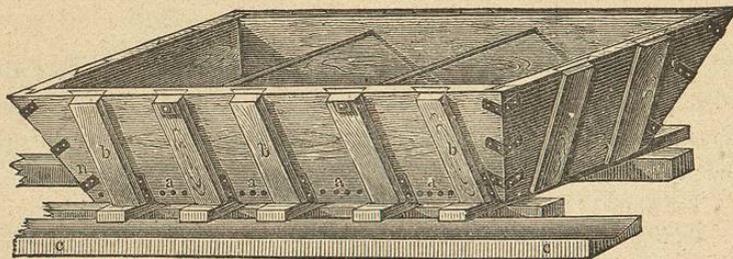


suivant leur degré de concentration, par les noms de *lessive faible*, *lessive forte*, *lessive à évaporer*.

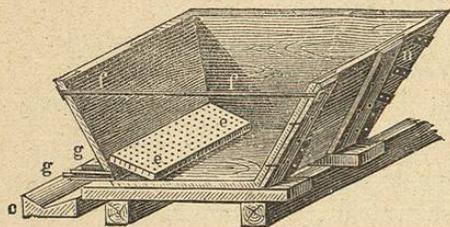
Les caisses à dissolutions (*fig. 1*) ont sur les cuves l'avantage

Fig. 1.



d'occuper beaucoup moins de place. Elles sont en bois de chêne et présentent la forme d'une trémie; leur longueur est de 5^m à la partie supérieure et leur largeur de 2^m,50, avec une hauteur de 1^m. L'une des faces longitudinales porte des trous *aa*, destinés à recevoir des robinets ou des tuyaux qui conduisent le liquide dans des rigoles *cc*. Pour retenir la terre, on dispose à l'intérieur de la caisse (*fig. 2*) une planche inclinée *ee* percée de trous, que l'on recouvre de paille ou de branchages.

Fig. 2.



Des tirants *ff* et des équerres *nn* sont destinés à relier solidement les côtés de chaque caisse, qu'on peut charger de 3^m,500 de matières environ, de telle sorte qu'il suffit de disposer de deux caisses, même

pour une fabrication importante. Des gouttières déversent l'eau en un grand nombre de points sur la terre à lessiver, jusqu'à ce qu'elle soit recouverte d'une hauteur de liquide de 0^m,10 environ; au bout de 24 heures, on fait écouler l'eau et on la remplace par de l'eau nouvelle: on continue ainsi jusqu'au moment où la dissolution obtenue marque moins de 1° à l'aréomètre spécial; on introduit alors une nouvelle charge. La première dissolution contient environ 10 p. 100 de salpêtre; les suivantes sont plus faibles et s'enrichissent en traversant la seconde caisse. Les terres épuisées retournent aux salpêtrières, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

b) Composition de la lessive.

La lessive qui doit être soumise à l'évaporation possède une réaction alcaline. Elle renferme des azotates de potasse, de soude, de chaux, de magnésie, d'ammoniaque et, en outre, des chlorures de potassium, de sodium, de calcium, de magnésium, du carbonate d'ammoniaque, enfin une matière organique d'un brun foncé, qui n'a pas été étudiée jusqu'à ce jour.

Dans le résidu obtenu en évaporant à sec une lessive de plâtras salpêtrés de Paris, Thénard a trouvé :

| | |
|--|-------|
| Azotate de potasse et chlorure de potassium. | 40 |
| Azotates de chaux et de magnésie. | 70 |
| Chlorure de sodium. | 45 |
| Chlorures de calcium et de magnésium. | 5 |
| | <hr/> |
| | 100 |

La présence du carbonate d'ammoniaque n'a rien d'étonnant, eu égard aux conditions dans lesquelles se produit la nitrification: elle explique pourquoi l'on ne trouve pas d'azotate d'alumine dans le mélange, bien que l'alumine soit la base qui domine dans les terres salpêtrées. Les sels ammoniacaux empêchent la précipitation de la magnésie; c'est seulement dans des liqueurs concentrées qu'il se forme de l'azotate d'ammoniaque, en même temps qu'il se précipite du carbonate de chaux. A une température même assez peu élevée, 20 à 25°, par exemple, la réaction est inverse, et une grande partie du carbonate de chaux se dissout avec formation de carbonate d'ammoniaque (Kuhlmann). C'est ce dernier sel qui donne à la lessive une réaction alcaline. D'après certaines observations, la lessive renfermerait, à l'état d'azotate, plus de potasse que n'en renfermait le terreau soumis à la nitrification. En admettant la réalité de ce fait, la potasse en excès proviendrait du feldspath et des autres silicates associés au calcaire, qu'on ajoute dans les tas des salpêtrières.

c) Traitement de la lessive.

