**Introduction :**

L’acide phosphorique est le principal dérivé de la chimie du phosphore, il tire son importance du fait qu’il est utilisé dans plusieurs procédés, notamment : les engrais, les détergents, l’alimentation animale, les insecticides, les huiles lubrifiantes, les plastifiants, etc.…

 La principale source du phosphore c’est les minerais phosphatés tels que les phosphates d’aluminium et ceux de calcium d’où on extrait la majeure partie du phosphore et de ses dérivés.

 En général, les minerais phosphatés ont une concentration faible en P2O5 (Pentoxyde de phosphore). Pour être valorisables et utilisables pour la production d’acide, ces minerais doivent être traités et débarrassés de leurs impuretés.

 Il s’agit en fait d’augmenter la concentration en P2O5 et de diminuer celles des autres constituants présents dans les minerais.

 En effet, celles ci influencent sur la qualité de l’acide produit, le choix du procédé, le coût d’entretien des installations de traitement et finalement sur le prix de revient de P2O5 produit.

 Parmi les différentes méthodes de traitement des minerais, on distingue :

\* Le traitement par voie sèche.

\* Le traitement par voie humide.

\* La méthode basée sur l’ajout de l’acide phosphorique.

 En pratique, la fabrication de l’acide phosphorique par voie humide qui consiste à attaquer directement le phosphate minéral par l’acide sulfurique, chlorhydrique et nitrique, fait intervenir les opérations suivantes.

• Broyage du minerai et dosage des matières premières.

• Attaque du phosphate et séparation de l’acide produit.

• Concentration de l’acide.

 **Matière première :**

Pour la production de l’acide phosphorique, on a besoin d’une matière première.

La matière première nécessaire pour la production est :

**1)- Phosphate :**

* **Origine du phosphate :**

 **L**e phosphate utilise à l’unité de production d’acide phosphorique est originaire de lamine de Khouribga, il est dominé « K O9 semi- séché »

* **Analyse chimique :**

La composition est donnée sur le phosphate à 105 c°.

La première analyse correspond au phosphate type.

La seconde analyse établit les limites de composition, tolérances de mesures incluses.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eléments** | **Type (%)** | **Limites (%)** |
| P2O5CaOF-SiO2 totalAl2O3Fe2O3SO3MgONa2OK2OCO2Cl-C. organique  | 31.1251.153.382.500.400.281.700.450.850.076.500.020.22 | 30.89-31.4650.85-51.453.76-3.902.20-2.800.38-0.500.22-0.301.65-1.750.35-0.500.77-0.910.06-0.086.20-7.000.01-0.030.19-0.25 |

**2)- Acide sulfurique:**

 Les acides utilisés pour la fabrication de l’acide phosphorique sont les grands acides minéraux ; soient les acides nitriques, chlorhydriques ou sulfuriques

Néanmoins, l’acide sulfurique demeure le plus utilisé car non seulement son prix est moindre, mais ces produits de la réaction soient l’acide phosphorique et le gypse peut être séparés facilement et d’autre part l’emploi de cet acide engendre des frais d’entretien moindres.

Concentration  : 96% H2SO4 Minimum

Température : 45 °C

**3)- Eau de production :**

* Ion chlorure : 400 ppm Maximum ;
* Total cations : 285 ppm ;
* Total anions : 660 ppm ;
* Minéralisation : 945 ppm ;
* Matières organiques : 4ppm ;
* Solides en suspension : 10ppm ;
* Température : 32°C ;

**4)- Eau de mer :**

* Température : 22°C Maximum ;

 : 18°C Normale

**5)- Vapeur :**

* Pression : 8,5 bars absolus Maximum ;
* Température : 200°C Maximum ;

**Description de l’atelier phosphorique :**

L’acide phosphorique produit par voie humide à partir des phosphates naturels et d’acide sulfurique fait intervenir les opérations suivantes :

 ★ Stockage de phosphate semi séché dans un hangar ;

 ★ Broyage du phosphate par voie humide ;

* Attaque du phosphate par l’acide sulfurique ;
* Filtration sous vide ;
* Stockage d’acide 29% P2O5 et décantation ;
* Concentration dans une boucle sous vide ;

 ★ Stockage d’acide 54% P2O5 décantation et clarification ;

**DESCRIPTION DE PROCEDE**

1. **Le broyage :**

Le phosphate est stocké dans un grand hangar, qui est équipé de 21 casques pour l’extraction du phosphate. Ce dernier va être envoyé vers une trémie au moyen de deux convoyeurs en parallèle.

Un extracteur extrait le phosphate de la trémie vers la bande doseuse. Le phosphate tombant de l’extracteur est poussée vers la bande doseuse par la ramasse (vice d’Archimède).

Le phosphate est envoyé à poids constant vers le broyeur au moyen de l’ensemble d’extracteur.

Proportionnellement au poids de phosphate, de l’eau industrielle est ajoutée de manière à obtenir en sortie du broyeur une pulpe contenant 65% poids de solides.

Sortant du broyeur, cette pulpe pouvant contenir des bulles d’air en suspension, rendant, son pompage difficile, passe dans un bac en agitation continue pour le maintien du solide en suspension.

Les débordements éventuels de pulpe de phosphate, ou les vidanges et rinçages de lignes sont collectés via des caniveaux dans le puisard, équipé de l’agitateur et d’une pompe centrifugeuse verticale qui permet de renvoyer la pulpe vers la cuve de stockage.

La pulpe de phosphate est alimentée vers le premier compartiment de la cuve d’attaque au moyen de la pompe qui assure une alimentation homogène du phosphate dans la cuve.

1. **Réaction et digestion :**
	1. **Section attaque :**

La pulpe de phosphate est introduite dans le compartiment 1 de la cuve d’attaque, en trois points et sous le niveau de la bouillie.

L’acide sulfurique concentré, reçu à la limite de batterie, et avant introduction dans la cuve, mélangé avec l’acide phosphorique recyclé venant de la filtration.

Ce mélange a lieu dans les tubes de mélange situés respectivement dans les compartiments 2 et 3 de la cuve d’attaque.

Les réactions chimiques se produisant dans la cuve d’attaque ainsi que la dilution de l’acide sulfurique étant exothermiques, il est nécessaire de refroidir la bouillie à une température de l’ordre de 75 à 80°C pour assurer une formation optimale de cristaux de calcium dihydraté.

Ce refroidissement est réalisé dans un évaporateur à bas niveau. Cet appareil est maintenu sous vide grâce à la pompe à vide et la pression contrôlée par une entrée d’air réalisée en amont de la pompe à vide.

La bouillie de réaction circule des compartiments 6 à 1 de la cuve d’attaque, via l’évaporateur grâce au circulateur situé dans l’extension du compartiment 6.

L’évaporation d’une certaine quantité d’eau hors de la bouillie provoque l’effet de refroidissement souhaité. A cause du grand débit de circulation, la différence de température entre l’entrée et la sortie du circulateur (flash) n’est que de 2 à 3°C ; ce qui minimise la formation d’incrustations dans la bouillie de l’évaporateur. De plus le débit de circulation élevé dans le réacteur, fournit l’acidité et le sulfate (à faible concentration) dans le compartiment 1 où le phosphate set introduit de la sorte de diminuer le risque d’enrobage des plus gros grains de phosphate par du gypse : ce qui limiterait la dissolution des grains et pourrait amener le blocage de la réaction.

