire grossier*, *pierre à chaux*, *pierre à bâtir*, *moellons*, *marbre*, *craie*, *albâtre*, *pierre lithographique*, etc.

Les calcaires constituent un grand nombre de variétés, fibreuses, saccharoïdes, compactes, oolithiques ou terreuses.

Les variétés fibreuses, formées par la voie humide, sont stalac-

tiformes et constituent l'albâtre calcaire ou albâtre antique: l'albâtre gypseux est du sulfate de chaux anhydre.

Les calcaires saccharoïdes qui fournissent les marbres statuaires (Carrare, Saint-Béat, Paros) sont constamment le résultat du métamorphisme de calcaires compactes des terrains jurassiques ou crétacés, par l'action des roches ignées.

Les calcaires compactes des terrains jurassiques et de transition qui sont homogènes ou pénétrés de coquilles spathiques, et souvent colorés par de l'oxyde de fer ou du bitume, fournissent les pierres lithographiques, les marbres d'ornement, etc.

Lorsque les calcaires sont argileux, ils constituent les pierres à chaux hydrauliques et à ciment romain.

Les calcaires oolithiques sont très-abondants dans les formations jurassiques.

Les calcaires terreux appartiennent principalement aux terrains crétacés et tertiaires, et comprennent le calcaire grossier (bassin de Paris) qui fournit d'excellents matériaux de constructions, la craie (Meudon), et les marnes si fréquemment employées pour l'amendement des terres.

Le carbonate de chaux affecte des formes très-variables qui peuvent être toutes ramenées à deux principales, qui sont la forme du spath calcaire (rhomboèdre oblique) et celle de l'arragonite (prisme droit à base carrée). Ces deux formes sont incompatibles. Ainsi le carbonate de chaux est un corps *dimorphe*.

Propriétés. — Le carbonate de chaux pur est blanc, mais il suffit de quelques traces de matières étrangères pour le colorer : la coloration des marbres est généralement attribuée à des oxydes métalliques ou à des matières organiques.

La dureté du carbonate de chaux varie beaucoup avec les différentes variétés de ce sel. Ainsi tout le monde sait que le marbre est plus dur que la pierre à chaux, et que la dureté de la pierre à chaux est plus grande que celle de la craie. Cette propriété dépend probablement du mode de formation géologique du carbonate de chaux.

Le carbonate de chaux se décompose, au rouge vif, en acide carbonique et en chaux. C'est sur cette propriété qu'est fondée la fabrication de la chaux. Toutefois cette décomposition cesse d'avoir lieu, lorsque le carbonate de chaux est calciné dans un vase hermétiquement fermé.

Si l'on calcine de la craie dans un canon de fusil scellé à ses deux extrémités, le carbonate de chaux au lieu de se décompo-

ser, entre en fusion, et présente, après un refroidissement lent, toutes les propriétés du marbre (Hall).

On a cherché, il y a quelques années, à produire artificiellement du marbre, par la fusion du carbonate de chaux amorphe. On a établi à Paris une usine où l'on a fabriqué des marbres incolores ou diversement colorés, en fondant de la craie pure ou mêlée à des oxydes métalliques. Cette entreprise n'a pas eu de suite ; mais le problème de la fabrication du marbre n'en est pas moins résolu.

L'expérience de Hall a permis du reste d'expliquer la présence du carbonate de chaux cristallisé dans les terrains d'origine ignée.

Le carbonate de chaux est insoluble dans l'eau : aussi peut-on facilement le produire par double décomposition, en traitant un carbonate soluble par un sel de chaux. Lorsque cette double décomposition se fait à la température ordinaire, on obtient un précipité cristallin qui, examiné au microscope, présente de petits cristaux ayant la forme du spath d'Islande. Si la décomposition est faite à chaud, les cristaux qui se produisent appartiennent au système cristallin de l'arragonite.

L'acide carbonique peut facilement dissoudre le carbonate de chaux, en produisant un bicarbonate de chaux soluble dans l'eau.

Cette propriété rend compte de plusieurs phénomènes naturels : toutes les fois qu'une eau tenant de l'acide carbonique en dissolution passe sur des dépôts calcaires, elle dissout du carbonate de chaux en le transformant en bicarbonate de chaux $2CO^2,CaO$. Comme le bicarbonate de chaux est peu stable, et qu'il perd facilement la moitié de son acide carbonique, ce sel peut, dans un grand nombre de circonstances, former des dépôts de carbonate de chaux insoluble.

Le carbonate de chaux neutre provenant de la décomposition du bicarbonate de chaux produit :

1° Les dépôts calcaires qui obstruent souvent les tuyaux de conduite des eaux, principalement à l'endroit des soudures.

2° Les incrustations calcaires qui se déposent sur les parois des chaudières des machines à vapeur.

