

## Évolution de la chimie minérale industrielle

### UN EXEMPLE, LA FABRICATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

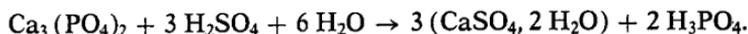
par Danielle GUIGNARD,

Lycée La Martinière - Monplaisir - 69008 Lyon.

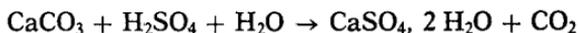
---

Avec l'ammoniac, et l'acide sulfurique, l'acide phosphorique est un produit de base de la chimie minérale : engrais, détergents, alimentation humaine et animale. La matière première de la fabrication industrielle de l'acide phosphorique est un minerai de phosphate naturel (essentiellement phosphate tricalcique insoluble en provenance du Maroc, de la Jordanie, des U.S.A...). Le minerai est nommé apatite fluorée.

On attaque ce phosphate par de l'acide sulfurique concentré (98 %). L'équation bilan de la réaction peut s'écrire :



Les autres réactions principales sont :



Le sous-produit formé est constitué essentiellement par du sulfate de calcium dihydraté (gypse).

Les principaux problèmes inhérents à cette fabrication sont :

- le problème de l'approvisionnement et du coût en matières premières (problème commun aux industries de  $\text{NH}_3$  et de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ;
- le problème du rejet du sulfate de calcium dihydraté (gypse ou encore nommé phosphogypse). Si on évalue le tonnage de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  produit, en pourcentage massique de  $\text{P}_2\text{O}_5$  : pour une tonne de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , on rejette 4,5 tonnes de gypse. Pour une usine, comme celle des Roches de Condrieu (Rhône), la fabrication est de 400 t/jour en  $\text{P}_2\text{O}_5$ , cela correspond à 1 800 t/jour de gypse qui sont évacuées dans le Rhône (la solubilité du sulfate de calcium à la température ambiante est

de 2 g.l<sup>-1</sup>). L'usine a pensé, un moment, valoriser son phosphogypse en commercialisant les carreaux de plâtre. Mais les réserves abondantes de plâtre dans les carrières naturelles ont empêché toute compétition et la fabrication est arrêtée.

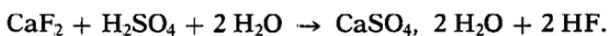
Envisageons, à présent, les principales étapes de la fabrication de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

## I. LES ETAPES DU PROCEDE.

### I.1. L'attaque du phosphate par l'acide sulfurique concentré.

Elle a lieu dans une cuve unique, non compartimentée, à la pression atmosphérique, où sont admis : le phosphate brut, finement broyé (granulométrie  $\approx$  200 microns), l'acide sulfurique (concentration 98 %), l'acide phosphorique recyclé, l'eau, ainsi que l'air de refroidissement. On utilise un agitateur unique. (Une cuve Rhône - Poulenc de 700 m<sup>3</sup> est agitée par un agitateur central qui absorbe une puissance électrique de 320 kW).

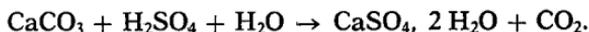
Dans le minerai, il existe aussi du fluor (4 à 5 % sous forme de CaF<sub>2</sub>) ; il faut piéger surtout le HF formé pour des questions de sécurité du personnel et d'environnement. En effet :



On a trouvé aussi des traces d'oxyde d'uranium dans ce même minerai, mais l'extraction (à peu près 50 tonnes par an) n'est pas effectuée, car trop peu rentable.

Il est impératif de maintenir l'ensemble des particules en suspension, donc il est obligatoire d'assurer une violente agitation de l'ensemble. On doit réaliser un certain nombre de conditions, à savoir :

a) *entraîner rapidement le phosphate* à l'intérieur de la bouillie, pour l'empêcher de surnager. Le carbonate de calcium contenu dans le phosphate dégage rapidement du CO<sub>2</sub>, d'où une tendance à former des mousses à cet endroit.



b) *il faut assurer un débit de circulation élevé.* Le milieu doit être rapidement renouvelé autour des grains de phosphate, en cours d'attaque, pour que la concentration en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ne décroisse pas autour de ces grains, au fur et à mesure que l'attaque progresse. On évite ainsi la cristallisation de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (hydraté).