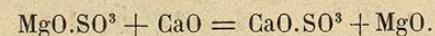
Pour transformer en azotate de potasse tous les azotates renfermés dans la lessive, on lui ajoute, soit de la potasse, soit du sulfate de potasse, soit du chlorure de potassium. Il est évident que la quantité à employer n'est pas arbitraire et, dès lors, c'est une pra-

tique vicieuse de mélanger, comme on le fait souvent, de la cendre de bois aux matériaux salpêtrés avant le lessivage; car, à moins d'essais assez compliqués, il est difficile de se rendre compte de ce que l'on fait. Il est bien préférable d'opérer les réactions au sein de la lessive, contenue, à cet effet, dans un bac muni d'un robinet de décantation, en employant une dissolution de potasse préparée à l'avance et renfermée dans un autre réservoir. On détermine, par un essai préalable en petit, le volume de solution alcaline que l'on doit ajouter à un volume connu de lessive, pour qu'une addition ne produise plus de précipité. L'introduction de la dissolution de potasse dans le bac de décantation détermine immédiatement la formation d'un abondant précipité de carbonate de chaux et de magnésie, et il reste dans la liqueur de l'azotate de potasse avec des chlorures de potassium et de sodium. Les chlorures de calcium et de magnésium sont décomposés en même temps que les azotates, et il en résulte une certaine perte, car la valeur du chlorure de potassium formé est fort inférieure à celle du carbonate de potasse. On supposait autrefois que la potasse n'agissait sur le chlorure de calcium qu'après avoir transformé les azotates terreux en carbonates, et l'on n'employait que la quantité de carbonate de potasse strictement nécessaire pour la décomposition des azotates; on pensait éviter ainsi la perte de réactif correspondant à la proportion de chlorure de calcium. Mais cette opinion était complètement erronée: les chlorures et les azotates se décomposent simultanément. En ajoutant à une dissolution d'azotate de chaux et de chlorure de calcium la quantité de carbonate de potasse rigoureusement nécessaire pour la décomposition de l'azotate de chaux, Longchamp a obtenu un mélange d'azotate de potasse et de chlorure de potassium, où ce dernier sel entrait pour plus de $\frac{1}{3}$. Pour le même motif, il paraît irrationnel de suivre, dans la pratique, le mode d'opérer qu'on avait imaginé pour soustraire le carbonate de potasse à l'influence fâcheuse des chlorures terreux. On fractionnait l'opération en deux parties, en commençant par ajouter une quantité de potasse insuffisante pour la transformation des azotates terreux. On tirait la liqueur au clair et, après cristallisation du salpêtre, on traitait l'eau-mère par une quantité de potasse strictement suffisante pour la transformation du reste des azotates. En définitive, ce qui paraît le plus rationnel, c'est d'employer une quantité de potasse suffisante pour obtenir la précipitation complète

de la chaux et de la magnésie; un excès de réactif est même utile, si les lessives renferment de l'azotate d'ammoniaque. Il est évident d'ailleurs que, pour la solution de cette question, il importe de tenir compte du prix des différents sels.

Quelquefois, avant d'ajouter la potasse, on concentre la dissolution jusqu'à ce qu'elle contienne de 15 à 20 p. 100 de sels; mais le précipité entraîne, dans ce cas, une trop grande quantité de salpêtre, qu'on ne peut retirer que par des lavages répétés.

Lorsqu'on emploie le sulfate de potasse au lieu du carbonate, il est essentiel de concentrer la dissolution jusqu'à un certain degré. Il se forme, dans ce cas, du sulfate de chaux qui se précipite presque complètement, et du sulfate de magnésie facilement soluble qui reste dans le liquide; par une addition de lait de chaux, on précipite du sulfate de chaux et de la magnésie, d'après la formule



La lessive, tirée au clair, renferme alors du salpêtre, des chlorures de potassium et de sodium, un peu de sulfate de chaux et une très-faible quantité de matières organiques colorantes, la majeure partie de ces matières ayant été entraînée par le précipité obtenu avec la chaux.

On peut encore employer le chlorure de potassium, qui constitue un produit accessoire, assez important d'ailleurs, de la fabrication même du salpêtre. D'après Longchamp, il faut d'abord transformer les azotates terreux en azotate de soude par l'emploi du sulfate de soude; il se dépose du sulfate de chaux; on précipite la magnésie par un lait de chaux, et l'addition du chlorure de potassium fournit de l'azotate de potasse et du chlorure de sodium.

Quel que soit le réactif employé, la lessive doit être abandonnée au repos pendant un temps suffisant pour que le précipité puisse se rassembler convenablement au fond; la liqueur est ensuite tirée au clair, pour être soumise à l'évaporation.

