



**MAROC PHOSPHORE
JORF LASFAR
AFC1**

**MANUEL OPERATOIRE
ET DE SÉCURITÉ**

**Usine de Production
d'acide phosphorique**

**JACOBS ENGINEERING INC.
LAKELAND, FL USA**

PROJET N° : Q3600XXX

Table des Matières

1. Description de l'usine et du processus	5
1.1. Généralités	5
1.2. Atelier de fabrication	6
1.3. Chimie des procédés	177
2. Conception de base	Error! Bookmark not defined.2
2.1. Capacité de l'usine	222
2.2. Zones techniques	223
2.3. Matières premières	244
2.4. Utilités	255
2.5. Effluents de l'usine	266
2.6. Conditions du site	277
3. Mise en service et démarrage initial	29
3.1. Présentation	29
3.2. Mise en service	332
3.3. Tests de fuite et sous vide	34
3.4. Écoulement d'eau	40
3.5. Démarrage initial	487
4. Fonctionnement section : Réception et épaissement de la pulpe de Phosphate	665
4.1. Présentation de la réception et de l'épaississement de la pulpe de Phosphate ...	665
4.2. Fonctionnement normal	676
4.3. Démarrage normal	732
4.4. Arrêt normal	754
4.5. Arrêt d'urgence	764
4.6. Dépannage	765
5. Fonctionnement section : Réaction & filtration	786
5.1. Présentation de la réaction et de la filtration	786
5.2. Fonctionnement normal	78
5.3. Démarrage normal	921
5.4. Arrêt normal et lavage	954
5.5. Arrêt d'urgence	977
5.6. Dépannage	98
6. Fonctionnement section : Clarification et stockage ACP à 28%	99
6.1. Présentation de la clarification et du stockage d'ACP à 28%	100
6.2. Fonctionnement normal	1011
6.3. Démarrage normal	1044
6.4. Arrêt normal et lavage	1055
6.5. Inspection et lavage	1055
6.6. Arrêt d'urgence	1055
6.7. Dépannage	106
7. Fonctionnement section : Concentration d'ACP (CAP)	1077
7.1. Concentration Introduction	1077
7.2. Fonctionnement normal	10808
7.3. Démarrage normal	1133
7.4. Arrêt normal et ébullantage	1155
7.5. Arrêt d'urgence	11818
7.6. Dépannage	12119
8. Fonctionnement section : Stockage, expédition et mise au rebut du FSA	1221
8.1. Présentation du stockage, de l'expédition et de la mise au rebut du FSA	1221
8.2. Fonctionnement normal	1232

8.3.	Démarrage normal pour la ZONE de FSA produit	124
8.4.	Démarrage normal de l'expédition de FSA produit	1265
8.5.	Démarrage normal de la mise au rebut du FSA	1276
8.6.	Arrêt normal et ébouillantage	1276
8.7.	Dépannage	1287
9.	Fonctionnement section: Clarification et stockage d'ACP à 54%	12928
9.1.	Présentation de la clarification et du stockage à 54%	12928
9.2.	Fonctionnement normal	12928
9.3.	Démarrage normal	13231
9.4.	Arrêt normal	13332
9.5.	Inspection et lavage	1332
9.6.	Arrêt d'urgence	1332
9.7.	Dépannage	134
10.	Fonctionnement section : Tour de refroidissement et condensat de traitement	1354
10.1.	Présentation de la tour de refroidissement et du condensat de traitement	1354
10.2.	Fonctionnement normal	1365
10.3.	Système de traitement des eaux de la tour de refroidissement	13938
10.4.	Fonctionnement du ventilateur à cellules et contrôle de la température	13938
10.5.	Contrôle de la pression et du débit de l'eau	13938
10.6.	Démarrage normal	14241
10.7.	Arrêt normal	1421
10.8.	Inspection et nettoyage	1421
10.9.	Arrêt d'urgence	1432
10.10.	Dépannage	143
11.	Feuilles de marche et de contrôle :	145
11.1.	Feuilles de contrôle de l'opérateur	1453
11.2.	Échantillonnage	1453
11.3.	Lavage de routine	148
11.4.	Maintenance minimale recommandée	1553
12.	Sécurité	1575
12.1.	Introduction à la sécurité	1575
12.2.	Équipements de protection individuel (EPI)	1575
12.3.	Produits chimiques	16058
12.4.	Températures élevées	1620
12.5.	Douches d'urgence et stations de lavage yeux	1620
12.6.	Règles de sécurité générales	1631
12.7.	Procédure d'accès aux espaces confinés	1653
12.8.	Procédure de verrouillage et d'étiquetage de sécurité	17169
12.9.	Fiches de données de sécurité (FDS) Consultez l'Annexe 13.11	1731
13.	Annexes	1742
13.1.	Diagrammes des opérations	1742
13.2.	Schémas de tuyauterie et d'instrumentation	175
13.3.	Schémas de la matrice d'interverrouillage	1797
13.4.	Schémas logiques complexes	18078
13.5.	Tableaux opérationnels	18179
13.6.	Dépannage des pompes et des ventilateurs	18280
13.7.	Procédures de démarrage et données du plan d'étanchéité mécanique	1853
13.8.	Procédure de démarrage de la pompe à vide	1964
13.9.	Paramètres de l'instrument	1975
13.10.	Feuilles de contrôle de l'opérateur	208

AVANT-PROPOS

Ce manuel opératoire a été élaboré pour servir comme guide pour la formation des opérateurs et des superviseurs de l'usine. Il contient des informations chimiques et physiques d'ordre général, également contient des données sur le bilan matières, des descriptions de processus et des diagrammes de flux, les procédures recommandées ainsi que des discussions techniques sur la conception de base de l'usine utilisés pour concevoir le processus et l'équipement.

Ce document technique contient des informations générales qui sont appelées d'être complétées et modifiées au fur et à mesure selon les besoins de la formation des opérateurs, et également seront complétées et mise à jour en fonction de l'expérience et des jugements acquis des opérateurs et des superviseurs eux-mêmes à mesure qu'ils se familiarisent avec les fonctionnalités et caractéristiques spécifiques de l'usine en fonctionnement. Certains détails décrits dans ce manuel peuvent être modifiés pendant la conception détaillée, la configuration du DCS et l'approvisionnement en équipement, ou remplacés par des manuels et/ou consignes spécifiques du fabricant. Le manuel doit être révisé ou complété afin de refléter ces modifications.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 5 sur 209

1. Description de l'usine et du processus

1.1. Généralités

L'usine d'acide phosphorique ODI P1 située à Jorf Lasfar, au Maroc, est conçue pour produire 450 000 t/an de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique par le biais du processus de Dihydrate de Jacobs. Le taux de fonctionnement instantané prévu est de 1 500 t/jour (62,5 t/h) de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique.

1.2. Atelier de fabrication

L'usine d'acide phosphorique comprend les zones suivantes :

Zone	Diagramme des opérations
Épaississement de pulpe de Phosphate	402A-PF-001
Zone de réaction	403A-PF-001
Fosse de récupération	403A-PF-002
Filtration	403A-PF-003
Clarification et stockage d'acide à 28 %	413A-PF-001
Concentration	404A-PF-001
Clarification et stockage d'acide à 54 %	414A-PF-001
Utilités – Vapeur et condensat	404A-PF-002
Utilités – Eau non traitée et eau de mer	404A-PF-002
Récupération, stockage et mise au rebut du FSA	404B-PF-003
Tour de refroidissement et condensat de traitement	425E-PF-004

1.2.1. Épaississement de pulpe de Phosphate

La pulpe de Phosphate est fournie par JPH à partir d'OSBL vers les réservoirs de réception de la pulpe de Phosphate (402AA/BR02) **à 53 % de solides**. La pulpe de Phosphate est pompée vers l'épaississeur de pulpe (402AAR03) via des pompes et des commandes OSBL vers l'installation d'acide phosphorique. Dans l'épaississeur, l'eau déborde et retourne vers le réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur (402AAR07) et de la pulpe épaissie (65 % de solides) est pompée vers les réservoirs de pulpe de Phosphate (402AA/BR06). Un recyclage continu est maintenu dans le cône inférieur de l'épaississeur à l'aide des Pompes de recyclage de l'épaississeur (402AA/KP05). Les pompes d'alimentation du réacteur à vitesse variable (402AA/BP06) transfèrent la pulpe de Phosphate correctement épaissie vers le réacteur. Une solution de floculant dilué est ajoutée à l'épaississeur pour faciliter le processus d'épaississement. Toutes les pompes de pulpe de Phosphate associées au système épaississeur sont des pompes à pulpe robustes fournies par Weir et dotées de doubles joints mécaniques et d'un plan d'étanchéité API 53A. Pour obtenir des données sur la pulpe de Phosphate et les joints mécaniques de pompe à floculant, consultez l'Annexe 13.7.

Un puisard de récupération (402AAR01) avec agitateur (402AAA01) et pompe (402AAP01) est fourni pour collecter le déversement et le pomper vers les réservoirs de réception de la pulpe de

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 6 sur 209

Phosphate. La pompe du puisard de récupération ne requiert pas et n'est pas dotée d'un système d'étanchéité API.

1.2.2. Réaction

La pulpe de Phosphate provenant des pompes d'alimentation du réacteur et l'acide sulfurique (98,5 % H_2SO_4), pompé à partir des Limites de batterie, réagissent dans le réacteur annulaire de Jacobs (403AAM01) pour former de l'acide phosphorique et du sulfate de calcium dihydraté ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ou du gypse. La bouillie phosphorique du réacteur est transférée vers le réservoir de maturation (403AAM02) avant d'être pompée vers les filtres à cellules basculantes (403A A/BS02). La section de réaction est conçue pour produire du gypse facile à laver et à filtrer, ce qui entraîne une récupération prévue de P_2O_5 dans les sections de réaction et de filtration sections d'environ 95 %.

Le réacteur annulaire de Jacobs comprend les sections suivantes :

- Anneau extérieur (compartiments 1 à 7)
- Compartiment central
- Compartiment d'alimentation du refroidisseur
- Compartiment de la pompe

Le réservoir de maturation comprend les sections suivantes :

- Compartiment de Joint du refroidisseur
- Compartiments d'ajustement 1 et 2
- Compartiment d'alimentation du filtre

La désagrégation de la roche et la cristallisation du gypse se produisent dans les compartiments initiaux (1 à 7) avec un recyclage et un mélange important de pulpe. Les autres compartiments prévoient un temps de séjour supplémentaire pour accroître la croissance du cristal. Le volume total du système est d'environ 3240 m³, avec 2380 m³ dans le réacteur et 860 m³ dans le réservoir de maturation. Le temps de séjour total avec ce volume est d'environ 4 heures.

1.2.2.1. Réacteur annulaire de Jacobs

Le réacteur est construit sous forme de deux réservoirs concentriques et divisé en neuf zones ou sections de traitement. Le réservoir interne constitue le compartiment central. Une section unique dans la zone de l'anneau extérieur avec un septième du volume annulaire total constitue le compartiment d'alimentation du refroidisseur. Le reste de l'anneau extérieur comprend les compartiments 1 à 7, qui ne sont pas séparés par des cloisons. Le compartiment de la pompe est une petite section jointe au côté du compartiment d'alimentation du refroidisseur et il sert de réservoir d'alimentation des pompes de circulation du refroidisseur. Chaque section, à l'exception du compartiment de la pompe, est dotée d'un agitateur.

La pulpe de Phosphate, comprenant 65 % de solides, est mesurée et alimentée dans le compartiment 1 où elle est diluée avec un volume important de pulpe recyclée à partir du compartiment de joint du refroidisseur du réservoir de maturation. La roche doit être bien

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 7 sur 209

dispersée pour empêcher le revêtement et la passivation de la roche, et les pertes de substitution de phosphate. C'est pour cette raison que les agitateurs n°1 et n°2 du compartiment (403AAA01/02) sont des mélangeurs à cisaillement élevé. La pulpe recyclée à partir de la zone de clarification d'acide à 28 % est également alimentée dans le compartiment 1.