Si, au contraire, on a une surconcentration en acide sulfurique, l'attaque du phosphate est bloquée par la non solubilisation de CaSO<sub>4</sub>, d'où une perte en phosphate inattaqué.

Le débit est tel que le volume entier du réacteur traverse l'agitateur central avec le phosphate toutes les 25 à 40 secondes environ ;

c) *il faut assurer une diffusion de la matière*, de façon à avoir une composition de la bouillie identique en tous points de la cuve ;

d) *assurer la diffusion de la chaleur*, donc avoir la même température en chaque point de la cuve. Toutes les réactions mises en jeu dans la cuve sont des réactions exothermiques, d'où :

e) *le refroidissement* : Il est nécessaire d'évacuer la chaleur excédentaire pour maintenir le paramètre « température de la bouillie » constant. *Le refroidissement par circulation d'air*, à la pression atmosphérique, se fait à la surface du réacteur et permet de piéger les produits fluorés, dont la quantité rejetée dans l'atmosphère doit être très faible. L'air en balayant la surface de la cuve se réchauffe et se charge d'humidité d'où le refroidissement de la cuve. La température atteinte est 80 °C, cela correspond à un procédé dont l'attaque conduit à un acide de concentration comprise entre 28 et 32 % en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ce procédé est nommé dihydrate (production de phosphogypse CaSO<sub>4</sub> - 2 H<sub>2</sub>O).

Si on élève la température de la cuve, on obtient directement CaSO<sub>4</sub>,  $\frac{1}{2}$  H<sub>2</sub>O (production de l'hémihydrate) (voir le diagramme de phase de Nordengren - fig. 1).

#### Récapitulation des principales réactions se produisant dans la cuve d'attaque.

- (1)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3(\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}) + 2 \text{H}_3\text{PO}_4.$
- (2)  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \frac{4}{3} \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{3} \text{SiO}_2 \rightarrow (\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}) + \dots$   
 $\dots \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{F}_2.$
- (3)  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}) + \text{CO}_2.$
- (4)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaHPO}_4, 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4.$
- (5)  $2 \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{SiO}_2 \rightarrow 3 \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}.$
- (6)  $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}.$
- (7)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}.$

- (8)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ .  
 (9)  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .  
 (10)  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .  
 (11)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