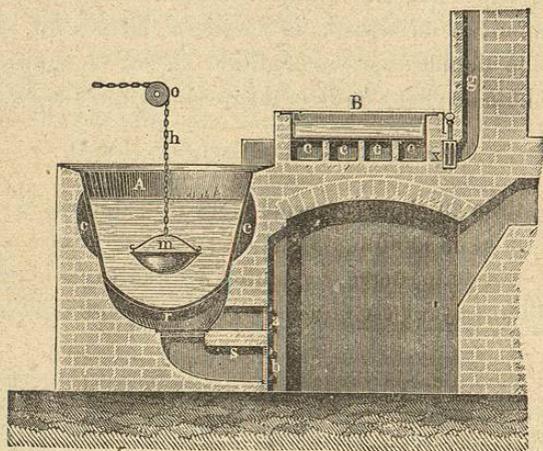
d) Évaporation de la liqueur.

Le principe de l'opération est le suivant: la solubilité du salpêtre croît beaucoup plus rapidement avec la température que celle des chlorures; donc, à mesure que la liqueur se concentrera par l'évaporation, ces derniers sels se précipiteront tout d'abord en grande

partie, et, si l'on décante la liqueur claire dans des cristallisoirs, on obtiendra par refroidissement des cristaux de salpêtre brut.

La lessive renferme des chlorures, des sels ammoniacaux, des bicarbonates de chaux et de magnésie et des matières colorantes. Pendant l'évaporation, on ajoute du liquide nouveau dans la chaudière, jusqu'à ce qu'on arrive à l'avoir complètement rempli d'une dissolution à un état convenable de concentration. Pour éviter de refroidir la masse, on chauffe préalablement le liquide dans un vase spécial B (fig. 3) : *a* est la porte du foyer, *r* la grille, *s* le

Fig. 3.



cendrier. La flamme passe d'abord sous le fond de la chaudière en cuivre A, puis dans deux carneaux latéraux CC, gagne ensuite le fond de la chaudière B, et y fait plusieurs circuits avant de se rendre dans la cheminée *g*, dont le tirage peut être réglé par un registre *x*.

Dès le début de l'ébullition et pendant toute sa durée, le liquide se recouvre à la surface d'une écume noire et boueuse, qu'on enlève de temps à autre et qu'on laisse égoutter dans des caisses, afin d'éviter la perte de la partie de lessive entraînée. Cette écume provient de la coagulation des matières organiques par la chaleur; elle est moins abondante lorsque la terre a séjourné longtemps à l'air et n'a pas été arrosée de purin vers la fin de la nitrification. Les bicarbonates se précipitent à l'état de carbonates au commencement de l'ébullition, puis le sulfate de chaux se dépose sous forme de

poudre cristalline. Ces divers précipités ont une tendance à s'attacher au fond de la chaudière. Pour éviter cet inconvénient, on peut se borner à chauffer simplement les parois latérales de la chaudière, sans laisser circuler la flamme sous le fond. Lorsque les terres commencent à se précipiter, on descend au sein du liquide, par l'intermédiaire de la chaîne *h*, mobile sur la poulie *o*, un petit chaudron ou mieux un vase presque plat *m*. Les courants liquides descendants, qui se forment au milieu de la chaudière, ont pour résultat de ramener dans cette capsule les corps solides en suspension, qui s'y accumulent sans pouvoir en sortir; de temps à autre, on soulève la capsule pour la vider. La boue est mise à égoutter dans des caisses situées au-dessus de la chaudière.

Lorsque la concentration est arrivée à un certain point, les chlorures de sodium et de potassium, ou un seul de ces sels, suivant le mode de traitement employé, viennent cristalliser à la surface du liquide en petits cubes, qui ne tardent pas à tomber au fond. Au moment de l'opération, il est avantageux de modérer le feu, afin d'obtenir des cristaux plus gros, plus faciles à séparer et retenant moins de liquide. On les recueille dans le vase *m*, ou bien on les enlève de temps en temps à la pelle. Lorsque la lessive est suffisamment concentrée (ce qui se reconnaît à ce qu'une goutte jetée sur une surface froide se fige immédiatement), une partie des chlorures a cristallisé, mais il en reste encore une assez grande quantité dans la liqueur; celle-ci marque de 48° à 50° à l'aréomètre spécial, et doit rester 15 à 18 heures en repos pour arriver à s'éclaircir complètement; on la verse ensuite dans des cristallisoirs en cuivre. Lorsque la température est descendue à 50° environ, il se dépose de petits cristaux jaunes qui constituent le salpêtre brut, et qui renferment non-seulement des chlorures de sodium et de potassium, mais encore des matières organiques.