La bouillie phosphorique passe à travers l'anneau extérieur du réacteur dans lequel elle est mélangée à de l'acide sulfurique, qui est alimenté en amont des agitateurs n°5 et n°6 (403AAA 05/06). L'acide sulfurique est d'abord dilué dans des tés de mélange (403AA/BA14) avec de l'acide phosphorique recyclé à partir de la zone de filtration, afin de faciliter sa dispersion dans le réacteur. Les concentrations locales élevées d'acide sulfurique ne sont pas recommandées car elles entraînent une nucléation et une déshydratation du cristal. Le niveau de sulfate dans l'anneau extérieur est presque constant en raison du flux de remélange important produit par les agitateurs et de l'effet de « volant » obtenu à partir de la pulpe recyclée. Les gradients de sulfate locaux dus aux ajouts de roche et d'acide sont donc minimisés.

La digestion de la roche et la cristallisation du sulfate de calcium se produisent principalement dans les sections annulaires extérieures 1 à 7. La température de réaction est maintenue à 82°C pour favoriser la formation de cristaux de Dihydrate et la digestion rapide de la roche. Le niveau de sulfate est contrôlé pour obtenir des niveaux faibles de sursaturation et minimiser les pertes de phosphate insoluble dans le gypse.

Les vapeurs dégagées pendant la phase de réaction sont évacuées du compartiment 7 vers le laveur des gaz (403AAD07). À partir du compartiment 7, la bouillie phosphorique circule dans une ouverture de sous-écoulement vers le compartiment central.

À partir du compartiment central, la bouillie phosphorique circule dans une ouverture de sous-écoulement vers le compartiment d'alimentation du refroidisseur. Ces sections fournissent un temps de séjour supplémentaire pour digérer la roche non convertie dans les sections annulaires et réduire la sursaturation.

Les pompes de circulation de refroidisseur (403AA/BP01) aspirent le compartiment de la pompe qui est relié au compartiment d'alimentation du refroidisseur. Ces pompes transfèrent une grande quantité de bouillie phosphorique (environ 18 000 m³/h) vers le Flash Cooler (403AAD01). Ces Pompes de circulation de refroidisseur ont une conception à écoulement axial et sont dotées de plans d'étanchéité mécanique API 32.

1.2.2.2. Flash Cooler

Les réactions dans le réacteur sont exothermiques. Le système de Flash Cooler élimine l'excès de chaleur afin de contrôler la température de réaction et est conçu pour un taux de fonctionnement de 1 600 t/j de P₂O₅. Le Flash Cooler exerce une aspiration absolue d'environ 275 mm Hg et évapore l'eau dans la pulpe de recyclage. Le refroidisseur est installé au-dessus du réacteur afin de réduire la hauteur d'élévation des pompes de circulation de refroidisseur. Le Flash Cooler est conçu pour limiter le refroidissement de la pulpe à 2,5°C environ afin de minimiser la nucléation et l'entartrage.

La vapeur provenant du Flash Cooler est condensée dans le pré-condensateur du refroidisseur (403AAD02) et dans le condensateur du refroidisseur (403AAD03). Le pré-condensateur

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 8 sur 209

préchauffe l'eau de traitement recyclée provenant du laveur des gaz (403AAD07). Le liquide provenant du pré-condensateur est collecté dans le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur de refroidisseur (403AAR02). La pompe d'alimentation du pré-condensateur (403AAP04) renvoie l'eau vers le pré-condensateur et fournit de l'eau chaude à la zone de filtration pour laver les gâteaux et les tissus. Ces pompes sont fournies avec des plans d'étanchéité mécanique API 32.

Après le pré-condensateur, la plupart de la vapeur d'eau est condensée avec le condensat de traitement refroidi dans le condensateur du refroidisseur. Le liquide provenant du condensateur de refroidisseur est déchargé par le biais d'une fosse de renvoi du condensat de traitement dans le bassin chaud. Les éléments non condensables sont éliminés par la pompe à vide du refroidisseur (403AAC01) et déchargés vers le laveur des gaz. L'air est évacué dans la conduite d'aspiration de la pompe à vide afin de contrôler la pression dans le Flash Cooler. Pour connaître les procédures et consignes de démarrage de la pompe à vide, veuillez consulter la section 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du fabricant de la pompe à vide.

1.2.2.3. Réservoir de maturation

La pulpe du réacteur provenant du Flash Cooler s'écoule dans le compartiment d'étanchéité du refroidisseur dans le réservoir de maturation, qui bloque la conduite de vidange du Flash Cooler. La majeure partie de la pulpe dans ce compartiment déborde dans un déversoir et retourne dans le réacteur. Une plus petite quantité déborde à travers un autre déversoir dans les compartiments d'ajustement puis dans le compartiment d'alimentation du filtre. Les compartiments d'ajustement sont dotés de conduites permettant d'ajouter de la pulpe de Phosphate ou de l'acide sulfurique afin d'ajuster la concentration de calcium dans le liquide d'alimentation du filtre sans affecter le niveau de sulfate dans le réacteur. Le réservoir de maturation est également ventilé à partir des compartiments d'ajustement jusqu'au laveur des gaz. Les pompes d'alimentation du filtre (403AA/BP02) transfèrent la bouillie phosphorique du compartiment d'alimentation du filtre à la zone de filtration. Ces pompes sont fournies avec les plans d'étanchéité mécanique API 53A.

De grandes pompes mobiles, les pompes mobiles de bouillie phosphorique (403AA/BP06), sont également fournies afin de pomper le fond des compartiments du réacteur ou du réservoir de maturation, au cas où des solides s'accumuleraient. Les pompes mobiles de bouillie phosphorique incluent les plans d'étanchéité mécanique API 32.

1.2.3. Laveur des gaz

L'usine est conçue pour minimiser les émissions de fluorure. Les éléments de l'équipement dans lesquels des fluorures gazeux sont générés dans les zones de réaction, de filtration et de concentration sont ventilés par un système de collecteur installé dans toute l'usine jusqu'au laveur des gaz, ce qui réduit le niveau de fluorure à moins de 5 mg/Nm³. Pour empêcher la déposition de silice dans la conduite, la vapeur de fluorure provenant du réacteur et du réservoir de maturation est lavée à l'aide de pulvérisateurs d'eau.

Après avoir pénétré dans le laveur des gaz et avoir traversé les pulvérisateurs initiaux, les gaz s'écoulent horizontalement à travers une section de pulvérisation vide puis via trois phases de

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 9 sur 209

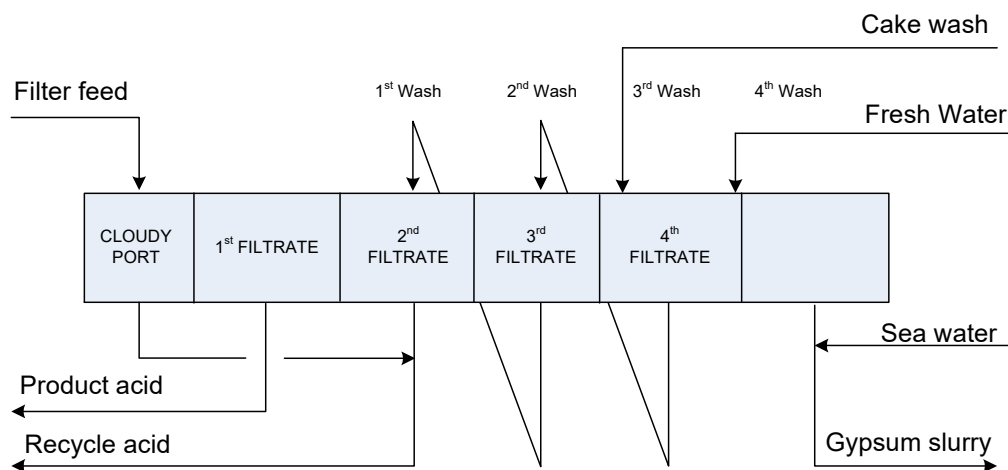
conditionnement et une phase de désembuage en série. Les deux premières phases de conditionnement sont lavées à l'aide d'eau de traitement recyclée à partir du puisard d'eau de traitement (403AAR07) via les pompes du puisard d'eau de traitement (403AA/KP07). La 3^{ème} phase est constamment lavée et le dévisiculeur est lavé par intermittence avec de l'eau douce de traitement provenant de la pompe de lavage d'eau douce (403AAP09). La phase finale du dévisiculeur élimine l'entraînement des gouttelettes.

Le laveur exerce une légère dépression, d'environ -150 mm H₂O (g) au niveau de l'entrée jusqu'à environ -400 mm H₂O (g) au niveau de la sortie. La dépression est fournie par le ventilateur d'extraction du laveur (403AAC03) qui décharge dans la cheminée (403AAD08). L'effluent d'eau de pulvérisation provenant du laveur est étanchéifié et évacué vers le puisard d'eau de traitement (403AAR07) et pompé par la pompe de puisard du laveur de processus vers les gicleurs du laveur des gaz, le pré-condensateur et le réservoir d'eau de lavage (413AAR01).

Le puisard d'acide du réacteur/filtre (403AAR04) avec l'agitateur (403AAA15) et la pompe (403AAP15) est fourni pour collecter le déversement des zones de réaction et de filtration et le renvoyer vers le réacteur ou le réservoir d'eau de lavage. La pompe de puisard d'acide du réacteur/filtre ne requiert pas, et n'est pas dotée d'un système d'étanchéité API.

1.2.4. Filtration

Dans la section de filtration, deux filtres à cellules basculantes (403AA/BS02) séparent l'acide phosphorique et le gypse. Les deux filtres fonctionnent en parallèle mais peuvent fonctionner individuellement à une capacité de 120 % lorsque l'un d'eux est nettoyé. La discussion suivante s'applique à chaque filtre.



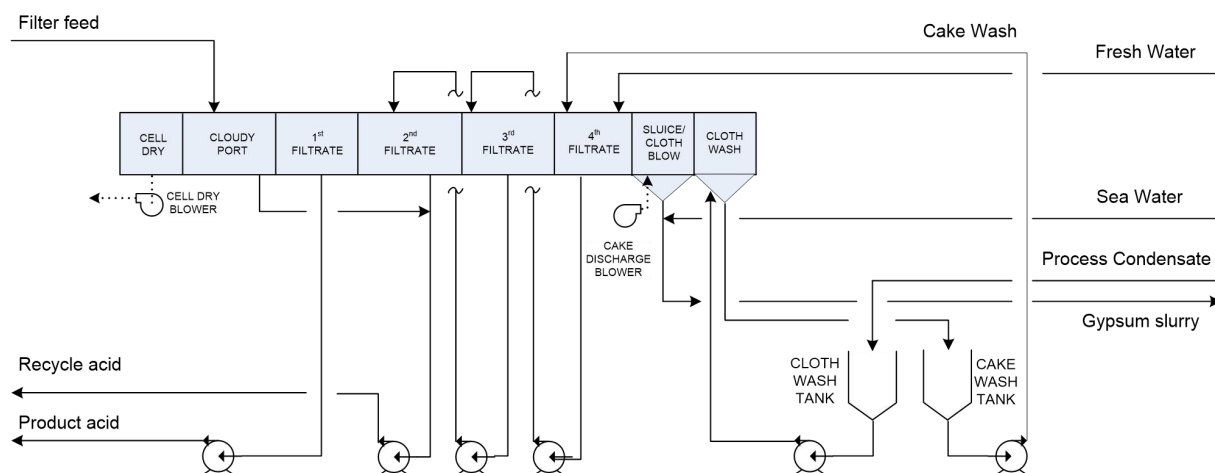
JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 10 sur 209

La pulpe du réacteur est pompée vers les boîtes d'alimentation du filtre qui répartissent la pulpe sur les cellules du filtre qui tournent en-dessous. Le gâteau de gypse est récupéré dans les cellules et le liquide dans les cellules circule dans le gâteau, le tissu du filtre et un flexible avant d'entrer dans le compartiment de dépression stationnaire adéquat à l'intérieur dans la vanne centrale sous les cellules. Après la formation du gâteau initial dans les cellules du filtre, le gypse solide est lavé quatre fois sur le filtre afin de réduire le P_2O_5 soluble dans l'eau dans les solides à moins de 0,5 % P_2O_5 . La dilution de la concentration d'acide dans le filtre devrait être inférieure à 0,5 % (c.-à-d., entre 28,5 % et 28,0 % de P_2O_5). L'acide du filtre contenant environ 28 % de P_2O_5 est pompé vers la zone de clarification et de stockage d'acide à 28 %. Le gypse lavé est aspiré sous forme de pulpe avec de l'eau de mer dans une conduite souterraine vers la mer.