A fin de limiter la formation de mousses dans l’évaporateur, une injection d’anti-mousse est prévue dans la tuyauterie à l’entrée de l’appareil.

Les vapeurs quittant l’évaporateur sont condensés au moyen d’eau de mer dans le condenseur à contact direct. L’eau de mer usée coule vers le bac de garde d’où elle déborde pour une partie vers un canal de retour vers la mer, l’autre partie servant pour l’évacuation du gypse sortie filtre.

Avant d’être condensée, ces vapeurs passent dans le pré condenseur, où elles réchauffent l’eau destinée au lavage des toiles ; cette eau étant l’eau industrielle ayant servi au préalable au lavage des gaz de réaction dans le système de lavage des gaz.

Le compartiment 1 de la cuve d’attaque reçoit également, à débit contrôlé, les boues extraites du décanteur et les effluents liquides stockés dans le réservoir des effluents.

Tous les compartiments sont connectés entre eux à la partie gaz. Les gaz de réaction sont collectés par deux ouvertures pour être envoyés vers le système du lavage des gaz. Celui-ci maintient une légère dépression dans la cuve de manière à éviter l’échappement à l’atmosphère des gaz de réaction.

**Chimie de procédé :**

 **1)** Réactions chimiques principales :

Les phosphates naturels formes principalement de fluorapatite de formule générale [Ca3 (PO4)2]. Ca F2ont pour réaction principale d’attaque par l’acide sulfurique 3.

Ca3 (PO4)2 + 3 H2SO4 + 6H2O3 3Ca SO 4. 2 H2O +2H3PO4+ Chaleur

 Cette réaction principale peut se diviser en deux phases :

* Phases de dissolution du phosphate :

 Ca3 (PO4) 2 + 4 H+ 3 Ca2+ + 2 H2PO4-

 H2PO 4- + H+ H3PO4

* Phase de cristallisation du sulfate de calcium :

 Ca2+ + SO42- +2 H 2O [CaSO4, 2H2O]

Lorsque le rapport H3PO4 / H2SO4 dans le milieu réactionnel est élevé, on considère que cette réaction globale s’effectue en deux étapes :

L’attaque du phosphate par H3PO4, pour former le phosphate mono calcique soluble :

 Ca3 (PO4)2 +4 H3PO4 3 CaH 4(PO4)2

La réaction entre le phosphate monocalcique et l’H2SO4 pour former l’acide phosphorique et le gypse :

 3 CaH4 (PO4)2 + 3 H2SO4 + 6 H2O 2CaSO4 .2 H2O + 6 H3PO4

Dans le cas phosphate riche en CaCO3, il y a décomposition du carbonate avec formation de sulfate et d’anhydride carbonique :

#####  CaCO3 + H2SO4 + H2O CaSO4. 2H2O + CO2

#####

 **🟎 Remarque :**

Les matières carbonées sont aussi mises en solution lors de la dissolution des grains de phosphates. Le CO2 dégagé provoque la formation de mousses lorsqu’on attaque des roches contenant des matières organiques.

**2)** Les réactions secondaires :

Des réactions d’une importance considérable se réalisent. Elles sont dues à la présence d’impuretés dans le phosphate.

Tous les phosphates contiennent un peu de silice. Il y a donc action de l’acide fluorhydrique sur la silice soluble ou réactive donnant soit du tétra fluorure de silicium, soit de l’acide fluosilicique.

 CaF2 + H2SO4 + 2 H2O CaSO4 . 2H2O + 2 HF

La répartition du fluor dans l’acide phosphorique produit et dans le gâteau de gypse dépend des rapports SiO2 / F et Na2O / F dans le phosphate.

La silice réagit avec HF. La production de HF participe à cette réaction dépend de la teneur en silice du phosphate.

 6 HF + SiO2 H2SiF6 + 2 H2O

Le Na2O et K2O réagissent avec le H2SiF6 :

 H2SiF6 + Na2O Na2SiF6 + H2O

 Ces précipités se déposent dans les appareils sous forme d’écailles dures. En cas de défaut de Na2O et K2O dans le phosphate, l’excès de H2SiF6 formé se décompose :

 H2SiF6 2HF + SiF4 gazeux

D’autre part, la majeure partie des oxydes métalliques restants, Fe2O3, Al2O3, MgO et CaO passent en solution et dégradent partiellement l’acide phosphorique en fixant des ions PO4-ou H2PO4--.

**Les réactions sont :**

 Fe2O3 + x H2O + (2+y) H3PO4 2FePO4.xH2O +yH3PO4 + 3 H2O

 2 Ca3(PO4)2 + 2 H3PO4 +6 H2O 3 Ca2(HPO4)2 .2 H2O

* 1. **Section digestion :**

A partir du compartiment 6 de la cuve d’attaque, la bouillie s’écoule vers la section digestion qui comprend trois cuves cylindriques verticales similaires placées en série. La durée additionnelle de rétention permet, en désassurant la bouillie, d’obtenir une cristallisation du gypse et des fluosilicates aussi complète que possible. La diminution de la sursaturation signifie qu’une bouillie mûrie est alimentée à la filtration réduisant ainsi les post-précipités et les incrustations dans les circuits de la filtration et de la production. Une injection d’acide sulfurique est prévue dans la première cuve. Celle-ci permet un éventuel ajustage final de la concentration en SO3 libre pouvant faciliter la désaturation et le grossissement des cristaux de gypse.

Du fait de cette possibilité d’ajout d’acide sulfurique, une addition d’anti-mousse est également prévue dans cette cuve.

Chacune des cuves d’un évent réglable permettant d’envoyer les vapeurs fluorées se dégageant en surface vers le système de levage des gaz de la réaction.

La bouillie ainsi mûrie est pompée, à débit contrôlé, de la cuve de digestion vers le filtre, BIRD-PRAYON au moyen d’une pompe.

1. **Filtration :**

La bouillie d’attaque est alimentée vers l’auge de distribution du filtre horizontal à cellules basculantes, BIRD-PRAYON, sous vide. Une première partie du filtrat de production, contenant des cristaux très fins (portion trouble) et parfois légèrement dilué par l’eau restant sur la toile, est envoyée vers l’aspiration de l’acide recyclé. Le réglage de cette quantité d’acide est réalisé par changement de l’angle du secteur de présection. La quantité de filtrat correspondant à la production mesurée en débit et en densité est envoyée au moyen de la pompe autorégulatrice vers le stockage de l'acide faible, tandis que le surplus de ce filtrat est envoyé à l'aspiration de la pompe d'acide recyclé permet de contrôler la teneur en solides dans la bouillie de réaction. Pour cela, le débit d'acide recyclé est contrôlé en cascade avec l'apport de premier filtrat (présection) vers l'aspiration de la pompe d'acide recyclé par régulation de niveau à l'aspiration de celle-ci.

