

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 58 (1933-1935)  
**Heft:** 237

**Artikel:** La fabrication de l'acide phosphorique et des superphosphates à l'Usine de la Fonte Electrique S.A., à Bex  
**Autor:** Friderich, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-272202>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **La fabrication de l'acide phosphorique et des superphosphates à l'Usine de la Fonte Electrique S.A., à Bex**

PAR

**L. FRIDERICH**

*(Assemblée générale du 15 juin 1935.)*

---

L'industrie électro-chimique suisse souffre d'un marché intérieur très restreint; elle vit surtout d'exportation. Le cours élevé du franc suisse, les frais considérables de transport sur nos chemins de fer, les restrictions, enfin, apportées à l'importation par presque tous les Etats, ont donc porté des coups sensibles à cette industrie.

Les dirigeants de la Fonte Electrique ont cherché un produit qu'on puisse fabriquer au four électrique et qui fût consommé en grandes quantités en Suisse. Le nombre en est restreint. Ils se sont arrêtés à l'acide phosphorique et au superphosphate.

C'est l'alchimiste Brandt, de Hambourg, qui découvrit le phosphore en 1669 en calcinant de l'extrait d'urine. Il céda son procédé à Kunkel qui le vendit 200 dollars à Kraft de Dresde. Le coût des procédés chimiques a monté depuis cette heureuse époque.

L'extraction du phosphore des os date de 1769. Au 19<sup>me</sup> siècle, se crée l'industrie considérable des superphosphates qui consiste à solubiliser en phosphate monocalcique les phosphates naturels tricalciques par traitement à l'acide sulfurique. On a enfin fabriqué le phosphore au four électrique. On peut traiter le phosphate naturel par le charbon seul, de façon à obtenir simultanément du phosphore et du carbure de calcium. Sauf dans des cas très spéciaux, ce procédé ne paraît guère applicable, en particulier parce qu'il conduit à un carbure renfermant encore beaucoup trop de phosphore.

On peut aussi, et c'est la méthode dont je vais parler, réduire un mélange de phosphate naturel et de silice, ou d'autres roches acides comme l'alumine, par le charbon. La tonalité thermique de la réaction varie avec la proportion

de roche acide employée, mais en pratique on s'attache moins à cette tonalité qu'au point de fusion du laitier obtenu.

Voici maintenant quelques détails sur le procédé employé à la Fonte Electrique :

On fond dans un four électrique un mélange de phosphate naturel, de quartz et de poussier de charbon. Le silice déplace l'acide phosphorique qui est réduit en phosphore par le charbon. La charge est calculée de façon à obtenir un laitier répondant à la composition suivante:  $\text{SiO}_2$ , 35-38 %; —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2-3 %; —  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2-10 %; —  $\text{CaO}$ , 48-56 %; —  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0,5-1,5 %.

Ce procédé électrochimique permet un épuisement presque complet en anhydride phosphorique et une consommation d'énergie aussi restreinte que possible. On obtient un laitier sesquisilicaté dont le point de fusion est minimum.

Le phosphore brûle en anhydride phosphorique à la surface du four; il est entraîné avec un léger excès d'air et avec les gaz provenant de la réduction, d'abord à travers une chambre à poussière, puis dans une chambre spéciale où il est mis en contact, grâce à un atomiseur, avec une solution pulvérisée d'acide phosphorique, ensuite dans une tour où ruisselle également une solution d'acide phosphorique, enfin dans deux condenseurs électriques, genre Cottrell, où, sous l'influence d'un champ statique de 70 000 volts continus, la rosée d'acide phosphorique qui sort de la tour se précipite sur les parois.

L'atomiseur a pour but d'hydrater l'anhydride phosphorique venant du four. Il comprend en principe une grande chambre très étroite dans laquelle règne constamment un brouillard épais d'acide phosphorique concentré produit par un vaporisateur centrifuge. Cet appareil est formé d'un disque tournant à 3000 tours/min., portant au centre une ouverture pour l'alimentation en acide phosphorique et des aubages sur la périphérie, de façon à pulvériser le jet d'acide phosphorique grâce à sa rotation rapide. Un ventilateur placé sur ce disque brasse les gaz et leur assure un contact intime avec l'acide pulvérisé.

L'acide recueilli s'écoule par le bas de la chambre dans un bac où il est de nouveau refoulé dans le vaporisateur par une pompe en grès.

La chambre et le bac d'alimentation sont garnis intérieurement d'un revêtement réfractaire aux acides.