1.2.4.1. Alimentation de pulpe

Dans la première section du filtre, deux boîtes d'alimentation sont utilisées pour répartir la pulpe du réacteur sur les cellules du filtre. L'acide récupéré à l'extrémité avant de cette section d'alimentation contient des solides car il s'écoule à travers un gâteau qui n'est pas encore totalement formé. Cet acide trouble s'écoule à travers le compartiment de filtrat trouble de la vanne centrale et se mélange à l'acide du compartiment de filtrat n°2 pour être recyclé vers le réacteur.

Le reste de l'acide provenant de la section d'alimentation s'écoule à travers le compartiment de filtrat n°1 de la vanne centrale. Cet acide est l'acide produit par le filtre à 28 % de P_2O_5 et il est pompé par les pompes à acide produit (403AA/BP17) vers la section de clarification et de stockage d'acide à 28 % de l'usine. Ces pompes sont dotées de plans d'étanchéité mécanique API 53A. Une partie de l'acide produit excédentaire est recyclée et renvoyée au réacteur pour aider à contrôler les solides.



JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 11 sur 209

1.2.4.2. Premier lavage

Après la section d'alimentation, les cellules pivotent dans les trois sections du filtre utilisées pour laver à contre-courant le gâteau de gypse qui vient d'être récupéré. Dans la première section de lavage, le gâteau de gypse est lavé avec du filtrat n°3. Le liquide de lavage (contenant en général 20 à 25 % de P_2O_5) s'écoule dans le compartiment de filtrat n°2 de la vanne centrale et est pompé par les Pompes à acide de retour (403AA/BP18) vers le réacteur. Par conséquent, le flux de recyclage d'acide vers les réacteurs comprend trois flux principaux : du filtrat trouble, de l'acide produit et du filtrat n°2. Les pompes à acide de retour sont également dotées de plans d'étanchéité mécanique API 53A.

1.2.4.3. Deuxième lavage

Dans la deuxième section de lavage, le gâteau de gypse est lavé avec du filtrat n°4. Le liquide de lavage s'écoule dans le compartiment de filtrat n°3 de la vanne centrale pour être utilisé comme lavage dans la première section de lavage. Les pompes de filtrat n°3 (403AA/BP19) servent à pomper le liquide récupéré de la boîte de lavage pour la première section de lavage. Une petite quantité de liquide de purge provenant du réservoir d'eau de lavage est également ajoutée lors de la deuxième phase de lavage. Ces pompes de filtrat n°3 sont équipées de plans d'étanchéité mécanique API 53A.

1.2.4.4. Troisième lavage

Lors du troisième lavage, le gâteau de gypse est lavé avec du liquide par les pompes de lavage de gâteau (403AA/BP21). Le liquide de lavage s'écoule dans le compartiment de filtrat n°4 de la vanne centrale pour être utilisé comme lavage dans la deuxième section de lavage. Les pompes de filtrat n°4 (403AA/BP20) servent à pomper le liquide collecté vers la boîte de lavage pour la deuxième section de lavage. Les pompes de lavage de gâteau et les pompes de filtrat n°4 sont équipées de plans d'étanchéité mécanique API 53A.

1.2.4.5. Quatrième lavage

Lors du quatrième lavage final, le gâteau de gypse est lavé à l'eau douce par la pompe d'eau douce (403AAP09). Le liquide s'écoule dans le compartiment final avec le liquide de troisième lavage et revient vers les pompes de filtrat n°4 (403AA/BP20). Les pompes d'eau douce sont dotées d'un plan API 32, voir l'Annexe 13.7 pour plus d'informations.

1.2.4.6. Décharge de gâteau

Après le lavage final, l'air provenant du souffleur de décharge de gâteau (403AA/BC05) est soufflé sous le gâteau pour assouplir le gypse solide et les cellules se retournent pour faire tomber le gâteau dans une grande trémie. Lorsque le gâteau de gypse tombe, de l'eau de mer est vaporisée dans la trémie pour produire de la pulpe avec 15 % de gypse solide et de l'eau de mer. La pulpe de gypse s'écoule de la trémie dans une grande canalisation souterraine où elle est mélangée avec de l'effluent d'eau de mer provenant d'autres zones de l'usine, et est transportée vers la décharge.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 12 sur 209

1.2.4.7. Lavage toiles

À la fin du cycle, les toiles filtrantes du filtre sont constamment lavées et les cellules du filtre sont lavées par intermittence. L'eau chaude provenant du pré-condensateur sert à laver le filtre et est reçue à la demande du contrôle de niveau dans le réservoir de lavage de tissu (403AA/BR22). Les pompes d'eau de lavage de tissu fournissent du tissu et de l'eau pour laver les cellules. L'eau de lavage usée du tissu et des cellules s'écoule par gravité dans le réservoir de lavage de gâteau (403AA/BR21). Le ventilateur de séchage (403AA/BC04) aide à vidanger l'eau des cellules dans cette section. À partir du réservoir de lavage de gâteau, l'eau de lavage de tissu récupérée est pompée à la demande du contrôle de niveau par les pompes de lavage de gâteau vers la dernière boîte de lavage du filtre. Les pompes de lavage de tissu et les pompes de lavage de gâteau sont fournies avec des plans d'étanchéité mécanique API 53A.

Les zones d'alimentation, de premier lavage et de lavage de tissu du filtre sont ventilées par une hotte jusqu'au laveur des gaz.

1.2.4.8. Cycle de lavage du filtre

Afin de préserver les performances du filtre, le système de filtre est lavé périodiquement. Les chauffe-eau de lavage (403AA/BD22) sont utilisés par intermittence pour chauffer l'eau de traitement non traitée ou recyclée pour nettoyer le filtre. L'eau chaude circule dans le filtre à l'aide des pompes de lavage de gâteau, des pompes de filtrat n°4, des pompes de filtrat n°3 et des pompes à acide de retour, en contournant le réacteur vers les pompes d'alimentation du filtre, en revenant vers le filtre et vers les pompes à acide produit. À partir des pompes à acide produit, l'eau chaude peut être recyclée en renvoyée au chauffe-eau de lavage et les réservoirs de lavage de gâteau ou rejetée dans le réservoir d'eau de lavage. Si nécessaire, de l'acide sulfurique est disponible au niveau du réservoir de lavage de tissus. Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir des informations spécifiques sur l'étanchéité mécanique de la pompe et sur son démarrage.

1.2.4.9. Système de vide

Les gaz provenant de tous les compartiments à vide de la vanne centrale sont mélangés et s'écoulent à travers un collecteur à vide vers les robinets d'acide (403AA/BS05) où le liquide entraîné est séparé. Le liquide s'écoule vers l'aspiration des Pompes à acide de retour. Le gaz, qui est principalement de l'air saturé avec de l'eau, s'écoule vers les laveurs de filtre (403AA/BD10). Le laveur est un réservoir simple doté d'un grand vaporisateur, dans lequel la plupart de la vapeur d'eau est condensée avec du condensat de traitement. Le tube de drainage du laveur est étanche et s'écoule vers le bassin chaud (425EAE01). Les gaz sortant du laveur de filtre sont comprimés par les pompes à vide du filtre à anneau liquide (403AA/BC06). Les gaz non condensables provenant des séparateurs de pompe à vide de filtre (403AA/BS06) retournent vers le laveur des gaz (403AAD07) et les vapeurs condensées retournent vers la conduite de condensat de traitement effectuant le rejet au niveau du bassin chaud. L'air est prélevé avant la pompe à vide afin de contrôler le niveau de vide dans le système de filtration. Pour connaître les procédures et consignes de démarrage de la pompe à vide, veuillez consulter la section 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du fabricant de la pompe à vide.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 13 sur 209

1.2.5. Clarification et stockage d'acide à 28 %

Cela comprend les principaux réservoirs suivants :

- deux réservoirs agités de refroidissement de l'acide, d'une capacité de 2 032 m³ chacun
- deux refroidisseurs d'acide, d'une capacité de 360 t/h chacun
- deux clarificateurs d'acide ratissé, d'une capacité de 1475 m³ chacun
- deux réservoirs agités d'alimentation de l'évaporateur pour l'acide clarifié, d'une capacité de 1 643 m³ chacun
- Un réservoir pour stocker le liquide de lavage d'une capacité de 1 188 m³

L'acide produit par les deux filtres, à un taux de concentration d'environ 28 % de P₂O₅ et de 2 % de solides en suspension, est pompé vers les réservoirs de refroidissement d'acide (413AA/BR13), puis vers les refroidisseurs d'acide à 28 % (413AA/BE01) et sur le bassin de répartition du clarificateur à 28 % (413AAS01). La pulpe provenant des clarificateurs à 54 % est également pompée vers le bassin de distribution. Le bassin de distribution permet aux flux entrants d'être orientés vers l'un des deux clarificateurs d'acide à 28 % (413AA/BR11) ou vers le réservoir d'eau de lavage (413AAR01). Lors du fonctionnement normal, l'acide provenant du filtre A est dirigé vers l'un des réservoirs de refroidissement d'acide et l'acide provenant du filtre B vers l'autre.

Les clarificateurs d'acide à 28 % sont dotés de racleurs qui déplacent les solides déposés vers un cône central de décharge par le fond. La pulpe est pompée par les pompes à pulpe à 28 % (413AA/BP11) vers le réacteur. Les clarificateurs d'acide à 28 % débordent vers les réservoirs agités d'alimentation de l'évaporateur (413AA/BR12). À partir des réservoirs d'alimentation de l'évaporateur, de l'acide à 28 % est envoyé vers l'une des trois conduites de concentration sous commande de débit par les pompes d'alimentation de l'évaporateur à vitesse variable (413AA/B/C/KP12). Les pompes à pulpe et les pompes d'alimentation de l'évaporateur sont fournies avec des plans d'étanchéité mécanique API 53A.

Le réservoir d'eau de lavage sert à récupérer l'eau et l'acide peu concentré provenant des évaporateurs, des filtres et des différents puisards. La pompe à eau de lavage (413AAP01), avec le plan d'étanchéité API 54, sert à recycler l'eau récupérée vers les filtres ou le réacteur.

Le puisard de clarification à 28 % (413AAR03) avec l'agitateur (413AAA01) et le puisard (413AAP02) est fourni pour collecter le déversement à partir des zones de concentration et de clarification et de stockage à 28 % et le renvoyer vers le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. La pompe de puisard est fournie avec des plans d'étanchéité API 53A.

1.2.6. Concentration

Dans cette section, l'acide phosphorique est concentré entre 28 % et 54 % de P₂O₅ dans trois systèmes d'évaporateur, chaque dimensionné pour produire 400 t/j de P₂O₅. Les termes « concentration » et « évaporation » sont essentiellement interchangeables dans la discussion suivante. De même, « acide concentré » et « acide évaporé » font tous les deux référence à l'acide produit de l'évaporateur avec une concentration nominale de 54 % de P₂O₅.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 14 sur 209

Chaque unité de concentration est un système de circulation forcée à phase unique d'un bouilleur (404J/K/L AD01), d'une pompe de circulation de l'évaporateur à écoulement axial (404J/K/L AP04) et d'un chauffage d'évaporateur à coquille et tube verticaux (404J/K/L AE02) avec des tubes en graphite imperméables. L'acide est recyclé à haut débit par la pompe dans l'échangeur de chaleur et dans le bouilleur lorsqu'une pression absolue d'environ 76 mm Hg est conservée pour maintenir l'acide à son point d'ébullition. La sortie d'acide de l'échangeur de chaleur est située sous le niveau de liquide dans le bouilleur afin d'éviter l'ébullition dans les tubes.