Apres séparation des eaux mères, le gâteau de gypse est lavé à contre courant en deux étapes.

Le lavage final avant sa décharge est réalisé au moyen de l'eau chaude produite au précondenseur. L'eau sortant du précondenseur, collectée dans le bac de récupération, est pompée au moyen d'une pompe pour le lavage des toiles et comme appoint. Afin d’éviter le bouchage des pulvériseurs du lavage des toiles, l'eau passe au travers de deux filtres en parallèles. Puis, comme sa température est insuffisante, elle est chauffée au moyen de vapeur injectée en ligne par un éjecteur.

L'eau ayant lavé les toiles vient, via la trémie, dans le bac d'eau chaude. Les solides venant du lavage des toiles et collectés dans le bac. Cette eau est alors pompée vers l'auge de dernier lavage du gypse.

Le filtrat de ce dernier lavage est drainé vers la pompe qui l'envoie à l'auge de premier lavage. Le filtrat de ce lavage va à l'aspiration de la pompe d'acide recyclé.

Le gypse est finalement déchargé, par rotation de la cellule basculante en position inversée, dans une trémie arrosée d'eau de mer devant servir à son évacuation vers la mer. Le décollement du gâteau de la toile est facilité par la pression crée par le ventilateur de soufflage.

Après décharge du gypse et lavage de la toile, celle-ci est séchée au moyen du ventilateur. Les gouttelettes entraînées sont séparées dans le séparateur et le liquide obtenu renvoyé au bac d'eau chaude.

Les acides et les gaz d'accompagnement venant des cellules de filtration sont séparés dans le distributeur ; les filtrats se dirigent par gravité vers les pompes à filtrats par des tuyauteries, tandis que les gaz sont aspirés latéralement vers la cône centrale du distributeur.

Les gaz du distributeur sont séparés des gouttelettes d'acide entraînées au moyen d'un séparateur. Cet acide est renvoyé à l'aspiration de l'acide recyclé. Puis les gaz passent dans le condenseur, alimenté en eau de mer, et finalement les incondensables sont extraits par la pompe à vide.

L'eau de mer sortant du condenseur coule vers le bac de garde, puis par débordement vers un canal de retour à la mer.

Les débordements et les égouttures des cellules du filtre sont collectés par le canal sous filtre, drainé vers le puisard général qui permet leur recyclage vers la cuve d'attaque.

Les vapeurs fluorées se dégageant des auges d'alimentation en bouillie et du premier lavage sont ventilées via la hotte vers le système de lavage des gaz.

1. **Lavage des gaz :**

Le système de lavage des gaz reçoit les gaz fluorés venant de :

* La cuve d'attaque,
* Les cuves de digestion,
* La hotte du filtre BIRD-PRAYON.
	1. **Laveur primaire :**

Les gaz pénètrent tangentiellement et circulent de haut en bas.

Ils traversent 4 nappes de liquide de lavage pulvérisé depuis le centre de la tour, en direction de la paroi.

La pulvérisation du liquide de lavage est obtenue par des dispositifs brevetés, constitués par deux ajustages calibrés disposés perpendiculairement et produisant deux jets concourants créant une nappe plate et homogène.

* 1. **Laveur final :**

Les gaz pénètrent tangentiellement et circulent de bas en haut.

Ils traversent 4 nappes de liquide de lavage de recirculation et une nappe de liquide neuf.

 **V. Stockage et décantation de l'acide** :

L'acide faible venant de la filtration est préalablement stocké dans un réservoir de stockage, maintenu agité par un agitateur. Dans ce réservoir arrivent également les boues extraites du décanteur de l'acide concentré.

Par débordement du réservoir via un chenal ouvert, l'acide entre dans le tube central du décanteur. Le solide décanté est raclé sur le fond du décanteur par le racleur de manière à le ramener vers le cône central d'extraction. Les boues sont pompées, à concentration en solides constantes, au moyen d’une pompe vers la cuve d'attaque.

L'acide décanté déborde alors dans le stockage. Les solides restant sont maintenus en suspension à l’aide d’un agitateur.

De ce réservoir trois pompes centrifuges alimentent individuellement chacune des lignes de concentration A, B, C.

**VI La concentration :**

L’unité d’attaque filtration ne peut produire que de l’acide phosphorique ayant une concentration de 29% en P2O5. Cette faible concentration en P2O5 présente les inconvénients suivants :

* transport d’eau inutile,
* certaines formules d’engrais nécessitent un acide plus concentré.

La concentration de l’acide phosphorique consiste en une élimination d’une partie de son eau de dilution par évaporation forcée sous vide. On favorise ce phénomène par une augmentation de température de l’acide.

Cette opération s’effectue sous vide, de manière que l’acide faible est mélangé à une grande quantité d’acide concentré en circulation constante. Ce mélange passe dans un évaporateur associé à un condenseur, une pompe de circulation assurant un fort débit de circulation, un réchauffeur d’acide et un filtre pour la protection du réchauffeur d’acide.

L’acide va y subir une augmentation de température amenant la tension de vapeur de l’eau contenu dans la mélange à une valeur supérieur à la pression absolue fixée dans le bouilleur. Il va y avoir une ébullition.

La vapeur et les gaz dégagés dans l’évaporateur s’écoulent vers le condenseur où elles sont condensées par l’eau de mer.

Les incondensables du condenseur sont aspirés par une pompe à vide qui maintient l’évaporateur sous vide.

**Description du procédé :**

L’acide provenant de l’unité de stockage d’acide faible est alimenté à la sortie de l’échangeur thermique où il se mélange avec un grand débit contrôlé d’acide surchauffé.

L’acide produit déborde dans un tuyau alimentant la pompe d’acide 54% en P2O5 qui l’envoie vers l’unité stockage, dans le bac

Les matières évaporées passent dans un séparateur centrifuge qui sépare les gouttelettes d’acide et les renvoie vers la boucle de circulation d’acide.

Ensuite, elles sont condensées dans le condenseur alimenté en eau de mer. Ce dernier coule vers le bac de garde hydraulique.

 Une pompe à vide est destinée pour l’extraction des incondensables du condenseur en créant le vide dans le bouilleur.

 Le débit de vapeur secondaire alimentant l’échangeur doit être maintenus constant, grâce à une boucle de régulation, car la différence de pression entre l’entré et la sortie d’échangeur varie suivant les incrustations qui se produisent dans les tubes du réchauffeur.

**VII Stockage et décantation de l’acide concentré** :

L'acide concentré venant des pompes est préalablement stocké dans le réservoir de stockage, maintenu agité par un agitateur.

Par débordement du réservoir via un chenal ouvert, l'acide entre dans le tube central du décanteur. Un ajout de floculant est prévue dans cette rigole, avant d’entrée dans le décanteur. Le solide décanté est raclé sur le fond du décanteur par le racleur de manière à le ramener vers le cône central d'extraction. Les boues sont pompées, à concentration en solides constantes, au moyennant une pompe vers le premier réservoir de stockage d'acide faible.

L'acide décanté déborde alors dans le stockage par un chenal. Les solides restant sont maintenus en suspension par l'agitateur.