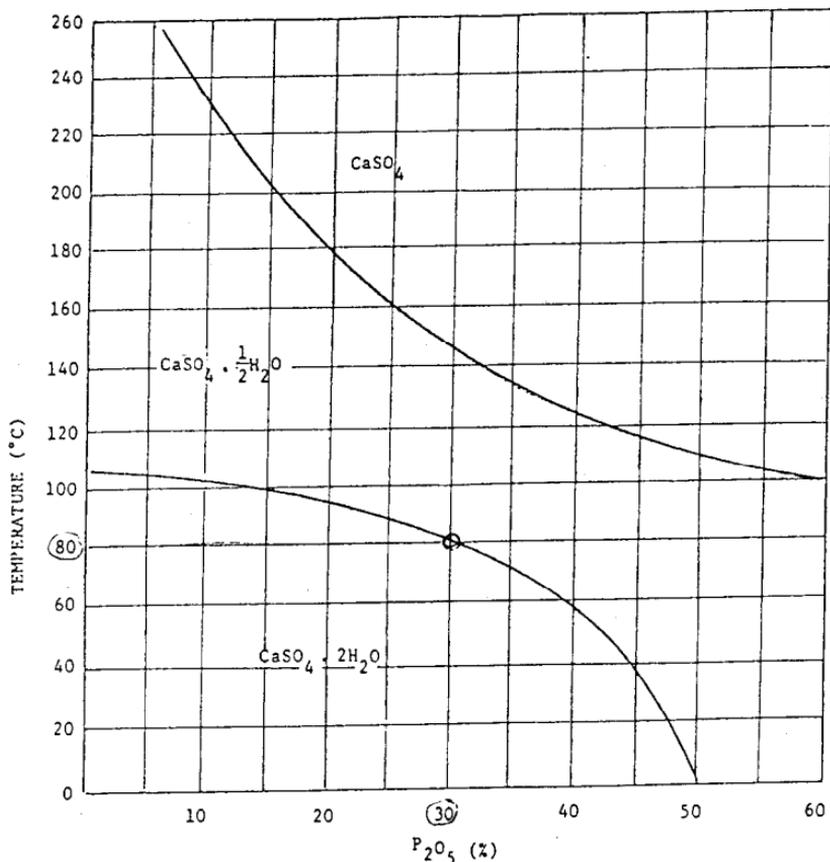


Fig. — Diagramme de phase de Nordengren.

N° des réactions ....	1	2	3	4	5	6
Taux d'attaque .....	0,98	0,60	0,99	0,01	0,10	1
Chaleur de réactions en kJ. mol <sup>-1</sup> à 25 °C	-327,42	-110,73	-110,48	-69,59	-287,42	-16,72
N° des réactions ....	7	8	9	10	11	
Taux d'attaque .....	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
Chaleur de réactions en kJ. mol <sup>-1</sup> à 25 °C	-506,78	-333,27	-241,94	-520,74	-445,04	

### 1.2. La filtration.

Le filtre est le second appareil majeur dans la production d'acide phosphorique dilué. Il faut séparer l'acide formé du solide (surtout phosphogypse :  $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ ). Nous avons vu que la quantité de solide à évacuer est très importante.

La rétention du liquide dans le gâteau de gypse est aussi très importante (25 à 35 % en masse). Il faut laver efficacement le gâteau. L'industrie effectue la même opération que celle que nous réalisons au laboratoire, lorsque nous purifions et lavons les cristaux sur filtre, au cours d'un essorage à la trompe à eau.

Rhône - Poulenc a mis au point un filtre plan circulaire sous vide, à table tournante : le filtre Ucego. Ce filtre est équipé de plusieurs lavages à contre-courant. La table filtrante parfaitement horizontale, permet d'obtenir une épaisseur uniforme du gâteau de gypse. Elle est délimitée par deux rebords : l'un intérieur fixe et l'autre extérieur, mobile, consistant en une bande sans fin en caoutchouc, maintenue en place, par simple traction de galets ; cette dernière bande s'écarte de la table à l'endroit de l'évacuation des matières solides et permet ainsi un lavage intensif et complet de la toile filtrante. Les liquides qui traversent la surface filtrante, sous l'effet du vide ( $\approx 300 \text{ mmHg}$ ) sont collectés dans des caissons de forme étudiée, en particulier en ce qui concerne la pente des fonds, en vue d'assurer l'évacuation rapide