L'acide concentré à une température de 82°C déborde du bouilleur vers une pompe à produit de l'évaporateur (404J/K/L AP05) qui le diffuse dans la zone de clarification à 54 %.

Les pompes de circulation de l'évaporateur et de produit sont fournies avec les plans d'étanchéité API 53A, y compris le refroidissement.

La vapeur à basse pression est délivrée par la commande de débit du côté de la coquille de l'échangeur de chaleur. Le condensat provenant de l'échangeur de chaleur traverse un récepteur de condensat (404J/K/L AR03) vers une pompe à condensat (404J/K/L AP03) qui le renvoie vers le réservoir commun de récupération de condensat. Chaque pompe à condensat inclut un plan d'étanchéité API 21/61 simple. Un conductimètre est fourni sur le récepteur de condensat. En se déplaçant vers le réservoir de récupération de condensat, le condensat traverse les refroidisseurs de condensat (404J/K/L AE01) lorsque l'intention est de réduire la température du condensat avant d'atteindre le réservoir de récupération de condensat. Si la conductivité du condensat est élevée, ce qui indique une fuite d'acide potentielle au niveau du chauffage de l'évaporateur, le condensat est rejeté dans le réservoir d'eau de lavage.

Le chauffage de l'évaporateur est progressivement encrassé en raison de la tendance de l'acide à produire du tartre. Lorsque cela se produit, il devient nécessaire d'augmenter la pression et la température de la chaleur pour maintenir le même taux de transfert de chaleur. À un moment donné, le taux sera réduit dans une telle mesure qu'il devient nécessaire d'arrêter l'évaporateur afin de le nettoyer. Cette procédure est désignée par l'ébouillantage de l'évaporateur et est réalisée en recyclant l'eau chaude de lavage pendant environ 4 heures. Une fois l'ébouillantage terminé, la solution de nettoyage est vidangée. La solution est transférée par la pompe de vidange d'évaporateur (404AAP07) vers le réservoir d'eau de lavage.

Les vapeurs qui sortent du bouilleur passent à travers un séparateur d'entraînement (404J/K/L AS02), puis à travers un laveur de FSA (404J/K/L AD02) et un laveur de FSA peu concentré (404J/K/L AD04), vers un condensateur d'évaporateur barométrique à contact direct (404J/K/L AD03) dans lequel la plupart de la vapeur d'eau est condensée. La vapeur d'eau restante et les gaz non condensables sont expulsés via un ensemble éjecteur de vapeur (404J/K/L AC02) dans lequel de la valeur d'eau supplémentaire est condensée et le gaz est partiellement comprimé. L'eau des condensateurs s'écoule vers le puisard d'étanchéité de concentration (404J/K/L AR08). Une pompe à vide d'évaporateur (404J/K/L AC01) est fournie pour éliminer les gaz non condensables. Les pompes sont dotées d'un séparateur de pompe à vide d'évaporateur (404J/K/L AS04) pour empêcher les pompes à vide de déborder. Après la pompe à vide, les gaz non condensables sont évacués vers le laveur des gaz. La pression dans le bouilleur de l'évaporateur est contrôlée en purgeant l'air atmosphérique dans l'arrivée du condensateur barométrique via une soupape de contrôle de la pression.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 15 sur 209

L'eau et le gaz entraîné s'écoulant du condensateur barométrique circulent à travers un pot d'étanchéité vers un puisard d'étanchéité de concentration (404J/K/L AR08) débordant par gravité dans une fosse qui se décharge dans le bassin chaud.

De l'agent antimousse provenant du réservoir d'agent antimousse (404AAR09) est ajouté, selon les besoins, à l'alimentation d'acide de l'évaporateur afin de limiter la formation de mousse dans le bouilleur. Il est recommandé de limiter la quantité de mousse présente étant donné que de grandes quantités de mousse entraîneront un débordement de P_2O_5 dans les laveurs de FSA et une diminution du NPSHa pour les pompes d'évaporateur.

1.2.7. Récupération, stockage et mise au rebut du FSA

L'acide fluorosilicique (FSA) est éliminé des flux de vapeur dans la zone de concentration à l'aide d'un système de lavage à deux étages composé d'un laveur de FSA (404J/K/L AD02) et d'un laveur de FSA peu concentré (404J/K/L LAD04). Le FSA concentré circule dans le laveur de FSA en bas du tube et dans le réservoir d'étanchéité de FSA (404J/K/L AR06). À partir du réservoir d'étanchéité, le FSA concentré est recyclé dans le laveur de FSA où un courant de dérive est aspiré vers les réservoirs de déplacement de FSA (404BA/BR01) ou le réservoir de stockage de FSA (404BAR11). À partir des réservoirs de déplacement de FSA, le FSA produit peut être aspiré vers le réservoir de FSA produit (414AAR14) ou le réservoir de stockage de FSA (404BAR11). À partir du réservoir de FSA produit, le FSA peut être aspiré vers le chargement du camion de FSA ou la conduite de pulpe de gypse. À partir du réservoir de stockage de FSA, le FSA peut être aspiré vers la conduite de pulpe de gypse de FSA afin d'être mis au rebut. Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir des informations spécifiques sur l'étanchéité mécanique de la pompe et sur son démarrage.

1.2.8. Clarification et stockage d'acide à 54 %

La clarification d'acide phosphorique à 54 % de P_2O_5 à partir des unités de concentration est réalisée dans deux clarificateurs d'acide raclés à 54 % (414AA/BR13), d'une capacité de 4 400 m³ chacun.

L'acide concentré provenant des trois Pompes à produit de l'évaporateur est pompé vers les bassins de distribution d'acide à 54 % (414AA/BS01) ce qui permet d'orienter les flux entrants vers l'un des deux réservoirs de stockage d'acide à 54 % (414AA/BR12) ou vers les clarificateurs. Chaque réservoir de stockage est doté d'un agitateur (414AA/BA12). Les pompes de remplissage de l'évaporateur (414AA/BP01), avec les plans d'étanchéité API 53A, aspirent le fond des réservoirs de stockage et remplissent par intermittence les systèmes d'évaporateur après un ébullantage.

Chaque clarificateur d'acide à 54 % est doté d'un racleur (414AA/BA13) qui déplace les solides déposés vers un cône central de décharge par le fond. La pulpe des clarificateurs est aspirée par les pompes de clarificateur à 54 % (414AA/BP13) vers les bassins de distribution d'acide à 54 % ou le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. L'acide clarifié déborde par la gouttière vers les réservoirs de stockage d'acide à 54 % et est pompé par la commande de niveau vers le réservoir de mélange de pulpe du réacteur (414AAR03) ou la zone de pré-neutralisation du granulateur (OSBL) par les pompes à basse pression à vitesse variable à acide à 54 % (414AA/BP21). L'acide à 54 % peut également être aspiré par les pompes à haute

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 16 sur 209

pression à acide à 54 % (414AA/BP33) directement à partir des clarificateurs vers la conduite de réacteur (OSBL). Toutes les pompes liées sont dotées de plans d'étanchéité API 53A.

Le puisard de Clarification à 54 % (414AAR01) avec agitateur (414AAA01) et puisard (414AAP02) est fourni pour récupérer le déversement de la zone de clarification à 54 % et le renvoyer dans le bassin de distribution d'acide à 54 % ou le réservoir d'eau de lavage. Toutes les pompes de puisard de clarification incluent des plans d'étanchéité API 53A.

1.2.9. Utilités – Vapeur et condensat

La vapeur est transférée dans l'usine d'acide phosphorique à une pression de 5,1 bars (g) et une température de 179°C. Dans ces conditions, la vapeur est utilisée par intermittence pour chauffer l'eau de lavage du filtre dans le chauffe-eau de lavage (403AA/BD22).

La pression de toute la vapeur entrante restante est réduite à 2 bar (g) à l'aide d'une soupape de contrôle de la pression et réduite à la température de saturation (133°C) avec une petite quantité de condensat à l'aide de désurchauffeurs (404AA/B/CD04). Après les désurchauffeurs, la vapeur traverse les séparateurs de vapeur (404AA/B/CS05), où le condensat est éliminé des trois chauffages d'évaporateur. Le condensat provenant du séparateur de vapeur et les trois récepteurs de condensat de l'évaporateur sont récupérés dans le réservoir de récupération de condensat (404AAR08). Le condensat récupéré est pompé par la pompe de retour de condensat (404AAP08, avec le plan d'étanchéité API 11/61), par la commande de température vers les désurchauffeurs et par la commande de niveau vers la batterie limite.

Un conductimètre est fourni sur le réservoir de récupération de condensat. Si la conductivité du condensat est élevée, ce qui indique une fuite d'acide potentielle au niveau du chauffage de l'évaporateur, le condensat est aspiré vers le réservoir d'eau de lavage.

1.2.10. Utilités – Eau non traitée, de traitement et eau de mer

L'eau non traitée est utilisée pour les applications suivantes :

- le réservoir de pompe de débordement d'épaississeur
- la tour de refroidissement
- le laveur des gaz (3^{ème} étage et vaporisateurs du dévisiculeur)
- le puisard d'eau de traitement
- le lavage à chaud du filtre – par intermittence
- le lavage de l'évaporateur – par intermittence
- l'eau de barrage
- le réservoir d'eau de lavage – par intermittence en tant que flux d'appoint
- le réservoir de lavage de tissu – par intermittence
- le mélangeur statique de floculant
- l'éjecteur de floculant
- le ventilateur d'extraction du laveur
- Disponible au niveau des pompes à lisier, FSA et pulpe – par intermittence
- Stations d'utilités

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 17 sur 209

L'eau de traitement provenant du laveur des gaz est récupérée dans le puisard d'eau de traitement et utilisée par l'équipement suivant :

- les vaporisateurs de conduite et le 1^{er} et 2^{ème} étage sur le laveur des gaz
- préchauffée dans le pré-condensateur et recyclée pour le lavage normal du filtre
- L'excédent d'eau est aspiré par la commande de niveau vers le réservoir d'eau de lavage ; l'eau de traitement provenant du filtre à chaud et des lavages de l'évaporateur est récupérée dans le réservoir d'eau de lavage et également recyclée pour laver le filtre.

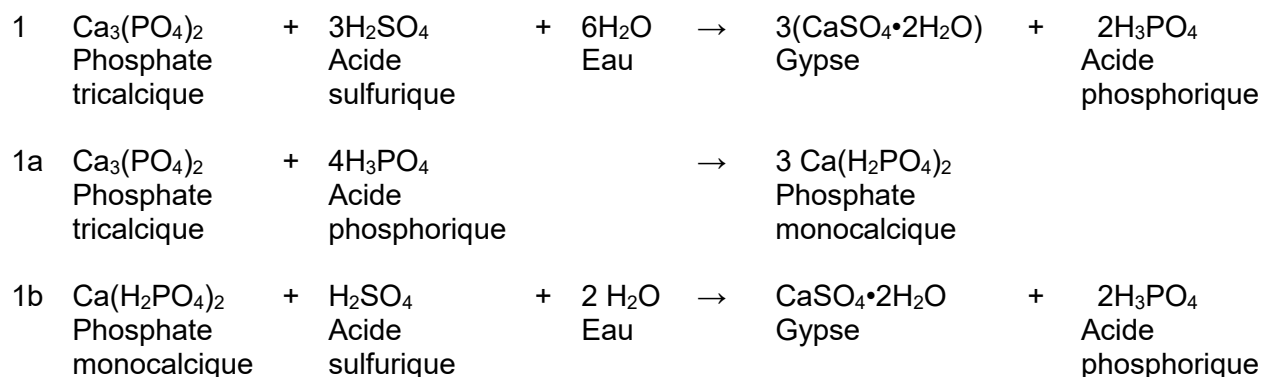
L'eau de mer est utilisée pour l'eau de drainage du gâteau de gypse lavé après avoir été déchargée dans la trémie de gypse ; l'eau de mer et le gypse sont mélangés pour former une pulpe contenant 15 % de solide facile à décharger

Pour obtenir des informations sur le plan de rinçage d'étanchéité et des exemples de séquences de démarrage d'étanchéité sur n'importe quelle pompe de ce système, consultez l'Annexe 13.7.