De ce réservoir les pompes envoient l'acide de qualité "marchand" à la limite de batterie.

***Schéma récapitulatif des processus de fabrication de P2O5 :***

**Acide phosphorique 54% NCL**

**Acide phosphorique 54% CL**

**Stockage phosphate**

**Attaque/ filtration**

**Broyage phosphate**

**Stockage acide sulfurique**

**Production acide sulfurique et vapeur** sulfurique

**Stockage soufre**

**Soufre**

 **Phosphate**

 **Acide sulfurique**

**Acide phosphorique 29%**

**Concentration**

**PARAMETRES DE MARCHE :**

**Introduction :**

Les unités de l’atelier phosphorique, possède plusieurs paramètres qui conditionnent l’états de sa marche, mais ces paramètres sont eux aussi conditionnées par le bon fonctionnement et la sincérité des appareils utilisés (débitmètres, vannes automatiques, etc ..)ces paramètres se déréglant une fois une anomalie , est constatée dans l’un de ces appareils.

Le déréglage aura des conséquences mauvaises sur la réaction et la filtration et perturbe le contrôle du processus.

Cependant chaque opérateur d’installation doit essayer de maintenir la stabilité de la marche et éviter les dégâts des appareils.

**I SECTION BROYAGE :**

* 1. **Alimentation phosphate :**

L’alimentation en phosphate détermine la capacité de l’installation .

C’est le paramètre de base de l’installation car il va définir par cascade les conditions opératoires le débit régulier de phosphate sec amène un apport régulier de P2O5dans la boucle d’acide et assure une cristallisation homogène en qualité et poids.

* 1. **Teneur en solides de la pulpe :**

La teneur en solides de la pulpe phosphate doit être aussi constante que possible afin d’assurer une alimentation en P2O5 et en H2O constante vers l’attaque.

Il faut contrôler l’alimentation en eau du broyeur en augmentant ou en diminuant le point de consigne de façon à avoir une teneur en matières solides constante.

* 1. **Teneur en P2O5 :**

Egalement pour contrôler l’alimentation de l’attaque, la teneur en P2O5doit être surveillée.

**II SECTION ATTAQUE FILTRATION :**

L’unité attaque filtration possède plusieurs paramètres qui conditionnent l’état de sa marche, parmi ces paramètre il y en a quatre essentiels :

* la température.
* la teneur en sulfate libre
* le taux de solide dans la bouillie
* le teneur en P2O5  de l’acide.

**1- SECTION ATTAQUE :**

**paramètres primaires de suivi d’exploitation :**

* 1. **La température :**

La température de la réaction doit être maintenue aux environs de 75°C pour assure une cristallisation d’un gypse hémihydrate (CaSO4, H2O).

La dilution de l’acide sulfurique dans les cuves d’attaques ainsi que les réactions exothermiques se traduit par une augmentation des températures :

* une augmentation de température favorise l’information du semi-hydrate ce qui provoque une mauvaise filtration.
* une chute de température provoque la cristallisation du gypse en petits cristaux ce qui inclus des pertes en P2O5.

Le contrôle de la température se fait au moyen de la pression proportionnelle de l’évaporateur à bas niveau.

Si la température de réaction :

* + excède la valeur de consigne, on diminue la pression opératoire.
	+ Descend sous la valeur de consigne, on augmente la pression opératoire.

La différence de température entre l’entrée et la sortie du condenseur provoque un delta de température T .

L’observation de ce delta T donne une bonne indication de l’attaque du phosphate notamment en cas de blocage de la réaction (excès de SO3) dans ce cas le delta T diminue. Lorsque la réaction se débloque (faible excès de SO3 suivant un fort excès ) le delta T augmente suite au dégagement de la chaleur de réaction.

* 1. **la teneur en sulfate libre :**

La teneur normale en sulfate libre est entre 26 et 28 g/L. ces sulfates proviennent de l’acide sulfurique :

* une augmentation de cette teneur conduit à la sulfatation des grains des phosphates ;un manteau de gypse qui entoure le minerais empêchant ainsi toute attaque ultérieure, donc au blocage de l’attaque.

#  Le P2O5 perdu se nomme P2O5 inattaqué.

* une chute de teneur en sulfate conduit à la formation des cocristalisés (CaHPO4, 2H2o) ;P2O5 syncristallisé, qui contient du P2O5, et qui par conséquent constitue des pertes.

Les moyens d’action sont :

* d’une part, le réglage de l’introduction d’acide sulfurique en tête de réaction .
* d’autre part, le réglage d’une injection d’acide sulfurique en cours de mûrissement d0.ans le comparti0ment A de la cuve de la digestion.
	1. **Le taux de solides de la bouillie:**

La valeur de la teneur en solides de la bouillie est de 33 à 38%, toute augmentation de taux de solides provoque :

* l’augmentation de la densité de la bouillie,
* l’augmentation de l’ampérage des agitateurs,
* une mauvaise filtration.

Toute diminution de taux solide provoque :

* augmentation de la densité de filtrat bouillie ;
* augmentation de niveau dans la cuve d’attaque

Le contrôle de la fluidité de la bouille se fait par recyclage d’une partie de l’acide produit.

Si le débit de phosphate est toujours le même, on peut faire l’ajustement du débit d’acide recyclé avec l’acide d’une table.

Les moyens d’action sur ce paramètre sont :

* Si le %solides augmente, on accroît les débits d’acides recyclés.
* Si le % diminue, on réduit ces mêmes débits d’acide recyclé.

Après correction, la teneur en sulfate doit être suivie avec attention avec un temps de réponse d’environ 3h.

* 1. **la teneur en P2O5 de l’acide :**

plus le % en P2O5 augmente, plus la taille des cristaux de gypse diminue, ce qui rend leur filtration très difficile.

Par contre, opérer avec une % P2O5 trop faible, oblige à réduire la capacité de production par suite d’un accroissement de la quantité d’eau évaporer à la section de filtration

Le contrôle de la teneur en P2O5 s’effectue par mesure de la densité du filtrat de la bouillie d’attaque.

* Si la teneur en P2O5 est augmentée, le débit d’eau de lavage du gâteau de gypse au niveau de filtre est augmenté ;
* Si elle est diminuée, le même débit d’eau de lavage du gâteau à la filtration est diminué.

**Paramètres secondaires :**

En plus des paramètres dits primaires, il existe un ensemble d’indications et de mesures devant faire l’objet d’un suivi systématique. En fait la valeur de ces parametres dits secondaires est en définitive dépendante des valeurs des parametres primaires.

* Les relevés des devit de matières premières tout comme l’observation de leur disponibilité en quantité et qualité.
* L’ampérage consommé, d’une part les agitateurs et pompes opérant dans les cuves d’attaque et digestion, d’autre part par les équipement d’alimentation des matières premières.
* Le débit d’eau provenant de bac à effluent.

**2- SECTION FILTRATION :**

* 1. **Densité de l’acide 5% P2O5** :

Cette densité fournit une indication quant au degré d’épuisement en acide du gâteau de gypse avant sa décharge du filtre donc en principe l’efficacité du lavage du gâteau.