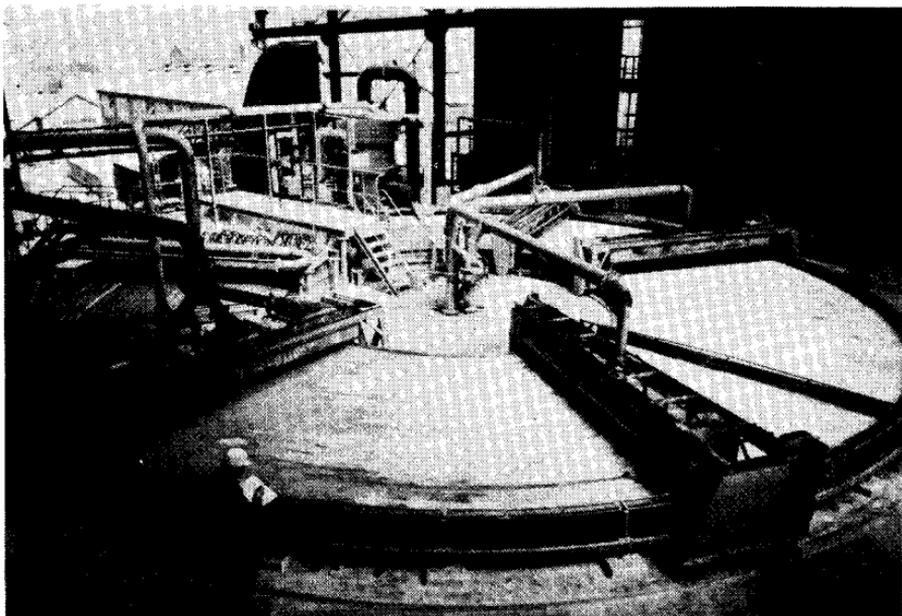


Fig. 2. — Filtre Ucego.

et d'éviter les mélanges de filtrats de qualités différentes. On obtient entre autres, des filtrats constitués d'acide à 16 %, ils sont recyclés ; d'acide de production à 30 % (il s'agit du titre en  $P_2O_5$  dans la phase liquide). Au-dessus de la table, sont disposés des distributeurs et barrages mobiles, qui répartissent la bouillie à filtrer et les divers liquides de lavage. Une vis sans fin évacue le gypse lavé.

### 1.3. Purification de $H_3PO_4$ par voie humide.

Les procédés traditionnels de purification d'acide consistaient en une longue série d'opérations successives de précipitations, suivies de filtrations, en vue d'éliminer toutes les impuretés présentes dans l'acide de départ (Fe, V, Cu, Mn, Al, Pb, Cr,  $H_2SiF_6$ , etc.) et les rendements en  $P_2O_5$  obtenus n'étaient pas bons. Actuellement, le procédé de purification est basé sur la *méthode d'extraction liquide-liquide*. Cette méthode a trouvé de nombreuses applications pour les séparations d'éléments chers ou produits en petites quantités : uranium, terres rares, gallium, etc. L'introduction de cette technique dans une industrie aussi peu « chimie fine » que celle des phosphates peut paraître surprenante, seulement l'utilisation des phosphates pour la détergence, les usages alimentaires demande une haute pureté à l'acide phosphorique obtenu.

TABLEAU :

Pureté moyenne requise pour les principales applications de l'acide phosphorique

	Phosphate monosodique pour détergence	Acide phosphorique technique	Acide phosphorique alimentaire
	$P_2O_5 \approx 40 \%$	$P_2O_5 \approx 54 \%$	$P_2O_5 \approx 54 \%$
$SO_4^{2-}$	1 000 ppm	100 ppm	100 ppm
F <sup>-</sup>	1 %	150 ppm	< 20 ppm
Fe <sup>3+</sup>	40 ppm	20 ppm	< 20 ppm
Mg <sup>2+</sup>	20 ppm	20 ppm	< 20 ppm
Ca <sup>2+</sup>	20 ppm	20 ppm	< 20 ppm
As <sup>3+</sup>	—	10 ppm	< 2 ppm
Cl <sup>-</sup>	—	< 20 ppm	< 20 ppm
métaux lourds	—	< 50 ppm	< 20 ppm

L'extraction liquide-liquide est une méthode de séparation physique, fondée sur la répartition inégale des constituants d'un mélange entre deux phases. Le mélange initial se trouve en solution dans un premier milieu liquide (ici en phase aqueuse) et l'extraction s'effectue par addition d'un solvant immiscible, présentant une affinité particulière et sélective pour un ou plusieurs constituants du mélange initial. Le choix de ce solvant est la base du procédé et Rhône-Poulenc a choisi le tributyl-phosphate (TBP).

#### Caractéristiques du TBP.

Formule :  $(C_4H_9)_3PO_4$  ; densité (20 °C) : 0,973 ; solubilité dans l'eau : 420 ppm ;  $H_2O$  dans le solvant : 7 % en volume.

L'acide, avant d'être purifié, est filtré et décoloré en passant au travers de colonnes de charbon.