1.3. Chimie des procédés

1.3.1. Réaction et filtration

La réaction principale dans l'usine d'acide phosphorique est celle entre le phosphate de calcium dans la roche phosphatée et l'acide sulfurique pour donner de l'acide phosphorique et du gypse conformément à l'équation 1, ce qui se produit en deux étapes. D'abord, l'acide phosphorique dissout la roche dans la réaction de digestion pour former une solution de phosphate monocalcique comme indiqué dans l'équation 1a. Ensuite, le phosphate monocalcique réagit avec l'acide sulfurique pour former de l'acide phosphorique et du gypse, comme indiqué dans l'équation 1b.



Le carbonate de calcium dans la roche réagit avec l'acide sulfurique pour former du gypse et du dioxyde de carbone comme indiqué dans l'équation 2. La plupart du dioxyde de carbone évolue dans l'anneau du réacteur à réservoir unique.

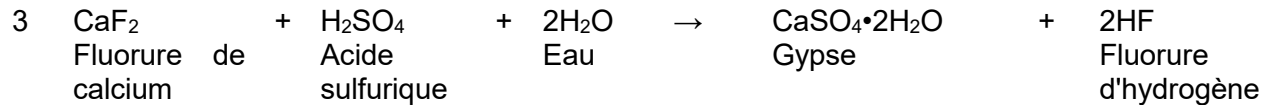


JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 18 sur 209

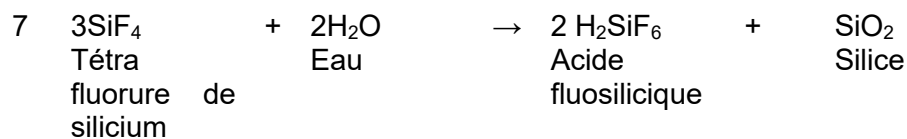
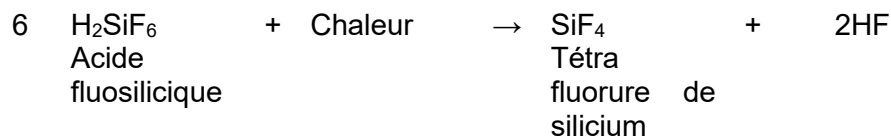
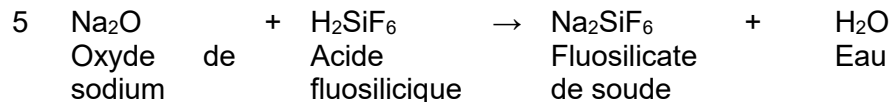
sulfurique

carbone

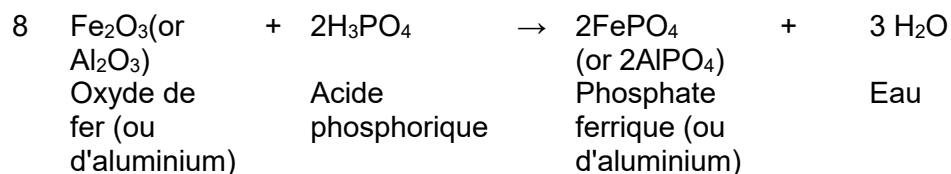
Le fluorure de calcium dans la roche réagit avec l'acide sulfurique pour former du fluorure d'hydrogène comme indiqué dans l'équation 3, qui réagit à son tour presque immédiatement avec la silice présente pour former de l'acide fluosilicique comme indiqué dans l'équation 4.



L'acide fluosilicique réagit avec les oxydes tels que l'oxyde de sodium, l'oxyde de potassium ou l'oxyde de magnésium pour former des fluosilicates. La réaction est illustrée avec de l'oxyde de sodium dans l'équation 5. Comme la solubilité du fluosilicate de soude et de potassium diminue rapidement à mesure que la température baisse, les composés ont tendance à former du calcaire dans la tuyauterie et l'équipement en aval du réacteur. Une partie de l'acide fluosilicique se décompose en tétra fluorure de silicium dans le réacteur et dans le Flash Cooler comme indiqué dans l'équation 6 et est reconvertie par l'eau en acide fluosilicique et en silice dans le laveur des gaz et dans le pré-condensateur du Flash Cooler comme indiqué dans l'équation 7.



L'oxyde de fer ou d'aluminium est converti en phosphates comme indiqué dans l'équation 8:



JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 19 sur 209

1.3.1.1. Digestion de la roche

Le processus de digestion de la roche est représenté par l'équation 1a. Le taux de réaction augmente directement avec la température, la concentration d'ions H^+ et la surface des particules de roche. Comme cette surface est inversement proportionnelle à la taille des particules, le taux augmente à mesure que la taille des particules diminue. Toutefois, cet effet est contrebalancé par des cristaux de gypse plus fins dus à une plus forte nucléation, étant donné que la dissolution accrue augmente la sursaturation.

La suspension réactionnelle doit être sursaturée de gypse pour que le gypse cristallise, comme nous le verrons plus loin. La sursaturation peut entraîner une précipitation du sulfate de calcium à la surface des particules de roche. Cette précipitation augmente avec la sursaturation et, par conséquent, le niveau de sulfate. Le revêtement partiel retarde uniquement la dissolution de la roche. Un revêtement complet protège la particule contre l'attaque acide et entraîne une perte de production de P_2O_5 . Cette perte fait partie de la perte mesurée par le test de P_2O_5 insoluble dans le citrate (CI).

Le taux de digestion est très sensible au niveau de sulfate, en particulier avec un faible niveau de conversion de la roche. Dans un réacteur non protégé par un flux de recyclage important, même de faibles augmentations de sulfate provenant des fluctuations du flux d'acide ralentiraient de manière visible la dissolution.

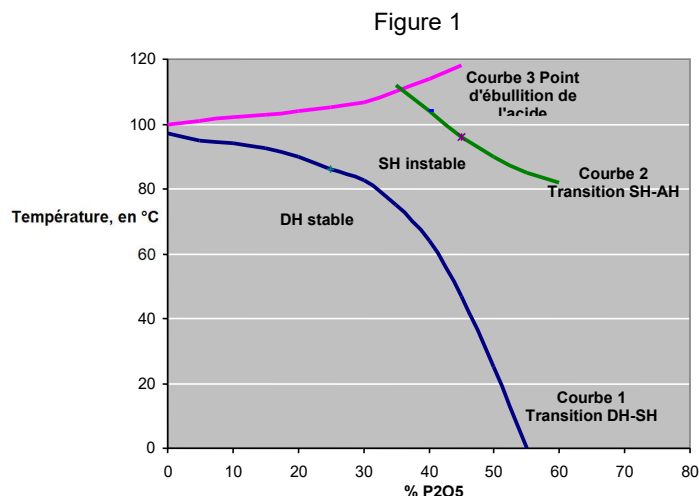
1.3.1.2. Équilibre $CaSO_4 - P_2O_5 - H_2O$

Le sulfate de calcium peut exister sous trois formes différentes :

- $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Dihydrate)
- $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$ (semi-hydrate)
- $CaSO_4$ (anhydrite)

En général, le Dihydrate cristallise lorsque suffisamment de molécules d'eau sont disponibles pour son équilibre et lorsque la température du support de cristallisation n'empêche pas sa formation.

La Figure 1 montre les courbes d'équilibre thermodynamique pour le système $CaSO_4 - P_2O_5 - H_2O$. Les courbes 1 et 2 représentent l'équilibre à un niveau constant d'acide sulfurique entre le dihydrate et la semi-hydrate. La courbe 3 représente la courbe du point d'ébullition de l'acide phosphorique.



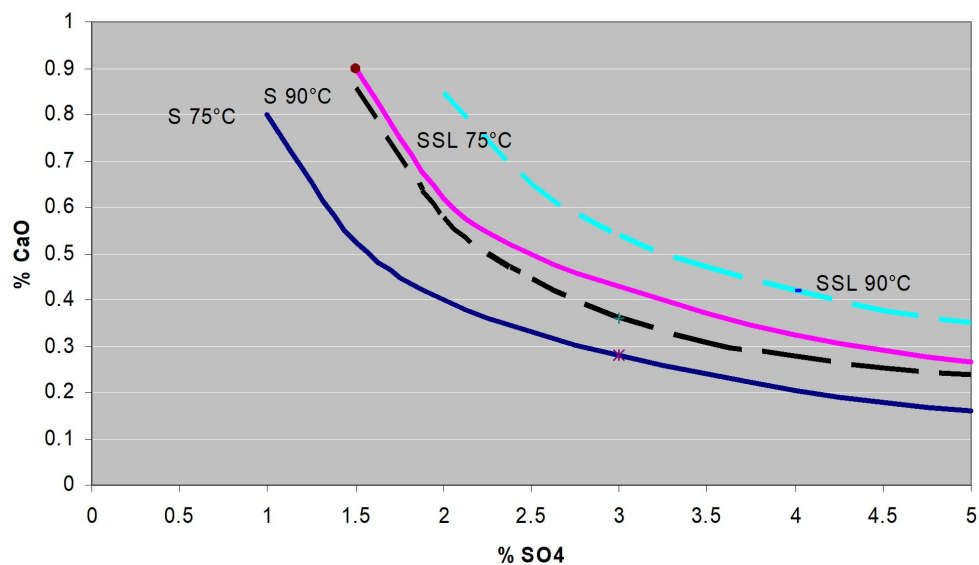
Courbe 1 montrant où la transition dihydrate – semi-hydrate est la plus importante. Tous les processus de dihydrate fonctionnent de manière similaire à cette courbe pour produire le taux de P_2O_5 le plus élevé possible.

1.3.1.3. Cristallisation du gypse

L'équilibre thermodynamique n'est pas le seul facteur responsable de la formation d'hydrate différente. Pour former un cristal, il faut d'abord une nucléation, et cette nucléation dépend des solubilités et de la sursaturation. Chaque hydrate a sa propre courbe de solubilité et chaque courbe de solubilité spécifique est affectée par la concentration d'acide phosphorique. Les limites de solubilité et de sursaturation en fonction de la température de concentration de sulfate sont indiquées à la Figure 2. Les lignes pleines représentent la solubilité et la sursaturation à 75°C et les lignes en pointillé celles à 90°C.

Si le sulfate de calcium est cristallisé, son type d'hydrate sera déterminé par la condition de nucléation.

Figure 2



Les taux de croissance de la nucléation et du cristal varient directement avec la sursaturation. Le niveau de sursaturation détermine les taux de cristallisation mais a également un impact important sur la taille du cristal, sa forme et son épaisseur, les propriétés affectant les caractéristiques de filtration du gypse. La sursaturation est contrôlée par le niveau de sulfate. Par conséquent, la concentration de sulfate libre dans la bouillie phosphorique est le paramètre de processus principal utilisé pour contrôler le taux de filtration et l'efficacité de lavage du filtre. Comme indiqué précédemment, un niveau élevé de sursaturation augmente également les pertes de production dues au revêtement de la roche.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 21 sur 209

1.3.1.4. Contrôle du sulfate

Les objectifs d'un bon contrôle de sulfate sont d'obtenir du gypse pouvant être filtré et lavé facilement afin de limiter les pertes de production dues au remplacement du P_2O_5 dans le réseau de gypse, abordé ci-dessous, et de limiter les pertes de production dues au revêtement de la roche.