* 1. **Epaisseur du gâteau :**

A capacité donnée, l’épaisseur du gâteau est inversement proportionnelle à la vitesse de rotation du filtre. Une vitesse élevée allouant une surface de filtration importante peut favoriser cette dernière.

La hauteur du gâteau à la décharge atteint une hauteur de l’ordre de 70 mm.

* 1. **Importance du vide :**

L’on peut considérer que pour une vitesse donnée du filtre, la vitesse de filtration est en fonction directe du vide appliqué.

Dans une situation donnée, la plage de variation possible est limitée entre l’ouverture ou la fermeture complète de la vanne de rentrée d’air à l’aspiration des pompes à vide.

Le vide ici peut atteindre une valeur de 630 mbar en marche normale.

**3- SECTION CONCENTRATION :**

L’idée générale du contrôle de cette concentration est de maintenir un titre en acide phosphorique constant dans la boucle de la concentration en ajustant le débit d’acide alimenté.

* 1. **Boues :**

L’acide sortant du filtre dans le bac 113FR01 avant de déborder dans le décanteur 113FR02 .

Les boues de ce décanteur sont recyclées à la cuve d’attaque.

L’objectif est de maintenir la densité des boues à environ 1,45, soit environ 20% en solides.

Si la densité est inférieure, il faut diminuer la fréquence de pompage de 113FP03.

* 1. **Vide :**

Dans l’évaporateur le vide est maintenu constant. Il est régulé par une sonde de pression placée sur l’évaporateur et par une vanne (PV005J) contrôlant l’entrée d’air dans la tuyauterie placée en amont de la pompe à vide.

* 1. **Température :**

En condition normale, l’augmentation de température au travers de l’échangeur est de 2,5°c. toute réduction dans le débit de circulation résultera en un haut delta T.

Dans le cas extrême, l’acide peut entrer en ébullition dans les tubes.

En cas de haut delta T, vérifier :

\_le niveau de l’évaporateur

\_l’ampérage de la pompe de circulation.

La température de l’acide en équilibre avec le vide est mesurée en permanence. Ces deux valeurs conjugués permettent de déterminer le titre en P2O5 de l’acide sortant de la boucle de concentration.

**NB**: en effet, vide, température d’ébullition et titre en P2O5 de l’acide sont trois valeurs liées entre-elles. Si deux de ces valeurs sont fixées, la troisième l’est automatiquement la relation liant ces valeurs est empirique et varie pour chaque acide. Elle doit donc être déterminée lors du démarrage.

* 1. **Pression dans l’évaporateur :**

Pour une concentration donnée, la pression absolue dans l’évaporateur contrôle la température d’ébullition de l’acide. Cette pression doit rester constante. Si elle augmente la température de l’acide va augmenter et lorsque la pression reviendra à sa valeur initiale, un flash important de l’acide peut avoir lieu qui peut être la source de perte enP2O5 ou d’incrustations.

Si les points de consigne ne peuvent être maintenu par le DCS, vérifier l’état des installations et du matériel de mesure.

* 1. **Concentration en acide produit :**

L’objectif c’est de produire un acide 54%. En cas de contrôle manuel, il faut modifier plus ou moins le point de consigne de l’alimentation en acide faible.

Arrêts et démarrage de l’installation

**I- UNITE BROYAGE :**

**I-1 Mise en service du broyeur :**

Avant de démarrer le broyeur, il y’a lieu de :

Vérifier que les deux types d’eaux requises soient disponibles :

* l’eau de refroidissement, destinée à la réfrigération des huiles :
	+ lubrification couronne/pignon.
	+ paliers.
	+ réducteur principal.
* l’eau industrielle, nécessaire à la préparation de la bouillie de phosphate.

Vérifier que l’eau industrielle est disponible à la pression suffisante

Démarrer les circuits de lubrification du broyeur (pompe à huile).

Faire tourner le broyeur au moyen du groupe de virage afin de s’assurer que les boulets se meuvent normalement et que tout est normal dans les circuits de lubrification.

**I-2 Préparation. de la pulpe de phosphate**

**Mise en service :**

* Le broyeur étant en service, démarrer la peseuse 102AW02, l’extracteur 102AT01 et le racleur 103AT03.
* Ouvrir FIC401 de manière à toujours alimenter en eau la goulotte d’entrée du phosphate avant d’introduire celui-ci, afin d’éviter d’éventuels bouchages.
* Ouvrir le registre à aiguilles permettant d’alimenter l’extracteur en phosphate.
* Ajuster les débits aux valeurs nominales :
	+ FIC 401 : 96 m3/h
	+ WIC 501 : 180 m3/h.
* Mesurer le teneur en solides dans la pulpe produite, elle doit être de l’ordre de 65%.
* En fonction du résultat obtenu, ajuster le proportionneur FY 401.
* Vérifier si les granulométries obtenues après broyage sont conformes aux spécifications.

**Note** : afin d’obtenir une qualité granulométrique constante, il est recommandé de toujours alimenter le broyeur au débit nominal.

**I-3 Mise à l’arrêt** :

* Arrêter l’extracteur 102AT01, laisser vider la peseuse 102AW02 vers le broyeur.
* Laisser l’eau rincer le broyeur afin d’y diminuer la quantité de solides.
* Arrêter l’eau, arrêter le broyeur .
* Arrêter la pompe 102AP01 et vider les tuyauteries, les rincer à l’eau.

**Note** :ne jamais laisser la pulpe de phosphate dans les tuyauteries

**II UNITE D’ATTAQUE FILTRATION:**

**II-1 Démarrage de l’unité :**

Pour l’opérateur du chantier, il doit :

* S’assurer que toutes les vannes manuels sont fermé et que le circuit et disposé en mode production.
* Contrôle des purges et l’ouverture d’eau de bourrage sur toutes les pompes.
* Mettre l’eau de mer en service vers les colonnes de lavage des gaz (AE02, AE03) et vers les pompes à vides (AC01, AC04).

Pour l’opérateur SDC, il doit :

* S’assurer que toutes les vannes sont ouvertes à ~ 15%en mode manuel.
* Préparation de la pompe à pulpe 102 A/R P02 en circuit fermée : Par ouverture des vannes 102XV 802 et 804 et démarrage de la pompe 102 A/R P02.

**II-2 Démarrage de la filtration** :

* Mise en circuit fermée des pompes de lavage des gaz 103AP 35/37/38.
* Remplissage du bac 103AR08 par l’eau brute via l’indicateur de niveau 103LIC207 qui agie sur la vanne 103LV207 avec affichage d’un débit de 140m3/h
* Mise en service de la pompe 103 AP 07 avec indication du débit dans 103FV421=100m3/h et remettre la vanne 103LV207en mode automatique à 80%.
* Démarrage du filtre avec by-pass interlock I19.
* Démarrage de la pompe 103AP06 après remplissage du bac 103AR07 et réglage du débit de la vanne 103FV422 = 100m3/h et mettre la vanne 103LV206 en mode automatique à 80%.
* Mise en service de la pompe 103AP05
* Mise en service de la pompe 103AP04 avec un débit de 103FV406 = 100m3/h.