3° Les dépôts cristallins que l'on nomme *stalactites* et *stalagmites* : lorsqu'une eau tenant en dissolution de l'acide carbonique passe sur des roches calcaires, elle dissout, comme nous l'avons dit, du carbonate de chaux. En filtrant à travers les fentes des rochers qui forment certaines grottes naturelles, elle se divise en gouttes qui s'évaporent, et laissent déposer du carbonate neutre de chaux. Quand ces concrétions se forment à la voûte

des grottes, on leur donne le nom de *stalactites*; si elles se produisent sur le sol où l'eau tombe, on les nomme *stalagmites*. Lorsque les stalagmites sont zonées de jaune et de rouge, elles forment l'*albâtre oriental*, qui peut souvent prendre un beau poli.

4° Les incrustations calcaires sont aussi produites par le carbonate de chaux; lorsqu'on expose divers objets, tels que des fruits, des nids d'oiseaux, des moules de diverses natures, etc., à l'action de certaines eaux minérales qui tiennent du bicarbonate de chaux en dissolution, ces objets se recouvrent d'incrustations calcaires que l'on nomme souvent *pétrifications*. Parmi les sources incrustantes les plus célèbres sont celles de Carlsbad, qui produisent un dépôt calcaire, zoné, d'une grande finesse, et qui sert à faire des objets d'ornement; on cite également les eaux de San-Filipo en Toscane, de Saint-Allyre en Auvergne.

5° Les tufs calcaires qui sont très-abondants dans certains pays, et que l'on emploie comme pierres à bâtir, ont aussi la même origine. Plusieurs villes d'Italie ont été construites avec des tufs calcaires, criblés de petites cavités et provenant évidemment de dépôts calcaires formés par la décomposition du bicarbonate de chaux.

Nous examinerons maintenant les principales variétés de carbonate de chaux.

Spath d'Islande.

Le spath d'Islande est caractérisé par un clivage triple qui conduit à un rhomboèdre oblique dont l'angle est de 105°5'.

Le spath d'Islande pur est blanc, transparent; il s'électrise par le frottement, et prend ainsi l'électricité résineuse; il présente le phénomène de la double réfraction; sa densité est 2,7.

Arragonite.

Ce corps, qui a exactement la même composition que le spath d'Islande, cristallise dans un système différent; les cristaux d'arragonite sont des prismes rectangulaires de 116° 10'. Haüy crut pendant longtemps qu'il existait une différence de composition chimique entre l'arragonite et le spath d'Islande. Vauquelin avait démontré, en effet, que l'arragonite contient presque toujours de petites quantités de carbonate de strontiane; mais Laugier prouva par des analyses rigoureuses que l'arragonite de Gex ne contient pas de strontiane. On peut citer cette observation importante comme une de celles qui démontrent que la loi de Haüy n'est pas absolument rigoureuse, et que le même corps peut quelquefois cristalliser dans des systèmes différents.

L'arragonite est souvent d'un blanc laiteux; elle présente des teintes jaunâtres ou bleues, qui sont dues à la présence d'oxydes métalliques. Sa densité est 2,94.

L'arragonite chauffée à une température peu élevée se délite, et se transforme en une multitude de petits cristaux qui présentent la forme du spath d'Islande.

Une partie des concrétions calcaires formées par les eaux de Carlsbad est à l'état d'arragonite; pour expliquer ce fait, on peut admettre que lorsque des eaux tenant en dissolution du bicarbonate de chaux sont maintenues à une température élevée, le carbonate de chaux qu'elles laissent déposer présente la forme de l'arragonite; mais lorsque ces eaux se refroidissent en arrivant à la surface de la terre, elles donnent naissance à des cristaux ayant la forme du spath d'Islande (M. G. Rose).

Marbres.

Les marbres appartiennent à deux variétés de calcaires : la variété saccharoïde et la variété compacte.

La chaux carbonatée saccharoïde est formée de petits cristaux blancs et brillants comme ceux du sucre. Elle est rarement colorée; elle présente quelquefois le passage à la texture lamelleuse, comme dans le marbre de Paros. Cette variété de calcaire fournit les marbres statuaires; celui de Carrare, dont le grain est très-fin, est le plus estimé. Elle donne aussi des marbres d'ornement, parmi lesquels nous citerons principalement le *bleu turquin*, qui est légèrement coloré par des traces de bitume; le *marbre jaune antique*, coloré en jaune par l'hydrate de peroxyde de fer; le *marbre cipolin*, marqué de larges bandes ondulées blanches et vertes, résultant de l'association du calcaire saccharoïde blanc et du schiste talqueux verdâtre.