Pour atteindre ces objectifs, il faut utiliser un niveau de sursaturation relativement bas dans la région délimitée par les courbes de saturation et de super-solubilité. Dans cette région, le niveau de sulfate est optimal. Une faible concentration de sulfate donne des cristaux fins en plaques qui filtrent lentement. Une concentration de sulfate élevée donne des cristaux plus longs semblables à des aiguilles qui filtrent rapidement mais sont difficiles à laver. Les cristaux idéaux obtenus au taux de concentration de sulfate adéquat sont rhombiques et épais avec un rapport longueur/largeur d'environ 3 sur 1.

En général, les cristaux plus grands filtrent et se lavent mieux. Comme la taille des cristaux varie de façon inversement proportionnelle en fonction du nombre de cristaux, la nucléation a tendance à réduire la taille des cristaux. Par conséquent, la suppression de la nucléation spontanée dans la section de réaction est un objectif clé que l'on atteint de la manière suivante. Le niveau de sulfate est contrôlé afin d'être inférieur à la courbe de super-solubilité indiquée à la Figure 2. Comme cette courbe peut également être dépassée en raison d'une baisse de température importante dans le Flash Cooler, le refroidisseur est conçu pour fonctionner avec une baisse faible, de $2,8^{\circ}C$ ou moins. Un mélange intense, le flux de recyclage élevé de la pulpe, le mélange de roche fraîche avec le flux de recyclage et la dilution de l'acide sulfurique limitent la sursaturation locale due à l'introduction de roche et d'acide dans l'anneau du réacteur à réservoir unique.

1.3.1.5. Perte due à la substitution de phosphate

L'ion HPO_4^{2-} a tendance à remplacer l'ion SO_4^{2-} dans le réseau de dihydrate pour former du $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. La substitution augmente à mesure que le niveau de P_2O_5 augmente et que le niveau de SO_4 diminue. La perte de P_2O_5 due à la substitution est mesurée par le test de P_2O_5 soluble dans le citrate.

1.3.2. Concentration

La concentration de l'acide phosphorique provenant de la zone Réaction/Filtration est d'environ 28 % de P_2O_5 . En fonction de la teneur en impuretés, l'acide de cette concentration contient plus de 55 % d'eau libre. Le système d'évaporateur a été conçu pour produire une concentration d'acide de 54 % de P_2O_5 contenant moins de 23 % d'eau libre. La concentration de l'acide est réalisée dans l'évaporateur, où le mécanisme principal consiste à éliminer l'eau par le biais d'une ébullition sous vide. Un effet physique secondaire pouvant avoir un impact important sur le taux de production de l'évaporateur est la solubilité réduite des différentes impuretés de l'acide à mesure qu'il est concentré. Cela entraîne la formation de tartre, en particulier sur les surfaces de transfert de chaleur. Lorsque ce tartre s'accumule de sorte que le transfert de chaleur ou la circulation d'acide sont considérablement réduits, il est nécessaire d'arrêter l'évaporateur pour un ébouillantage de routine.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 22 sur 209

1.3.3. Stockage et clarification de l'acide

En plus des petites quantités de gypse qui peuvent avoir traversé les trous ou déchirures du tissu filtrant et du supplément de gypse qui précipite lorsque l'acide refroidit, les solides que l'on trouve dans l'acide à 28 % de P_2O_5 contiennent des quantités appréciables de fluosilicates de calcium, de soude et de potassium. C'est pour cela que les solides déposés provenant des clarificateurs à 28 % sont généralement renvoyés au réacteur. Ainsi, le phosphate en phase liquide est récupéré alors que les solides non dissouts sont finalement rejetés avec le gypse.

Les solides formés dans le système de clarification à 54 % contiennent généralement du semi-hydrate et des composés pouvant présenter de grandes quantités de P_2O_5 souvent sous la forme de composés « X » $(FeAl)_3KH_{14}(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$. Ces composés se dissoudront à nouveau dans les réservoirs à 28 %.

2. Conception de Base

2.1. Capacité de l'usine

L'usine d'acide phosphorique ODI P1 située à Jorf Lasfar, au Maroc, est conçue pour produire 450 000 t/an de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique à 27,5 % de P_2O_5 par le biais du processus de dihydrate de Jacobs. Le taux de fonctionnement instantané nominal est de 1500 t/j (62,5 t/h) de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique à 27,5 % de P_2O_5 et de 1200 t/j sous forme d'acide phosphorique à 54 % de P_2O_5 lorsqu'une usine fonctionne 7 200 heures par an.

2.2. Zones techniques

L'usine d'acide phosphorique comprend les zones suivantes :

Zone 402A – Épaississement et stockage de pulpe de Phosphate

- La pulpe de Phosphate à 53 % de solides est fournie par le client à B/L dans le support de tuyaux
- Un circuit épaississeur de pulpe de Phosphate est dimensionné pour épaissir 468 t/h de pulpe de Phosphate de 53 % de solides à 65 % de solides

Zone 403A – Réaction, filtration et lavage des vapeurs

- Un réacteur d'un volume de 2 380 m³
- Un réservoir de maturation à 4 compartiments d'un volume de 860 m³
- Un système de Flash Cooler d'une capacité de 66,7 t/h de P_2O_5 (taux de 1 600 t/j de P_2O_5)
- Un laveur des gaz à écoulement transversal de 118 000 Am³/h
- Deux filtres à cellules basculantes **Profile 30-160E**, ayant chacun une surface active de 190 m².

Zone 413A – Refroidissement, clarification et stockage d'acide à 28 %

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 23 sur 209

- Deux réservoirs agités de refroidissement de l'acide, d'une capacité de 2 032 m³ chacun
- Deux refroidisseurs d'acide à 28 % d'une capacité de 360 t/h chacun
- Clarification d'acide à 28 % dans deux bacs avec racleur, d'une capacité de 1 475 m³ (413 tonnes de P₂O₅) chacun
- Deux réservoirs agités d'alimentation de l'évaporateur pour l'acide à 28 % de P₂O₅, d'une capacité de 1 643 m³ chacun
- Un réservoir d'eau de lavage pour stocker le liquide de lavage de l'évaporateur et l'eau de lavage provenant des différentes zones techniques, d'une capacité de 1 188 m³

Zone 404 – Concentration d'acide et récupération/mise au rebut de FSA

- Concentration d'acide phosphorique clarifié de 27,5 % de P₂O₅ à 54 % de P₂O₅ dans 3 unités d'une capacité nominale de 400 t/j P₂O₅ chacune
- Chaque série d'évaporateur inclura une Bouilleur dédiée, un échangeur de chaleur d'évaporateur, un séparateur d'entraînement, un condensateur barométrique, un éjecteur de vapeur, une pompe à vide, un système de collecte de condensat, un désurchauffeur de vapeur et un échangeur de chaleur de refroidissement de condensat
- Un système de récupération de FSA à usage commercial ou de mise au rebut dans la conduite de pulpe de gypse inclut trois séries de laveur de FSA à deux étages, deux réservoirs de déplacement de FSA, un réservoir de FSA et un réservoir de stockage de FSA

Zone 414 – Clarification et stockage d'acide à 54 %

- La clarification et le stockage d'acide phosphorique à 54 % de P₂O₅ comprennent deux bassins de distribution, deux bacs de clarificateur avec racleur d'une capacité de 4 400 m³ puis deux réservoirs de stockage agités d'une capacité de 3 578 m³
- Un réservoir de mélange de réacteur à suspension de 1 346 m³ pour alimenter un mélange du réacteur à suspension 28 %/54% vers le DAP
- Un puisard de clarification à 54 %

Zone 425 – Utilités : Système de gestion du condensat de traitement/de l'eau dans la tour de refroidissement

Une tour de refroidissement à six cellules générant 11 millions de kcal/h est utilisée pour fournir de l'eau de refroidissement afin de refroidir le condensat de traitement recyclé dans six échangeurs de chaleur à plaques et cadres. L'eau de la tour de refroidissement sert également à refroidir l'acide phosphorique à 28 % de P₂O₅ dans des échangeurs de chaleur à coquilles et tubes avant la clarification de l'acide. Le condensat de traitement refroidi est utilisé dans le condensateur barométrique à refroidissement éclair, le condensateur barométrique de l'évaporateur et les pompes à vide du filtre.

2.3. Matières premières

2.3.1. Pulpe de phosphate brute

2.3.1.1. Analyse chimique de la roche sèche

Le % de solide est mesuré sur la pulpe phosphatée telle qu'elle est reçue ; la composition chimique est mesurée sur du phosphate sec à 105° C.

Composant	% en poids de la gamme	% en poids typique
% P ₂ O ₅	30,89 à 31,46	31,12
BPL	67,30 à 68,75	68,0*
% CaO	50,85 à 51,45	51,15
CaO/P ₂ O ₅		1,64*
% CO ₂	6,20 à 7,00	6,50
% Fe ₂ O ₃	0,22 à 0,30	0,28
% Al ₂ O ₃	0,38 à 0,50	0,40
Al ₂ O ₃ /P ₂ O ₅		0,015*
% Organique	0,19 à 0,25	
% MgO	0,35 à 0,50	0,45
% Cl	0,10 à 0,03	
% F	3,76 à 3,90	
% SiO ₂	2,20 à 2,80	2,50
% Na ₂ O	0,77 à 0,91	
% K ₂ O	0,06 à 0,08	
% SO ₃	1,65 à 1,75	1,70
REM (Ratio d'élément mineur)		0,036*
Consommation de H ₂ SO ₄ (prévue) t/t P ₂ O ₅		3,06*

*Non ajouté au pourcentage total

2.3.1.2. Analyse de la pulpe de Phosphate

Pulpe de Phosphate à 53-60 % de solides fournie par JPH à B/L ; épaissie à 65 % de solides avant d'entrer dans le réacteur.

2.3.1.3. Point d'alimentation

Support de tuyaux à la batterie limite

2.3.2. Alimentation en acide sulfurique

Concentration de H₂SO₄ : 98,5% minimum

Pression à B/L : 5,0 bars (a)

Température à B/L : 40°C

Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 25 sur 209

2.3.3. Alimentation en flocculant

Matériau : solution de poudre anionique de 10 à 20 ppm
 Densité : 1 kg/L
 Fournisseur : Norme OCP
 Livraison : sacs de 25 à 50 kg dans la station de mélange de flocculant

2.3.4. Alimentation en agent antimousse

Type : Tall-oil sulfonée
 Densité : à déterminer
 Fournisseur : Arr-Maz ou équivalent
 Livraison : réservoirs en plastique d'1 m³

2.4. Utilités

2.4.1. Alimentation en air de l'instrument

Pression à B/L : 8,4 kg/cm² (g)
 Température : 40°C (56°C max)
 Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite
 Point de rosée de l'air de l'instrument : -40°C

2.4.2. Alimentation en air de l'usine

Pression à B/L : 8,4 kg/cm² (g)
 Température : 40°C (56°C max)
 Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite

2.4.3. Alimentation électrique

Point d'alimentation : TG/centrale électrique
 Tension disponible : 10 kV, triphasé, 50 Hz

- Pour les moteurs ≥ 400 kW : 10 kV, triphasé, 50 Hz
- Pour les moteurs $0,75 \leq 400$ kW : 660V, triphasé, 50 Hz
- Pour les moteurs $< 0,75$ kW : 380V, triphasé, 50 Hz
- Pour l'éclairage : 220V

La batterie limite de l'usine inclura les transformateurs et la sous-station

2.4.4. Alimentation en eau de traitement (valeurs moyennes)

Pression : 7,1 kg/cm²(g) (10,5 kg/cm²(g) max)
 Température : 17 à 23°C (50°C max)
 Point d'alimentation : un mètre hors de la batterie limite
 Analyse (ppm) : Ion de chlore 200 max
 Total de cations 140
 Total d'anions 650