**II-3 Démarrage de l’attaque :**

* Aviser l’atelier sulfurique, la centrale et la REM pour le démarrage.
* Démarrage du système de lavage des gaz (pompes AP35 et 37 puis démarrage du ventilateur AC31).
* Alimentation de la cuve d’attaque par l’acide sulfurique (vanne d’alimentation principale ouverte à 15%).
* Ouverture progressive de la vanne 404 à pression constante indiqué par 103PIC002 jusqu’a atteindre un débit de 40 m3/h.
* Fermeture de la vanne 102XV802 du circuit fermé de la pulpe et réglage du débit massique de la pulpe via 102WIC509 sur 80T/h.
* Démarrage de la pompe à vide 103AC01, appoint d’un débit de 25m3/h via 103FIC419.
* Fermeture de la vanne du casse vide 103PIC003 (à 0%)
* Surveiller la pression dans le flash cooler jusqu’à atteindre 300mbar puis mettre la vanne PIC003 en mode automatique et démarrage de la pompe 103AP01.
* Démarrage de la pompe 103AP08 vers trémie à gypse.
* Démarrage de la pompe à vide 103AC04.
* En attendant l’augmentation du niveau dans le troisième digesteur 103AM04
* Préparation de la pompe à bouillie 103A/RP02.
* Ouverture de la vanne 103XV802 (A/R).
* Démarrage de la pompe 103A/R P02 après réglage du débit 103FV412 suivant le niveau dans 103AM04.
* Démarrage de la pompe 103AP03 après ouverture de la vanne 103HV602 à 50%.
* Démarrage du ventilateur du soufflage des toiles 103AC02.
* Augmentation progressive de la cadence

**II-4 Arrêt de l’unité :**

* Aviser la centrale la REM et l’atelier sulfurique.
* Arrêt l’alimentation des matières premières.
* Arrêt l’alimentation du filtre.
* Arrêt de l’alimentation de l’eau de lavage des toiles.
* Attendez que le liquide contenu dans la boite à vide soit évacué.
* Arrêt des pompes AP06, 05, 04, et en fin la pompe AP03.
* Arrêt de la pompe à vide.
* Arrêt de l’alimentation de l’eau de mer
* Arrêt du ventilateur soufflage.
* Arrêt des pompes AP35 et 37 puis le ventilateur AC31.
* Arrêt du filtre.

**III UNITE CONCENTRATION :**

**III-1 démarrage d’un échelon :**

Avant chaque démarrage, il faut s’assurer la disponibilité de :

* l’air instrument alimentant les appareils de contrôle .
* la vapeur .
* l’électricité .
* l’eau de mer .
* l’eau de refroidissement des garnitures des pompes.

En suite, il faut fermer les différentes vidanges :

* vidange refoulement et aspiration de la pompe 104IP04
* refoulement de la pompe 104JP02
* alimentation bacs d’échantillonnage 104JR05 et104JR06
* vidange de la pompe 104JP01

**III-1-1 remplissage de la boucle :**

* mettre en commande manuelle la vanne FCV402J.
* s’assurer que toutes les vannes de vidanges et les purges sont fermées.
* ouvrir la vanne de remplissage doucement .
* démarrer la pompe de remplissage par l’acide 54% .

**III-1-2 fin de remplissage : niveau =60% (LI 203)**

* arrêter de la pompe de remplissage 114FP05 et fermer la vanne de remplissage par l’acide.
* démarrer la pompe de circulation 104FP01

**III-1-3 mise sous vide :**

* ouvrir l’eau de mer sur le condenseur 104JE02 après l’ouverture des vannes.
* régler le débit d’eau de mer d’après les informations obtenue par le FP406J.
* démarrer la pompe à vide 104JP03.
* Régler le débit d’eau de mer.
* régler la pression absolue dans l’évaporateur.

**III-1-4 Mise en chauffe :**

* prévenir la central de vapeur .
* mettre le réchauffeur en chauffe suivant le procédure :
* mettre en commande manuelle la vanne de régulation FCV401 de la vapeur .
* ouvrir la vapeur sur le réchauffeur 104JE01 à faible débit, et laisser les évents.
* l’échangeur ouverts jusqu’à la pression dépasse 1 Bar absolu
* fermer la vanne de vidange de l’échangeur 104JE02 .lorsque le niveau dans le ballon atteint 50%, mettre la pompe 104JP05.
* **NB**:cette procédure n’est utilisée que le premier démarrage, pour le remplissage et le démarrage après un lavage il faut utiliser l’acide 54% pour ce taire :
* démarrer la pompe 114FP05 qui aspire l’acide 54% du bac 114FR05.
* démarrer les pompes 104JP02 et 113FP01J.
* ouvrir la vanne 104FV402Jen manuel.
* garder cette pendant 8 à 9 heures.

**Après lavage , fait :**

* arrêter le chauffage et fermer l’appoint d’eau .
* arrêter les pompes 104JP02 et 113FP01J et 104JP01.
* drainer la boucle vers le bac des effluents, 103AR13 à l’aide de la pompe de vidange 104IP04.
* drainer le reste vers le puisard 104IR04
* démarrer la pompe 104IP06 vers le puisard 113FR04.
* envoyer l’eau recollée dans 113FR04 vers 103AR13 en utilisant la pompe 113FP04

**III-2 Procédure d’arrêt de l’échelon :**

* Aviser IMACID et REM sur l’arrêt de l’échelon pour prendre les précautions nécessaires.
* Aviser l’opérateur du chantier pour commencer à arrêter l’échelon.
* Arrêter la pompe à vide.
* Fermer la vanne d’eau de mer progressivement.
* Ouvrir complètement la vanne PI005 pour casser le vide à l’intérieur de bouilleur.
* Arrêter la pompe d’alimentation de l’échelon en acide 29%.
* Fermer la vanne régulatrice FIC402.
* Disposer le circuit de vidange de la boucle vers l’unité 114.
* Une fois le niveau d’acide dans le bouilleur atteint 20%, la pompe de circulation 104PO1 s’arrête automatiquement par l’interlock de 104PI014 pour éviter la cavitation de la pompe.
* Continuer en vidange de la boucle par la pompe 104P02 en contrôlant le débit d’acide vers l’unité 114.
* Arrêter la pompe 104P02 une fois la boucle est vidangée.

**Travaux de procédés :**

**Introduction :**

En plus du lavage périodique, une série d’entretiens mécaniques est à réaliser à intervalles réguliers, que ça soit des entretiens préventifs, nettoyage ou remplacement de certains équipements.

1. **entretien normal hebdomadaire :**

***1.1* section attaque :**

* 1. ***circuit d’amenée du phosphate :***
* tarage de la peseuse (contrôle de la pesée) .
* nettoyage de la peseuse (soufflage à l’air comprimé des couteaux de la peseuse).
* Graissage de l’extracteur de phosphate sous la trémie principale.
* Nettoyage, contrôle et graissage du tamis situé avant la trémie principale.
* Introduction des boulets calibrés dans le broyeur.
	1. ***cuve d’attaque*** :
* graissage pompes vers évaporateur et vers filtre.
* Nettoyage mécanique de la canne de bullage pour l’indication de niveau après l’avoir enlevée.
* Vérification du niveau d’huile dans les réducteurs des agitateurs et circulateur.
* Contrôle des doubles buses d’alimentation de l’acide phosphorique recyclé et de l’acide sulfurique concentré après lavage.