Le vaporisateur centrifuge est la pièce qui a causé le plus de difficulté de toute l'installation. Primitivement en bronze phosphoreux, puis en acier inoxydable coulé, il com-

prenait un réservoir traversé par l'axe supportant la turbine et le ventilateur. L'acide entraît latéralement dans le réservoir et sortait le long de l'axe pour être repris par la turbine. Un système de chicanes (labyrinthe) empêche le retour en arrière de l'acide.

Ce système donne de bons résultats tant que l'acier tient bon, mais dès que la corrosion commence, les fuites d'acide rendent la marche impossible.

Ce vaporisateur est actuellement en grès avec alimentation indépendante de la turbine.

La tour, destinée à parfaire l'hydratation, mesure 7 m. de haut et 2 m. 50 de diamètre. Elle est garnie intérieurement de briques réfractaires. Elle ne comporte pas de chicanes. L'acide recueilli au bas de cette tour est aspiré par une pompe en grès pour être distribué à sept pommes d'arrosoir qui assurent le ruissellement à l'intérieur de cet appareil.

Les Cottrell sont constitués par deux chambres de 4 m. de long sur 1 m. de large. Ils comprennent plusieurs rangées de grands panneaux en bois, reliés à la terre, disposés longitudinalement et entre lesquels sont disposées les électrodes en fil d'argent.

Le courant alimentant ces Cottrell est fourni par un redresseur synchrone, alimenté par un transformateur 220/70 000 volts. Le courant obtenu est un courant ondulatoire redressé, de même nombre de périodes que le courant d'alimentation.

Un jeu de tuyauteries et de vannes en grès permet de ramener dans la tour et dans l'atomiseur l'acide recueilli. Des collecteurs placés sous chaque appareil permettent de rassembler les fuites et de les envoyer dans un puisard central.

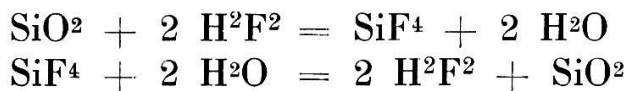
Le laitier fondu provenant de l'opération au four est granulé par simple vidange dans un bac où de l'eau se renouvelle constamment. Il constitue une matière première appréciable pour la fabrication de ciment de laitier par simple addition de chaux et broyage subséquent.

La fabrication de l'acide phosphorique nécessite certaines précautions :

1. Il faut dégager du four le minimum de poussières qui saliraient ou neutraliseraient partiellement l'acide produit. On évite donc l'emploi de matériaux pulvérulents ou de matériaux qui s'effritent dans le four.

2. Il faut éliminer de la charge le minimum possible d'acide fluorhydrique contenu dans le phosphate naturel. Ce résultat est obtenu en limitant la proportion de silice, un laitier trop acide ne renfermant plus de fluorures.

Il faut éviter la production d'acide fluorhydrique, car il n'existe pas de revêtement industriel qui lui résiste. Avec les revêtements contenant de la silice, il se régénère continuellement par hydratation du  $\text{SiF}_4$  formé.



L'acide déplace continuellement la silice sans se saturer.

3. Il faut obtenir un acide très concentré.

Pour ce faire, l'acide des Cotterell est renvoyé d'abord dans la tour, ensuite dans la chambre de l'atomiseur où il est concentré par les gaz chauds venant du four. On a constaté, en outre, que l'anhydride phosphorique produit dans le four, probablement en raison de la haute température à laquelle il se forme, est, au contraire de l'anhydride normal, une variété allotropique vitreuse peu soluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide phosphorique concentré. Cette propriété particulière a beaucoup compliqué les premiers essais.

La récupération de l'acide volatilisé dans le four dépasse 99%.

L'acide phosphorique concentré obtenu est, pour la majeure partie, transformé en superphosphate. A cet effet, on malaxe rapidement l'acide avec du phosphate naturel moulu et l'on coule le mélange dans une chambre où il se prend en masse. Au bout de 24 ou 48 heures, le produit est extrait à la pioche et stocké sous toit. Il est moulu, éventuellement amaigri, et ensaché seulement au moment de l'expédition.

En somme, au lieu de transformer le phosphate tricalcique insoluble en phosphate monocalcique par traitement avec une quantité convenable d'acide sulfurique, on remplace cet acide sulfurique par de l'acide phosphorique.

On peut vendre aussi l'acide phosphorique soit tel quel pour divers emplois, en particulier probablement pour les désherbages et la parkérisation, soit purifié par divers procédés pour les produits pharmaceutiques, le traitement des vins, etc.

La plus grande difficulté rencontrée dans la fabrication de l'acide phosphorique a été le choix d'un matériel résistant.