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 26 sur 209

Total de minéraux	790
Organiques	≈ 0
Solides en suspension	≈ 0

2.4.5. Eau de refroidissement

Température :	25°C
Pression :	--
Point d'alimentation :	rejet de la pompe

2.4.6. Alimentation en vapeur à basse pression

Pression :	5,1 kg/cm ² (g) (6,1 kg/cm ² (g) max)
Température :	179°C (225°C max)
Condition :	Surchauffe 18°C (surchauffe max. 58°C)

2.4.7. Alimentation en eau de mer

Pression :	2,0 kg/cm ² (g) (4,0 kg/cm ² (g) max)
Température :	16°C (22°C max)
Point d'alimentation :	canalisation souterraine à la batterie limite

2.4.8. Eau potable

Pression :	à déterminer
Température :	16°C (22°C max)
Point d'alimentation :	Support de tuyaux à la batterie limite

2.5. Effluents de l'usine

2.5.1. Rejet d'eau de mer et de pulpe de gypse

Pression :	Atmosphérique (écoulement par gravité)
Température :	37°C maximum
Point d'alimentation :	rejet de la canalisation souterraine hors de la batterie limite

2.5.2. Rejet de condensat

Pression :	1,0 kg/cm ² (g) (2,1 kg/cm ² (g) max)
Température :	98° C (152°C max)
Point d'alimentation :	Support de tuyaux à la batterie limite

2.5.3. Gaz brûlé

Teneur en fluorure :	<5 mg/Nm ³ maximum
Pression :	atmosphérique
Température :	environ 66°C
Point de rejet :	50,6 m au-dessus du niveau du sol

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 27 sur 209

2.5.4. Rejet d'acide produit à 28 % de P_2O_5

Pression: 5,0 kg/cm²(g) (7,2 kg/cm²(g) max)
Température : 74°C
Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite

2.5.5. Pulpe d'acide produit à 28 % de P_2O_5

Pression: 3,0 kg/cm²(g) (6,5 kg/cm²(g) max)
Température : 74°C
Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite

2.5.6. Rejet d'acide produit à 54 % de P_2O_5

Pression : 5,0 à 9,0 kg/cm²(g) (11,0 kg/cm²(g) max)
Température : 82°C
Point d'alimentation : Support de tuyaux à la batterie limite

2.5.7. FSA

Pression: 3,0 kg/cm²(g) (6,5 kg/cm²(g) max)
Température : 50°C
Point d'alimentation : chargement de camion ou conduite souterraine de pulpe de gypse

2.6. Conditions du site

2.6.1. Température :

La température maximale en été est de 48°C et la température minimale en hiver est de 0° C.

2.6.2. Précipitation

Le volume maximal des précipitations peut atteindre 80 mm par heure

2.6.3. Pression barométrique

1050 millibars maximum, 950 millibars minimum

2.6.4. Humidité relative

100 % maximum, 30 % minimum, 75 % en moyenne

2.6.5. Vents

La direction dominante des vents est du nord au nord-est, et les vents sont orientés au sud-est en hiver. Les calculs de conception doivent s'appuyer sur une vitesse du vent de 50 m/s, ce qui correspond à un site de Région III en vertu de la Réglementation française NV 65/76, ou aux révisions soumises par les autorités marocaines.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 28 sur 209

2.6.6. Conditions sismiques

Les charges sismiques seront déterminées conformément au Code sismique marocain RPS 2000, à l'aide de la procédure de Force sismique latérale équivalente (§ 6.2.1).

Les valeurs suivantes sont extraites du RPS 2000 :

Emplacement du site (Figure 5.2)	Zone 2 (au Maroc)
Catégorie de bâtiment (§ 3.2.2)	Classe 1
Classification du site (Tableau 5.2)	S2
Coefficient d'accélération (Tableau 5.1)	0.08

Les détails techniques et de conception seront conformes à l'IBC 2006 et à l'ASCE 7-05.

Les valeurs suivantes sont les équivalents des valeurs extraites du RPS 2000, à utiliser avec l'IBC 2006 et l'ASCE 7-0 5:

Catégorie d'occupation (Tableau 1-1)	Classe III
Classe de site (Profil du sol) (Tableau 20.3-1)	Classe D

Réponse spectrale maximale envisagée des accélérations sismiques :

$$SS = 50\% \text{ (ou } 0,50 \times g \text{)}$$

$$S1 = 15\% \text{ (ou } 0,15 \times g \text{)}$$

(Ces valeurs proviennent d'une zone définie (Figure 22-1 et 22-2) avec une accélération nominale de $0,08 \times g$.)

Coefficients du site :

FA	(Tableau 11,4-1)	= 1,4
FV	(Tableau 11,4-2)	= 2,2
SMS = FA x SS	(Équation 11.4-1)	0,70
SM1 = FV x S1	(Equation 11.4-2)	0,33

Paramètres de conception d'accélération spectrale :

SDS = (2/3) x SMS	(Équation 11.4-3)	0,47
SD1 = (2/3) x SM1	(Équation 11.4-3)	0,22

Facteur d'importance (Tableau 11.5-1) $I = 1,25$

Catégorie de conception sismique (Tableau 11.6-1) C

2.6.7. Élévation de l'usine

Le niveau de référence relatif de l'usine est de 59,9 m.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 29 sur 209

Le niveau de référence de +500 m concernant la documentation de l'usine est équivalent à 59,9 m NGM (Données marocaines nationales), également désigné en tant que niveau moyen de la mer ou zéro (0) m NGM. Par conséquent, le niveau final de la nouvelle usine d'acide phosphorique sera de 59,9 m au-dessus du niveau moyen de la mer.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 30 sur 209

3. Mise en service et démarrage initial

3.1. Présentation

Mise en service

Le démarrage initial de la nouvelle usine commence par une inspection et une vérification complètes de la mécanique, de la tuyauterie, de l'électricité et de l'instrumentation.

Test de fuite

L'équipement est rempli d'eau. L'étanchéité de l'ensemble de l'équipement, des brides de tuyauterie, des trous d'homme et des vannes est vérifiée.

Tests de fuite sous vide

Après le remplissage d'eau, les pièces adéquates de l'installation sont testées sous vide afin de vérifier qu'elles ne fuient pas, et les éventuels problèmes sont résolus.

Écoulement d'eau

Une fois l'équipement rempli d'eau testé sous vide, afin de vérifier qu'il ne fuit pas et toutes les fuites corrigées, faites fonctionner l'unité avec de l'eau.

Inspection du plan d'étanchéité mécanique

L'achèvement mécanique du système d'étanchéité mécanique de chaque pompe sera inspecté, y compris l'installation et le bon étalonnage et paramétrage de toute l'instrumentation s'y rapportant. Les systèmes d'étanchéité et d'alimentation en eau, ainsi que la régulation de pression adéquate, seront vérifiés. Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir des informations sur la description, le fabricant, le numéro de modèle, le débit, TDH et les données du plan d'étanchéité de toutes les pompes installées dans l'usine d'acide phosphorique.

Informations générales sur le fonctionnement de la pompe centrifuge :

Les consignes de fonctionnement ci-dessous sont uniquement des règles générales complétant les informations du revendeur et ne sont pas destinées à remplacer les consignes du revendeur.

Avant de mettre en service et de démarrer une pompe, veuillez lire les consignes du revendeur.

Il se peut que la pompe ait été inactive pendant quelque temps ou qu'il y eu un délai entre son rodage et son fonctionnement réel. Dans ce cas, remplissez la pompe d'huile ou d'agent filmogène de conservation et faites-la tourner une fois par semaine.

Démarrage de la pompe

Avant le démarrage initial de la pompe, vous devez avoir vérifié et testé la pompe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 31 sur 209

Lors du démarrage normal, vérifiez toujours que la pompe tourne librement. Vérifiez quotidiennement le niveau d'huile.

Ouvrez légèrement la soupape d'aspiration ou la conduite de préchauffage, et mettez la pompe sous pression. Une fois que la pompe a atteint la bonne pression, évacuez la vapeur à travers le corps de pompe ou le point de refoulement élevé. Assurez-vous toujours que les gaz dangereux ou les liquides hautement inflammables sont évacués/vidangés dans un lieu sûr. Vérifiez que le disjoncteur principal de la pompe dans la sous-station est en position « marche ».

Ouvrez complètement la soupape d'aspiration et assurez-vous que la vanne de refoulement est complètement fermée. Démarrez le moteur électrique. Une fois le moteur a atteint sa vitesse et la pression de refoulement est établie, ouvrez lentement la vanne de sectionnement de refoulement afin de l'ouvrir complètement. Observez bien la pression de refoulement pendant ce temps.

Dépannage

Si la pression de refoulement reste élevée après avoir ouvert une vanne de refoulement, cela est normalement dû à l'une des raisons suivantes :

la conduite de refoulement est bloquée par un mauvais alignement de la soupape en aval ou un blocage dans la tuyauterie.

Si la pression de refoulement chute, cela est normalement dû à l'une des raisons suivantes :

le filtre d'aspiration est bloqué ou la vanne de sectionnement d'aspiration n'est pas complètement ouverte

une perte de collecteur de pression vers l'aspiration de la pompe

la perte de pression en aval de la pompe, en raison d'une soupape de contrôle défectueuse ou d'une vanne mal ouverte

un grippage par vapeur dans le corps de pompe

Contrôle de fonctionnement :

En ce qui concerne le contrôle de routine pendant le fonctionnement, les consignes du revendeur ont été suivies ; toutefois, un contrôle général de routine des points suivants requiert une attention régulière :

La pression de refoulement

L'ampérage du moteur

La pression d'aspiration (le cas échéant)

L'huile de roulement

Les températures de roulement pour la pompe et le moteur

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 32 sur 209

L'huile d'étanchéité (le cas échéant)

Les vibrations

Démarrage initial

L'eau de l'usine devrait être vidangée, à l'exception des différents réservoirs étanches. Le réacteur sera drainé et rempli d'acide à 28 % jusqu'à 300 mm au-dessus des pales d'agitateur inférieures.

Avant le démarrage, la condition devrait être la suivante :

- l'approvisionnement d'acide sulfurique disponible, prêt à alimenter le réacteur
- le réservoir de pulpe de Phosphate est rempli de pulpe de Phosphate, prête à alimenter le réacteur
- le système d'eau de refroidissement faisant circuler l'eau vers le système de distribution

Le système d'épaississement de la pulpe de Phosphate sera démarré en premier. Ensuite, le système de réaction sera démarré et fonctionnera sans alimentation de filtre afin d'accumuler la concentration et le niveau de pulpe dans le réacteur. Pendant ce temps, les taux d'alimentation de matières premières seront établis au point de fonctionnement minimal et le Flash Cooler et le laveur des gaz fonctionneront. Lorsque les conditions du réacteur seront adéquates, un filtre sera mis en service. Le gâteau de filtre est refoulé vers la mise au rebut de gypse, et l'ensemble du filtrat est renvoyé au réacteur. À mesure que la concentration de P_2O_5 dans le filtrat s'accumule et que l'état des cristaux de gypse s'améliore, l'acide est transféré vers le clarificateur à 28 %.

Lorsque suffisamment d'acide filtré est récupéré dans le clarificateur et les réservoirs d'alimentation de l'évaporateur, un échelon d'évaporation est rempli d'acide phosphorique à 54 % à partir d'une source externe. Cela est nécessaire pour pouvoir démarrer un échelon d'évaporation et transférer l'acide produit vers les systèmes de clarification et de stockage à 54 %. Les réservoirs étanches du laveur de FSA doivent être remplis à partir du laveur des gaz et les laveurs de FSA doivent être mis en service avant de mettre les évaporateurs sous vide.