**1.2 Section filtration :**

les travaux de procédés effectués au niveau de la section filtration chaque semaine sont :

* lavages à l’eau des circuits de circulation de l’acide et filtre.
* Vérification et changement des toiles si nécessaire.
* Graissage du filtre :
	+ 1. Galets porteurs du filtre.
		2. Galets de centrage.
		3. Galets des cellules.
		4. Paliers des cellules.
		5. Couronne dentée pour l’entraînement du filtre et pignon.
	1. **instrumentation :**
* vérification et graissage des vannes automatiques sur les circuits des eaux et sur les circuits des acides.
* Remise au point des appareils qui ont été défaillants pendant la semaine écoulée.

**1.4 section concentration :**

Une fois chaque mois :

* on inspecte la pompe de circulation (boulons, roue, écrou de roue) ;
* on inspecte les purgeurs de vapeur sur la ligne des condensats

une fois chaque six mois :

 on inspecte les pulvérisateurs du condenseur.

1. **Entretien à réaliser toutes les deux semaines :**

A repartir :première semaine et deuxième semaine, le jour de l’entretien hebdomadaire et pendant les 8 heures d’entretien.

Première semaine : vérification et nettoyage si nécessaire des conduits d’aspiration des gaz de la cuve d’attaque vers le groupe de dégazage.

Deuxième semaine : nettoyages mécanique des densimètre et indicateurs de niveau.

**3. Entretien mensuel (à repartir sur 4 semaines) :**

 à faire pendant les 8 heures d’arrêt hebdomadaire :

**Première semaine :**

1. Vérification de niveau de huile groupe de commande du filtre.
2. Vérification de l’accouplement du filtre (remplacement de caoutchoucs si nécessaire) et l’élément de transmission du variateur de vitesse.
3. Vérification du tuyau d’alimentation en acide faible vers la concentration ou le stockage et du retour.
4. Nettoyage de la pompe d’alimentation en acide 29% vers la concentration ou le stockage (nettoyage mécanique de la pompe).

**Deuxième semaine :**

graissage des vannes automatiques de la filtration (vannes sur pulpe et sur les lavages)

**troisième semaine :**

1. Vérification et nettoyage des rampes de la lavage des toiles et des pulvérisateurs.
2. Vérification le réglage des jeux des galets porteurs du filtre.
3. Nettoyage des doubles buses d’alimentation de l’acide recyclé dans la cuve d’attaque et H2SO4.

**Quatrième semaine :**

1. Nettoyage des drains des séparateurs des ventilateurs aspirant et soufflant du filtre.
2. Vérification des pompes à vide attaque et filtration.
3. **Arrêt annuel : entretien de 10 jours d’arrêt.**
* Inspection de l’intérieur du broyeur à phosphate et recharge éventuelle des blindages.
* Vérification des sondes des niveau et de leur gaine (trémie à phosphate).
* Changer l’huile de tous les réducteurs (chaîne à phosphate , agitateurs cuve d’attaque, pompe évaporateur, etc.
* Vidange, nettoyage et répartition de la cuve d’attaque après lavage de 48h.
* Nettoyage des agitateurs (cristallisation sur les pales) principalement en tête du circuit.

**Sécurité de l’unité (zones à risques et mesures de sécurité)**

1. ***Introduction :***

La sécurité des agents et de l’installation est un facteur primordial dans le développement des industries, et à son tour l’atelier phosphorique donne un intérêt très important à la sécurité.

1. ***unité broyage :***
	1. ***Zones à hauts risque :***

 Les zones les plus dangereuses dans l’unité de broyage sont :

* Cabanages des broyeurs et tous ce qui l’entoure, station de graissage (pression d’huile élevée)
* Bandes et convoyeurs.
* Appareils tournants, (vis d’archiméde, ventilateur….)
* Poussière.

il faut prendre les moyens de sécurité suivante :

* Masque anti poussière et anti bruit.
* Tenue de travail.
* Lunette en écran facial.
* Chaussure de sécurité
* Gants en cuir.
	1. ***Procédures de sécurité appliquées :***
* être très attentif.
* Assurer l’encadrement des travaux.
* Empêcher tout travail non sécuritaire
* Assurer l’isolement, le vidange, et la mise hors tension de tout appareil tournant soumis à l’intervention.
* Donner une parfaite connaissance de son travail
* Porter l’équipement de sécurité
1. ***Unité attaque –filtration et concentration :***
	1. ***Zones à hauts risques de l’installation***
* Conduites d’acide sulfurique ;
* Conduites d’acide phosphorique ;
* Conduites de vapeur ;
* Appareils tournants et filtres ;
* Vis d’Archimède ;
* Débordement des cuves ;
* Dégagement des gaz plus ou moins toxique ;
* Circuits de la bouillie ;
	1. ***Mesures de sécurité :***

 les mesures de sécurité qui doivent être prises en compte lors de l’exploitation de l’unité.

1. Système de détection et de lutte contre l’incendie :

Le système d’alerte anti-acide doit être conforme à la législation locale.

En cas d’incendie, il doit être possible d’utiliser des extincteurs portables ou des hydrants présents en divers endroits de l’installation. Le matériel doit être vérifiés régulièrement.

1. Douches de sécurité :

Des douches de sécurité doivent être installés au mois aux endroits suivant :

* A proximité des tanks de réaction et de digestion ;
* Au rez-de-chaussée du bâtiment filtration (à coté des pompes);
* Au rez-de-chaussée de la section concentration ;
* Dans la zone des stockages.
1. Laves yeux :

Des laves yeux devraient être installés aux mêmes endroits que les douches de sécurité

1. Intervention dans une cuve :
* Lors d’une intervention il doit toujours y avoir un homme restant à l’extérieur du tank. Celui ci a pour rôle de récupérer l’homme dans la cuve au cas ou ce dernier perdait conscience.
* Un masque autonome doit être utilisé en cas d’absence d’air frais.
* Les équipement rotatifs doivent être neutralisés afin d’empêcher une mise en route accidentelle
* Avant d’entrer dans un équipement, il faut attendre qu’ se refroidisse.
1. Equipements rotatifs :
* Les équipement rotatifs tel les pompes, les agitateurs, et les moteurs doivent être maintenu en état du point de vue sécurité
* Chaque intervention devrait être autorisée par un permis de travail.
* Les procédures existantes de marquage et de suivi de ces équipements doivent être suivies.
1. Tuyauteries :
* Avant d’ouvrir une tuyauterie, il faut le vider, la laver et la purger.
* Il faut placer des pleins joints afin de s’assurer qu’aucun liquide ou vapeur ne peut revenir
* Lors de l’ouverture, le personnel doit porter des équipements de sécurité adéquats (gants, lunettes ou couvre face, vêtement de protection.
1. Divers :

En cas d’intervention prés des équipements en plastique, il faut faire très attention aux risques d’incendie. Les projections de soudures les enflamment facilement.