Puis  $H_3PO_4$  est extrait par le solvant dans une colonne d'extraction.

Le raffinat sort en fond de colonne avec toutes les impuretés chimiques indésirables et le solvant chargé de  $H_3PO_4$  sort en tête de colonne. Le solvant utilisé est de type moléculaire c'est-à-dire qu'il extrait l'acide phosphorique sous forme moléculaire préférentiellement aux impuretés de type cationique ( $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ , etc.) ou de type anionique ( $SO_4^{2-}$ ,  $SiF_6^{2-}$ , etc). Le solvant extrait donc préférentiellement :  $H_3PO_4$ ,  $H_3AsO_3$  ; plus ou moins fortement : HF,  $H_2SO_4$ ,  $H_2SiF_6$ , une partie des matières organiques du minerai (acides humiques par exemple) ; très faiblement :  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , etc.).

A 50 °C, on calcule que si on veut réaliser l'extraction de 95 % de  $H_3PO_4$ , à partir d'une solution d'alimentation contenant 40 % de  $H_3PO_4$ , il faut un rapport de débit volumique des deux phases de l'ordre de 10, et un nombre d'étages théoriques au moins égal à 8.

#### Influence de l'acide sulfurique.

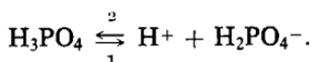
On définit le coefficient de partage de l'acide phosphorique

$$P = \frac{C_{H_3PO_4}^{-S}}{C_{H_3PO_4}^E} \quad (\text{rapport de la concentration en acide phosphorique dans le TBP, à la concentration en } H_3PO_4 \text{ en phase aqueuse}).$$

Les coefficients de partage à une température donnée, sont peu élevés surtout dans la zone de faible concentration en  $H_3PO_4$ . La présence des différentes impuretés dans les solutions industrielles

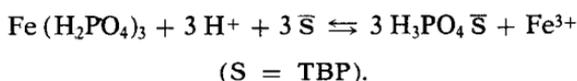
modifie les propriétés extractantes du TBP, c'est le cas des cations métalliques qui sont complexés par  $H_3PO_4$  et diminuent les coefficients de partage. Il faut donc chercher à augmenter les coefficients de partage. L'une des solutions est l'adjonction de  $H_2SO_4$ .

On a vu, précédemment, que l'acide phosphorique est extrait sous forme moléculaire par le TBP. Or, en solution aqueuse, l'acide se trouve partiellement dissocié, par exemple :



Si on ajoute un acide plus fort que  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ , on déplace l'équilibre précédent dans le sens 2, et on augmente ainsi le coefficient de partage.

Dans les solutions industrielles, où l'acide phosphorique est partiellement engagé dans des complexes métalliques ( $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ), l'acide sulfurique détruit les complexes formés et libère une partie de  $H_3PO_4$ , par exemple :



On peut ainsi améliorer le rendement de l'opération.

### Séparation des différentes impuretés.

#### \* Séparation de $H_2SO_4$ .

$H_2SO_4$  qui favorise l'extraction de  $H_3PO_4$  est lui-même plus ou moins extrait par le TBP. Il faut donc le séparer de l'acide phosphorique. Dans le cas du TBP, l'acide sulfurique est moins extrait que  $H_3PO_4$ . On effectue un lavage du solvant par une solution basique (soude par exemple), on augmente ainsi la sélectivité entre  $H_3PO_4$  et  $H_2SO_4$ , car  $H_2SO_4$ , grâce à sa première acidité forte est neutralisée préférentiellement.

#### \* Séparation des composés fluorés.

Le fluor est présent dans l'acide phosphorique industriel sous la forme surtout de HF et de  $H_2SiF_6$  (acide fluorosilicique). Les utilisations de l'acide fluosilicique étant très limitées, il devient alors un effluent, dont il faut se débarrasser au moindre coût et sans préjudice pour l'environnement. Ces acides vont être partiellement extraits sous leur forme moléculaire par le TBP. On constate que le TBP extrait 30 à 50 % du fluor de l'acide d'alimentation. On doit alors compléter la purification par extraction liquide-liquide, par une opération dite de défluoration.