Les calcaires compactes sont très-nombreux et forment en général des marbres d'ornement. On distingue dans cette variété :

1° Le *noir antique*, qui est un marbre uniformément noir; 2° le *petit granite*, qui est noirâtre, avec des teintes claires; 3° le *marbre Sainte-Anne*, qui présente des veines blanches sur un fond noir, ou d'un gris très-foncé; 4° le *petit antique*, offrant un mélange de taches blanches et noires, exploité principalement en Belgique; 5° le *marbre portor*, qui est noir, veiné de jaune, exploité dans les environs de Gênes; 6° le *marbre griotte*, dont le fond brun est parsemé de taches rouges; 7° le *marbre de Sarancolin*, exploité dans les Pyrénées; 8° le *marbre du Languedoc* ou marbre incarnat; 9° le *marbre de Florence* ou *ruiniforme*, qui est un calcaire compacte argileux, d'un gris jaunâtre, etc.

(*) CARBONATE DE CHAUX HYDRATÉ. $CO^2,CaO,5HO$.

On obtient le carbonate de chaux hydraté en abandonnant à l'air, à une température voisine de zéro, une dissolution de chaux et de sucre dans l'eau (sucrate de chaux). La chaux s'unit à l'acide carbonique de l'air, et forme du carbonate de chaux qui se dépose en cristaux rhomboédriques, incolores, d'une densité égale à 1,78, contenant 47 pour 100 d'eau ou 5 équivalents.

Une température de 30 à 40° décompose ce sel en eau et en carbonate de chaux ordinaire (Pelouze).

(*) CARBONATE DOUBLE DE CHAUX ET DE SOUDE. — GAY-LUSSITE.

$(CO^2,CaO),(CO^2,NaO),5HO$.

Ce sel a été trouvé à Mérida, en Amérique, par M. Boussingault. Il n'est pas décomposé par l'eau tant qu'on ne lui a pas enlevé par la chaleur son eau de cristallisation; mais lorsqu'il a été légèrement calciné, il se dédouble, par l'action de l'eau, en carbonate de soude qui se dissout, et en carbonate de chaux insoluble.

M. Berthier a obtenu artificiellement la gay-lussite anhydre en fondant ensemble les deux sels qui la composent.

(*) PHOSPHATES DE CHAUX.

L'acide phosphorique se combine en plusieurs proportions avec la chaux, et donne naissance aux sels suivants :

PHOSPHATE DE CHAUX BASIQUE. $PhO^5,3CaO$.

(PHOSPHATE DE CHAUX DES OS.)

Ce phosphate est blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans la plupart des acides, d'un aspect gélatineux ; on l'obtient en versant du chlorure de calcium dans le phosphate de soude qui a pour formule : $PhO^5,3NaO$; on prépare aussi ce sel en ajoutant de l'ammoniaque dans un phosphate alcalin, et en versant dans le mélange du chlorure de calcium.

La partie non organique des os contient plus de 80 pour 100 de ce phosphate de chaux ; on peut le retirer des os calcinés en les dissolvant dans l'acide chlorhydrique et précipitant la dissolution par un excès d'ammoniaque.

On trouve dans la nature une combinaison de ce sel avec le chlorure ou le fluorure de calcium ; on lui donne le nom d'*apatite*.

PHOSPHATE DE CHAUX NEUTRE. $(PhO^5,2CaO,HO),3HO$.

On obtient le phosphate de chaux neutre en versant goutte à goutte une dissolution de phosphate de soude ordinaire, $PhO^5,2NaO,HO$ dans une dissolution de chlorure de calcium.

Ce sel est blanc, cristallin, insoluble dans l'eau; il se dissout facilement dans les acides, même dans l'eau contenant de l'acide carbonique. Il existe en dissolution dans plusieurs eaux minérales.

PHOSPHATE ACIDE DE CHAUX. $PhO^5,CaO,2HO$.

Ce phosphate est très-soluble dans l'eau ; il cristallise en lames nacrées déliquescentes; on l'obtient ordinairement en traitant le phosphate de chaux des os par l'acide sulfurique ; il se produit du sulfate de chaux qui se précipite, et la liqueur, concentrée jusqu'à consistance sirupeuse, abandonne des cristaux de phosphate acide de chaux.

Ce sel donne du phosphore lorsqu'on le calcine avec du charbon. Le phosphate acide de chaux présente la propriété curieuse de devenir insoluble dans l'eau après avoir éprouvé la fusion ignée.

MAGNÉSIUM (Mg = 150,00).

M. Bussy a isolé le magnésium en suivant un procédé semblable à celui qu'avait employé M. Wœhler pour obtenir l'aluminium et le glucinium. Ce procédé consiste à chauffer dans un creuset de platine dont le couvercle est maintenu avec un fil de fer, un mélange de chlorure de magnésium anhydre et de potassium. La réaction est vive ; il se forme du chlorure de potassium, et le magnésium est mis en liberté. On reprend la masse par l'eau, qui dissout le chlorure de potassium et laisse le magnésium.

Plus récemment, M. Bunsen a préparé le magnésium en décomposant par un courant électrique le chlorure de magnésium fondu.