**SECURITE DES EQUIPEMENTS:**

###### Unité broyage et filtration

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Equipements** | **Sécurités** | **Raisons** |
| **Bande et convoyeurs** | * Déport bande ;
* Asservissement avec les autres bandes
* Détecteur des métaux
* Fil d’arrêt d’urgence
 | * Eviter l’usure de la bande ;
* Eviter le sur niveau et la mauvaise homogénéisation ;
* Eviter le blocage d’attaque ;
 |
| **Agitateurs et moteurs** | * Température d’huile ;
* Niveau d’huile ;
* Pression d’huile ;
 | * Garder la viscosité d’huile et éviter toute sorte d’incendie ;
* Assurer la bonne lubrification des engrenages.
 |
|  **doso et l’extracteur**  | * Interlock entre le doso et l’extracteur
* Arrêt d’urgence.
 | * Protéger le doso contre la surcharge et les corps étrangers ;
* Eviter le blocage du broyeur ;
* Eviter le débordement de phosphate
* En cas d’anomalie.
 |
| **Filtre bird prayon** | * Vitesse minimale ;
* Vitesse maximale.
 | * Eviter l’augmentation de l’épaisseur ;
* Eviter la casse vide.
 |
| **Pompe 102P01 P02 et PO3** | * Température d’huile.
* Deux filtres
 | * Eviter toute sorte d’incendie.
* Eviter le blocage des pompes
 |

######  Unité concentration :

1) Le transformateur de vapeur :

* La conductivité haute de condensats secondaire
* Niveau bas du vaporisateur pression haute du vaporisateur
* Niveau haut du vaporisateur
* Niveau bas de la bâche alimentaire
* Conductivité haute des condensats secondaire du dégazeur
* Niveau très haut du ballon condensats

2) L’échangeur :

* Pression haute de la vapeur secondaire entrée échangeur
* Température haute de la vapeur secondaire entrée échangeur
* Niveau haut du vaporisateur
* Pression haute du vaporisateur
* Niveau bas du vaporisateur
* Conductivité haute condensats
* Température haute acide sortie réchauffeur
* Arrêt pompe de circulation
* Arrêt pompe de vide arrêt pompe des condensats

3) Pompe à condensats :

* Conductivité haute de condensats
* Niveau très bas ballon condensats
1. **Optimisation des pertes en fonction de l’épaisseur du gâteau :**

Lors de mon stage il m’a été demandé de faire un essai sur les pertes au niveau de la section de filtration, on faisant varier l’épaisseur du gâteau tout on laissant le débit d’alimentation du filtre par la bouillie fixe.

Les résultats obtenu son regroupé dans les tableaux suivants :

Essai N°1 :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Epaisseur** | **60** | **65** | **70** | **75** | **80** |
| **Débit H2SO4** | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| **Débit bouillie** | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 | 555 |
| **Vitesse filtre** | 170 | 170 | 180 | 180 | 190 | 190 | 220 | 220 | 240 | 240 |
| **Epaisseur gâteau** | 60 | 61 | 66 | 64 | 71 | 70 | 75 | 74 | 79 | 80 |
| **Vide filtration** | 656 | 658 | 643 | 644 | 632 | 634 | 600 | 602 | 576 | 575 |
| **Acide faible** | 1042 | 1041 | 1040 | 1042 | 1039 | 1038 | 1030 | 1031 | 1030 | 1029 |
| **Acide fort** | 1282 | 1282 | 1284 | 1283 | 1282 | 1281 | 1287 | 1288 | 1288 | 1289 |
| **Perte en masse** | 34.6 | 34.2 | 24.7 | 24.71 | 34.6 | 22.97 | 22.98 |





Essai N°2 :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Epaisseur** | **60** | **65** | **70** | **75** | **80** |
| **Débit H2SO4 (m3/h)** | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| **Débit bouillie (m3/h)** | 550 | 550 | 550 | 550 | 550 |
| **Vitesse filtre(s/t)** | 170 | 180 | 190 | 220 | 240 |
| **Epaisseur gâteau (mm)** | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| **Vide filtration (mmbar)** | 679 | 663 | 650 | 620 | 609 |
| **Acide faible (kg/m3)** | 1053 | 1048 | 1040 | 1030 | 1028 |
| **Acide fort (kg/m3)** | 1280 | 1282 | 1284 | 1287 | 1289 |
| **Perte en masse (%)** | 26.3 | 24.6 | 18.9 | 24.6 | 25.4 |





Essai N°3 :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Epaisseur** | **60** | **65** | **70** | **75** | **80** |
| **Débit H2SO4 (m3/h)** | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| **Débit bouillie (m3/h)** | 570 | 570 | 570 | 570 | 570 |
| **Vitesse filtre(s/t)** | 170 | 180 | 190 | 220 | 240 |
| **Epaisseur gâteau (mm)** | 64 | 67 | 71 | 78 | 82 |
| **Vide filtration (mmbar)** | 591 | 559 | 552 | 518 | 505 |
| **Acide faible (kg/m3)** | 1032 | 1035 | 1033 | 1034 | 1033 |
| **Acide fort (kg/m3)** | 1284 | 1287 | 1288 | 1295 | 1298 |
| **Perte en masse (%)** | 24 | 20.1 | 25.4 | 25.5 | 27.3 |





Essai N°4 :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Epaisseur** | **60** | **65** | **70** | **75** | **80** |
| **Débit H2SO4 (m3/h)** | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| **Débit bouillie (m3/h)** | 537 | 537 | 537 | 537 | 537 |
| **Vitesse filtre(s/t)** | 180 | 190 | 200 | 220 | 240 |
| **Epaisseur gâteau (mm)** | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| **Vide filtration (mmbar)** | 634 | 625 | 609 | 588 | 568 |
| **Acide faible (kg/m3)** | 1039 | 1034 | 1031 | 1030 | 1030 |
| **Acide fort (kg/m3)** | 1283 | 1288 | 1287 | 1289 | 1290 |





#  CONCLUSION :

 **L**a réalisation de ce rapport m’a permis de s’initier à la vie active, d’acquérir certaines notions sur le savoir, le savoir faire et le savoir être, de s’habituer à affronter les problèmes industriels au sein de l’atelier phosphorique de **IMACID**, et de prendre les décisions qui s’imposent tout en étant conscient des risques à courir.

 **J**’ai ainsi pu faire le lien entre ce que nous avons étudié et ce que nous serons amenés à faire dans le futur en étant que chef d’équipe.

 **P**ar la même occasion, ce stage m’a permis d’enrichir mes connaissances sur les installations industrielles car, avec de la chance, j’ai pu participer avec les chefs d’équipe de production aux différents opérations telles que, le démarrage et l’arrêt de l’installation, le réglage des paramètres de marche, et l’élaboration des préparatifs des opérations de maintenance et de processus.

 **E**nfin, j’ai pu constater que les relations humaines ont un rôle très important dans la vie active, surtout pour un chef d’équipe qui doit constituer le trait d’union entre la hiérarchie et son équipe.