La méthode la plus simple consiste à éliminer les acides fluorés par entraînement à la vapeur.

Rhône-Poulenc développe actuellement un nouveau procédé consistant à recycler l'acide fluosilicique.

L'attaque des phosphates par  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  conduit, selon le cas, à la formation de nombreux complexes qui précipitent plus ou moins bien et sont souvent infiltrables.

Le procédé se présente comme une annexe placée en parallèle du circuit principal d'attaque phosphorique.

Le réacteur d'attaque fluosilicique est alimenté par :

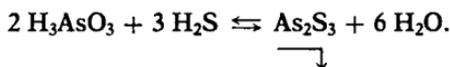
- l'acide fluosilicique,
- le phosphate (5 à 8 % de la ligne principale),
- des additifs permettant la précipitation du complexe souhaité. La bouillie obtenue est filtrée ; le solide composé du complexe fluoré peut être éliminé en même temps que le gypse ; le filtrat rejoint la ligne principale.

*\* Séparation des matières organiques.*

Les matières organiques de la solution d'acide ont la propriété de perturber la séparation des phases aqueuse et organique (formation d'émulsions stables) et communiquent en outre à l'acide purifié final une coloration jaune, incompatible avec les normes alimentaires. Plusieurs techniques permettant d'y remédier ont été décrites, mais on constate qu'actuellement, il n'existe pas un procédé vraiment universel pour des acides d'origines diverses.

*\* Elimination de l'arsenic.*

L'acide purifié, par extraction liquide-liquide, contient encore de l'arsenic probablement sous la forme d'acide arsénieux ( $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ). On doit, bien sûr, l'éliminer en vue de l'utilisation de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dans le domaine alimentaire. On précipite l'arsenic sous forme de sulfure :



En conclusion, le solvant chargé sort en tête de la colonne d'extraction, il est ensuite lavé à l'eau sur un certain nombre d'étages ; l'acide phosphorique est ensuite récupéré soit sous forme de phosphate monosodique en solution, soit sous forme d'acide phosphorique.

L'acide produit, purifié a une concentration de 30 % ; son utilisation réclame des concentrations de 40 à 54 %. On enlève