Comme on prévoyait qu'il y aurait lieu constamment, au début, de modifier les appareils, on commença par employer l'acier inoxydable autant que possible. Les déceptions furent grandes. Il fallut trouver d'abord des aciers convenables. Ensuite, ce n'est pas impunément qu'on soude ces sortes d'aciers.

En les portant localement à une température élevée, on modifie leur constitution, il se produit une ségrégation des éléments et les parties chauffées deviennent attaquables par les acides. En prenant des précautions, en recuisant convenablement les soudures, on obtient cependant de bons résultats. Et puis, tout d'un coup, après des semaines ou des mois, sans qu'on en sache exactement la cause, qui probablement réside dans une modification de la structure, une pièce qui paraissait devoir durer est mise hors service en quelques jours par l'attaque de l'acide. A chaque instant, c'est un arrêt, un dérangement de la marche du four, la nécessité de reprendre dès le début des essais longs et coûteux qu'on pouvait croire presque terminés.

Aujourd'hui, dans des installations devenues définitives, l'emploi raisonné du grès, du bois, et de l'argent a permis d'obtenir des appareils qui assurent sans aucun accroc une marche parfaitement continue. On a ainsi préparé des milliers de tonnes de super.

Mais la mise au point de cette fabrication nouvelle a coûté des années et des centaines de mille francs.

Les prévisions théoriques étaient encourageantes. On supprimait les pyrites ou l'acide sulfurique, produits étrangers, pour la fabrication du superphosphate et on leur substituait simplement l'énergie électrique dont nous sommes si riches.

Le superphosphate chimique renferme 18 % de  $P_2O_5$  et contient en outre plus de 40 % de sulfate de chaux. On a discuté la valeur de ce dernier produit; s'il n'est pas nuisible, ce qui n'est pas certain, il est en tous cas inutile.

Le superphosphate électrochimique titre 40-50 % de  $P_2O_5$  et ne renferme pas de sulfate de chaux.

Cette haute teneur en fertilisant permet, en Suisse où les transports par chemin de fer sont coûteux, d'obtenir une économie de 3,6 cts par unité et par 100 km.; elle favorise encore bien plus l'emploi de l'engrais en montagne. On économise encore 1 cent. par unité sur l'emballage, soit une différence d'environ 10 %.

Mais il est difficile de vaincre la routine; le prix d'un sac d'engrais à 40 %, si l'unité  $P_2O_5$  y est à plus bas prix, est bien plus élevé que le prix d'un sac d'engrais à 18 % et le cultivateur se tient malheureusement trop souvent à ce résultat simpliste.

La Fonte Electrique est la première fabrique suisse d'acide phosphorique électro-chimique et, si je ne me trompe, une des deux ou trois seules de l'Europe.



L'installation d'acide phosphorique est momentanément arrêtée. Voici pourquoi:

Le superphosphate importé en Suisse est frappé d'un droit de 70 cent. par sac et de plus il est contingenté.

Les importateurs, pour ne pas perdre le bénéfice de leur contingent l'année suivante, se servent d'abord à l'étranger. Si la campagne de vente est mauvaise, l'importation ne diminue pas. Ce sont les fabriques suisses, chimiques et électro-chimiques, dont la vente diminue.

Le superphosphate n'est pas le seul engrais phosphaté. Les scories Thomas sont, comme on sait, un sous-produit encombrant de l'industrie de l'acier. Elles renferment de l'acide phosphorique sous une forme bien moins soluble même que le phosphate bicalcique que renferme toujours le super et que la loi suisse interdit de facturer. Elles renferment en outre de l'acide phosphorique insoluble totalement dans les acides faibles. Elles sont vendues sur la base de la totalité de l'acide phosphorique peu soluble et insoluble qu'elles renferment. Elles ne paient pas de droit d'entrée en Suisse.

Ces scories sont de qualités très inégales; aussi sept pays ont-ils institué un contrôle rigoureux à l'importation. Dans ces pays vont naturellement les meilleures qualités. Dans les autres, comme la Suisse, où ce contrôle à l'importation n'existe pas, on reçoit les qualités inférieures.

La Suisse consomme 100 000-150 000 tonnes de cet engrais inférieur et 30 à 40 000 tonnes de superphosphate.

Nous avons fait des démarches auprès des pouvoirs publics pour améliorer la situation des producteurs suisses d'engrais et pour qu'on ne laisse pas les paysans se leurrer en achetant à bas prix une marchandise inférieure.

Il semble malheureusement qu'il soit plus difficile de faire aboutir ces démarches que de mettre sur pied le procédé lui-même.

---