Les eaux-mères, qui finissent par rester en quantité considérable, sont assez difficiles à utiliser, en raison des complications qu'entraîne leur traitement. Le plus souvent on se borne à les verser sur les tas des nitières. D'après Longchamp, on peut les traiter avec avantage par le sulfate de potasse : une grande partie de la chaux se précipite à l'état de sulfate de chaux, une autre partie reste en dissolution avec les chlorures et le salpêtre, qui, dans ces conditions, se sépare facilement par cristallisation. Les chlorures de potassium et de sodium, qui cristallisent pendant l'évaporation, entraî-

ment une assez grande quantité de salpêtre, qu'on retire en lavant ces cristaux dans un panier avec un peu d'eau bouillante.

Depuis l'introduction en Europe du salpêtre du Chili, on l'emploie assez souvent pour transformer le chlorure de potassium des eaux-mères fournies par les opérations que nous venons de décrire: on obtient ainsi de l'azotate de potasse et du chlorure de sodium.

§ III.

FABRICATION DU SALPÊTRE BRUT.

On fabrique le salpêtre dans l'industrie en faisant réagir un sel de potasse ou de la potasse sur un nitrate.

Le seul nitrate employé est le salpêtre du Chili ou nitrate de soude.

Les principales sources de potasse sont le chlorure de potassium, la potasse du commerce, le carbonate de potasse pur et la potasse caustique.

Nous passerons d'abord en revue ces différents corps, puis nous indiquerons les procédés de fabrication correspondant à chacun d'eux.

I. SOURCE D'ACIDE NITRIQUE : NITRATE DE SOUDE.

A. Extraction du salpêtre du Chili (*).

a) Propriétés du nitrate de soude.

Le nitrate de soude, exposé à l'air, attire l'humidité; il est jusqu'à un certain point déliquescent. Cette propriété, qui est généralement regardée comme inhérente à l'azotate de soude lui-même, devrait, d'après Gentele, être attribuée exclusivement à la présence des azotates de chaux et de magnésie, ainsi qu'à celle des chlorures de calcium et de magnésium.

L'azotate de soude est beaucoup moins soluble dans l'eau salée

(*) Knapp, *loc. cit.*, p. 104 sqq.

que dans l'eau pure. D'après Anthon, 100 parties d'eau pure, à 20°, dissolvent 88 parties d'azotate, tandis que la même quantité d'eau, avec 25 parties de chlorure de sodium, n'en dissout plus que 52,8.

La dissolution saturée d'azotate de soude entre en ébullition à 122°; le point de fusion de ce sel est à 313°, d'après Schaffgotsch, et à 310°,5, suivant Person.

D'après diverses observations, dont les résultats sont d'ailleurs assez peu concordants, la solubilité de l'azotate de soude varie avec la température dans d'assez fortes proportions. Ces variations sont indiquées dans le tableau ci-après :

| POIDS D'EAU nécessaire pour dissoudre 1 partie d'azotate de soude. | TEMPÉRATURE. | OBSERVATEURS. | POIDS D'EAU nécessaire pour dissoudre 1 partie d'azotate de soude. | TEMPÉRATURE. | OBSERVATEURS. |
|--|--------------|---------------|--|--------------|---------------|
| 1,58 | —6° | Marx. | 0,77 | 47° | Osann. |
| 1,25 | 0 | » | 0,833 | 50 | Maumené. |
| 1,41 | 0 | Maumené. | 0,763 | 60 | Id. |
| 1,273 | 10 | » | 0,703 | 70 | Id. |
| 1,14 | 18 1/2 | Kopp. | 0,650 | 80 | Id. |
| 1,136 | 18 3/4 | Karsten. | 0,604 | 90 | Id. |
| 1,137 | 20 | Maumené. | » | 100 | » |
| 1,12 | 28 | Osann. | » | 110 | » |
| 1,018 | 30 | Maumené. | 0,460 | 119 | Marx. |
| 0,917 | 40 | » | 0,468 | 119,4 | Maumené. |

b) Gisements du salpêtre du Chili.

Au Sud du Pérou s'étend un vaste plateau désert, limité à l'Est par les Andes, à l'Ouest par une chaîne de montagnes voisine du littoral, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépasse pas 1700^m et qui se compose principalement de granit, de porphyre et de trachyte. Sur le versant oriental de cette chaîne, c'est-à-dire du côté du continent, on trouve d'immenses gisements de salpêtre (*salitrales*), qui se prolongent jusque dans la région des hauts plateaux (désert d'Atacama). Ils occupent les vallées et les diverses dépressions du sol, sur une hauteur moyenne de 1000^m, entre la Quebrada de Pisaqua et le fleuve Loa au Sud. Malgré les irrégularités et