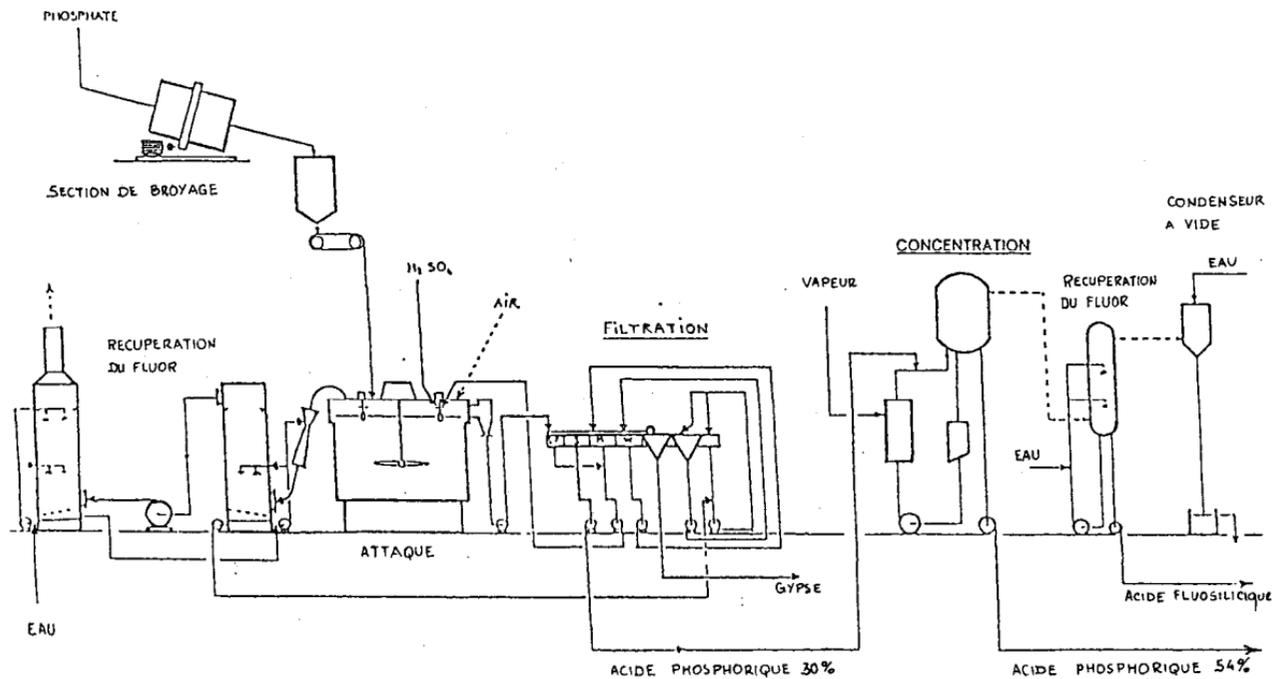


Fig. 3. — Procédé Rhône-Poulenc cuve unique.

une partie de l'eau de dilution, en soumettant l'acide à une évaporation sous vide.

## II. SCHEMA DES FABRICATIONS.

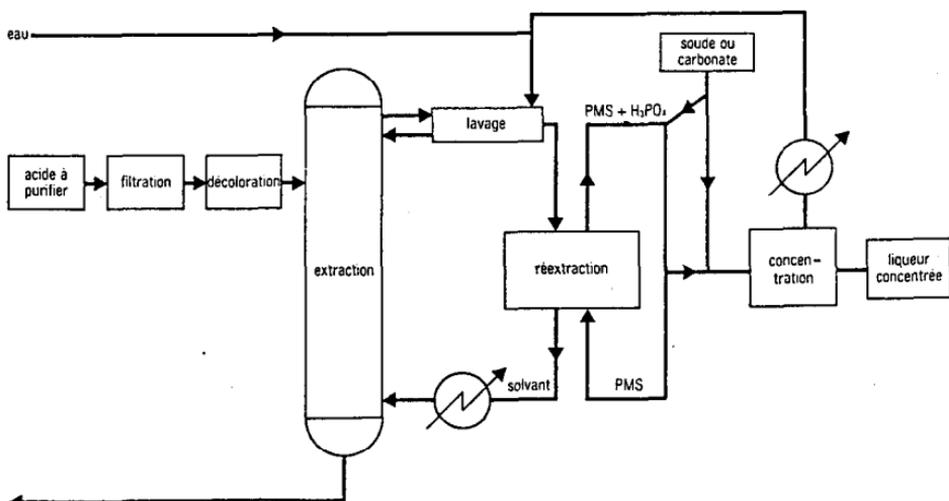


Fig. 4. — Purification de  $H_3PO_4$ .

L'usine Rhône-Poulenc des Roches de Condrieu est implantée en bordure du Rhône, à une trentaine de kilomètres au sud de Lyon.

Deux grandes chaînes de fabrication sont à la base des produits expédiés par l'usine :

### II.A) La chaîne phosphate.

Les phosphates sont fabriqués à partir de l'acide phosphorique dilué.

#### 1) Les phosphates spéciaux.

L'exemple est donné par les phosphates de Na utilisés dans le traitement des eaux. La plupart des métaux lourds donnent des phosphates insolubles et c'est sous cette forme qu'on peut les extraire de l'eau.

Exemples d'utilisation du dihydrogénophosphate de sodium :  $NaH_2PO_4$  :  $\Rightarrow$  denrées alimentaires : agent tampon et émulsifiant (fromages fondus, charcuterie),

- ⇒ alimentation animale : source de phosphore,
- ⇒ traitement de surface des métaux,
- ⇒ conditionnement des eaux,
- ⇒ industrie textile : tamponnement des bains de teinture,
- ⇒ produits de nettoyage.

## 2) Les polyphosphates.

Donnons quelques exemples :

- ⇒  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  : dihydrogène diphosphate de sodium, agent acide dans les levures chimiques, agent tampon et émulsifiant (charcuterie, fromages fondus), agent acide dans les détergents,
- ⇒  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  (TTP) triphosphate de sodium ou tripolyphosphate de sodium, alimentation animale et surtout *détergents*.

Le problème de l'avenir de ces détergents est lié à celui de l'environnement ; ils provoquent la prolifération exagérée des algues d'eau douce.

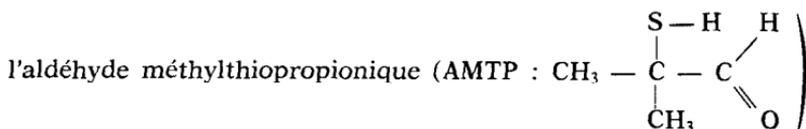
L'usine fabrique aussi des phosphates de K, d'Al utilisées dans l'industrie alimentaire, le traitement de surface des métaux, la fermentation, l'industrie des détergents, l'industrie des réfractaires et des émaux.

Le sous-produit de cette chaîne est le dioxyde de carbone, purifié et commercialisé sous forme liquide ( $t = -20^\circ\text{C}$  ;  $P = 20$  bars). Le  $\text{CO}_2$  est utilisé comme source de froid, ou dans l'industrie alimentaire, ou dans les industries chimiques, ou dans la protection et la lutte contre l'incendie.

## II.B) La chaîne soufre.

L'unité d'acide sulfurique en amont de l'atelier phosphorique est un important générateur de vapeur. Son premier maillon est constitué par un atelier de synthèse de sulfure de carbone (seule unité de production en France) ; le principal débouché est la fabrication de textiles artificiels et de films cellulosiques. On produit aussi  $\text{H}_2\text{S}$  (issu de l'unité de sulfure de carbone) pour fabriquer  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qui sera utilisé sur place dans la chaîne phosphates.

L'usine fabrique des produits intermédiaires :



et le méthane-thiol ( $\text{CH}_3-\text{S}-\text{H}$ ) qui entrent dans la fabrication de la méthionine, acide aminé essentiel pour l'alimentation animale (poulets et porcs en particulier).

### III. CONCLUSION.

Nous avons annoncé, au début de cet article, l'importance de l'acide phosphorique dans la fabrication des engrais. Or, l'analyse des productions d'une unité industrielle de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ne fait pas apparaître celle des engrais. Ceci est dû à plusieurs raisons :

*a) le coût des matières premières.* Le phosphate minéral utilisé provient essentiellement du Maroc, de la Jordanie, etc. Dans le minerai, seulement 30 à 40 % sont valorisables. Les pays producteurs ont intérêt à exploiter et à valoriser sur place leurs matières premières.

Le site des Roches de Condrieu est défavorisé pour des questions de coût de transport. Les grosses unités de la chimie minérale lourde ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ont intérêt à s'installer en bord de mer (complexes du Havre, de Rouen) ;

*b) le gigantisme des grandes installations nécessite des investissements considérables ;* le problème de la compétitivité, vis-à-vis de nos concurrents étrangers se pose sérieusement ;

*c) le groupe chimique français Rhône-Poulenc préfère se situer plus en aval de toutes ces grosses fabrications et orienter ses efforts vers des produits présentant une plus grande valeur ajoutée (détergence, protection des cultures, fibres et fils textiles, supports pour l'audiovisuel, l'informatique, l'électronique, santé humaine et animale, etc.).*

### BIBLIOGRAPHIE

---

- *Informations chimie*, n° 207, novembre 1980.
  - *Informations chimie*, n° 152, février 1976.
  - *Industrie minérale. Les Techniques*, mars 1982.
  - Renseignements recueillis auprès du :  
Centre Techniques et Procédés,  
Usine de Saint-Clair du Rhône,  
38370 Les Roches de Condrieu.
-