La capacité de l'usine est progressivement augmentée en fonction de l'augmentation des taux d'alimentation en matières premières. L'autre filtre sera démarré à mesure que la capacité augmentera et que la condition du gâteau s'améliorera. Les autres échelons d'évaporation seront mis en service à mesure que la demande d'acide évaporé augmentera.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 33 sur 209

3.2. Mise en service

Avant le démarrage initial, chaque section de l'usine doit faire l'objet d'une inspection et d'une vérification complète de la mécanique, de la tuyauterie, de l'électricité et de l'instrumentation. Cette inspection et vérification doivent être réalisées par les représentants sur le site des revendeurs, y compris les ingénieurs de production, en mécanique/équipement, de tuyauterie et d'instrumentation, ainsi que le personnel de l'acheteur.

Tout l'équipement doit être inspecté, testé et démarré conformément aux manuels d'utilisation du revendeur (et du sous-traitant) et/ou aux consignes des représentants du revendeur afin de s'assurer qu'il est en bon état de marche.

Avant de démarrer un équipement, mettez en service tous les systèmes d'utilités de l'usine. Assurez-vous que les utilités sont disponibles au niveau de la vanne de sectionnement principale à la batterie limite. De l'eau potable doit être disponible dans toutes les douches de sécurité et les stations de lavage oculaire. Purgez toutes les conduites de vapeur, d'eau, d'eau potable et d'air afin d'éliminer le tartre, la rouille et la saleté. Remettez les conduites sous pression et vérifiez que les systèmes ne fuient pas.

Une « liste des principaux points à corriger » ou « liste de contrôle » doit être établie afin de répertorier les différents points à vérifier et à inspecter. Cette liste doit inclure, par exemple, ce qui suit :

- vérifiez la bonne installation, l'alignement, les marges opérationnelles et l'ancrage de tout l'équipement. Toutes les protections doivent être en place et fonctionnelles.
- remplissez et mettez en service les systèmes de lubrification de l'équipement rotatif.
- confirmez l'installation complète des plans d'étanchéité mécanique de la pompe, y compris le retrait des armatures de protection.
- retirez les débris et les corps étrangers des cuves.
- vérifiez que l'instrumentation de l'usine fonctionne bien. La position de la vanne de contrôle, en cas de manque d'air à l'instrument, doit être vérifiée avec les P&IDs et les data sheets d'instrumentation.
- Démarrez l'équipement rotatif et vérifiez qu'il tourne dans le bon sens en ayant retiré les accouplements de l'entraînement entre le moteur et l'entraînement. Observez et enregistrez l'ampérage de la charge et vérifiez les vibrations et l'excédent de bruit. Réinstallez les accouplements une fois le contrôle terminé.

Après avoir réalisé cette inspection et ce contrôle pour chaque section de l'usine, effectuez les tests de l'eau et de fuite sous vide. Les tests de l'eau et de fuite sous vide sont essentiels pour détecter et éliminer les fuites avant de faire fonctionner l'équipement pour la première fois ou après un arrêt prolongé, ou après une activité de maintenance lors de laquelle un raccord important a été cassé.

Après avoir testé l'eau, retirez tous les filtres temporaires.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 34 sur 209

Le système de contrôle doit être testé pendant que l'eau s'écoule, ou par le biais d'une simulation de signaux avant que l'eau ne s'écoule.

Lorsque les pompes ont des exigences en matière d'eau de barrage, l'alimentation en eau de barrage vers les pompes et/ou vers les pots de garniture doit être ouverte, et le débit configuré tel que recommandé par le fabricant de la pompe. Dans le cas des pots de garniture, ils doivent être mis sous pression et testés conformément aux recommandations du revendeur. Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.

Pendant que l'eau s'écoule, tous les agitateurs et les racleurs doivent être testés lorsque le niveau dans l'équipement est situé au moins 300 mm au-dessus des pales inférieures des agitateurs.

3.3. Tests de fuite et sous vide

3.3.1. Épaississement de la pulpe de Phosphate

Le test de fuites du système d'épaississement de la pulpe de Phosphate inclut le système de floculant, les deux réservoirs de réception de pulpe de Phosphate, le réservoir d'épaississeur, le réservoir de débordement d'épaississeur, les deux réservoirs de pulpe de Phosphate et les pompes et conduites associées.

Ouvrez la vanne de la conduite d'eau non traitée (402A-LV-311B) vers le réservoir de pompe de débordement de l'épaississeur (402AAR07). Lorsque ce réservoir a atteint sa gamme de fonctionnement (25 à 80 % plein), commencez à remplir les réservoirs de réception de pulpe de Phosphate (402AA/BR02) à l'aide de la pompe d'alimentation de débordement de l'épaississeur (402AAP07) avec la vanne 402A-FV-322 ouverte (NOTE : la vanne 425A-LV-005A devrait être fermée). Lorsque le niveau d'eau est situé environ 300 mm au-dessus des pales de l'agitateur, testez le fonctionnement de l'agitateur. Démarrez les pompes d'alimentation en épaississeur (402AA/BP02) pour commencer à remplir d'eau l'épaississeur de pulpe (402AAR03). Lorsque le niveau d'eau est situé environ 300 mm au-dessus du racleur, testez le fonctionnement du racleur de l'épaississeur (402AAA03). Démarrez la pompe de recyclage de l'épaississeur (402AAP05). Lorsque le niveau d'eau de l'épaississeur de pulpe est de 80 %, démarrez les pompes de transfert d'épaississeur (402AA/BP03) afin de pomper l'eau de l'épaississeur de pulpe vers les réservoirs de pulpe de Phosphate (402AA/BR06). Avec la vanne 402A-HV-801 fermée et la vanne 402A-EV-812 ouverte (pour contourner le système d'alimentation d'adjuvant de floculation), remplissez les réservoirs de mélange de floculant (402AA/BR11) avec de l'eau non traitée à partir du collecteur de distribution d'eau non traitée. Lorsque les réservoirs de mélange de floculant sont pleins, arrêtez l'écoulement d'eau. Lorsque les réservoirs de pulpe de Phosphate sont pleins, arrêtez les pompes et l'écoulement d'eau non traitée.

Vérifiez tous les réservoirs afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Pour tester la tuyauterie, installez toutes les brides pleines nécessaires et pressurisez les circuits de tuyauterie sur les pressions de test spécifiées dans la liste des conduites. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Réparez toutes les fuites et testez à nouveau.

Laissez les réservoirs pleins d'eau en anticipation de l'écoulement d'eau (voir la Section 3.4).

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 35 sur 209

3.3.2. Alimentation en acide sulfurique

Une fois que le système d'alimentation en acide du réacteur est prêt à être testé, pompez l'eau vers le réacteur via les différentes conduites d'admission. Testez l'ensemble de la tuyauterie, des vannes et des brides afin de vous assurer qu'elles ne fuient pas. Une fois que le système d'alimentation complet a fonctionné avec succès avec de l'eau et a été intégralement testé, vidangez l'eau de la conduite et soufflez l'air de l'usine dans toute la tuyauterie d'acide afin de la sécher. **IMPORTANT>>** Comme l'acide sulfurique peut réagir violemment à l'eau, il est important de sécher les conduites avant d'ajouter de l'acide sulfurique !

Après l'écoulement d'eau, (Section 4.3), informez l'usine d'acide sulfurique afin qu'elle se prépare au démarrage.

3.3.3. Stockage d'agent antimousse

Une fois le contrôle mécanique terminé, le système est prêt à être rempli d'eau et testé. À l'aide d'une conduite temporaire provenant du collecteur d'eau de traitement, remplissez le réservoir d'agent antimousse (404AAR09) au niveau maximal.

Lorsque l'usine d'acide phosphorique est prête pour le test de l'eau, pompez l'eau vers le réacteur à l'aide de chaque pompe de dosage d'agent antimousse (404A A/KP10). Pompez à des débits différents afin d'établir des courbes d'étalonnage pour chaque pompe. Une fois terminé, vidangez le Réservoir d'agent antimousse et les conduites et remplissez le réservoir d'agent antimousse afin de préparer le démarrage.

3.3.4. Tour de refroidissement et système de condensat de traitement

Une fois le contrôle mécanique terminé, le système est prêt à être rempli d'eau et testé. Remplissez le bassin de la tour de refroidissement (425EAR02) avec de l'eau non traitée (utilité) ou de l'eau de traitement à partir du réservoir de débordement d'épaississeur (402AAR04). Une fois les niveaux d'eau normaux atteints, démarrez les pompes de la tour de refroidissement (425E A/B/KP02) et ouvrez la conduite pour remplir le bassin chaud (425EAR01) afin de fournir une source initiale de condensat de traitement. Lorsque le bassin chaud est plein, démarrez l'une des pompes du refroidisseur d'eau de traitement (425E A/B/KP01). Ouvrez les vannes des deux échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (425E A/B/C/D/E/F/GE01) et orientez le flux vers le condensateur d'évaporateur (404J/K/L AD01) sur l'échelon d'évaporation sélectionné pour le démarrage initial. Vérifiez l'ensemble des brides, des vannes et de la tuyauterie afin de vous assurer qu'elles ne fuient pas.

Mettez en service les autres pompes de la tour de refroidissement, les pompes du refroidisseur d'eau de traitement et les échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement selon les besoins avant de démarrer les échelons d'évaporation restants. Vérifiez l'ensemble des brides, des vannes et de la tuyauterie afin de vous assurer qu'elles ne fuient pas, une fois que tout l'équipement a été mis en service.

3.3.5. Système d'eau de mer

Ouvrez les vannes manuelles des conduites d'eau de mer vers les zones du pulvérisateur à entonnoir de gypse du filtre. Réglez les vannes manuelles jusqu'à ce que FI-703/803 indique les

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 36 sur 209

débites nominaux requis pour un fonctionnement normal. Vérifiez le fonctionnement du système et la tuyauterie afin de vous assurer qu'elle ne fuit pas. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas.

3.3.6. Réaction

3.3.6.1. Test de fuite

Remplissez le réacteur annulaire de Jacobs (403AAM01) avec de l'eau de traitement provenant des réservoirs de pulpe de Phosphate (402A A/BR06) en démarrant les pompes d'alimentation du réacteur (402A A/B/KP06). Vérifiez toute la tuyauterie d'alimentation afin de vous assurer qu'elle ne fuit pas. Remplissez jusqu'aux niveaux de liquide normaux (2400 mm au-dessus du fond du réacteur), comme indiqué par les indicateurs de niveau du compartiment (LIT-002-A/B) afin de permettre à l'eau de déborder du compartiment d'alimentation du filtre. Lorsque les niveaux d'eau dans le réacteur, le compartiment d'alimentation du refroidisseur et les compartiments de configuration sont à environ 300 mm au-dessus du fond des pales de l'agitateur, testez le fonctionnement de chaque agitateur.

Une fois le niveau normal atteint, mesurez et enregistrez l'ampérage des agitateurs.

Vérifiez tous les réservoirs afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Pour tester la tuyauterie, installez toutes les brides pleines nécessaires et pressurisez les circuits de tuyauterie sur les pressions de test spécifiées dans la liste des conduites. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Réparez toutes les fuites et testez à nouveau.

Laissez de l'eau dans le réacteur pour le test sous vide.

3.3.6.2. Test sous vide

Vérifiez que le niveau d'eau du réacteur correspond au niveau de fonctionnement normal.

Configurez le contrôleur de pression PIC-192 en amont du pré-condensateur du refroidisseur (403AAD02) à 235 mm Hg absolu pour vous assurer que vanne de purge d'air est complètement fermée.

Initiez l'alimentation en eau de refroidissement vers le pré-condensateur du refroidisseur. Initiez l'alimentation d'eau d'étanchéité hermétique et démarrez la pompe à vide du refroidisseur (403AAC01). À ce stade, ne pompez pas d'eau vers la section de filtration.

Lorsque l'aspiration indiquée atteint 235 mm Hg (abs), maintenez le vide sur le système pendant 8 à 12 heures. Vérifiez qu'il n'y ait pas de fuites. Si les fuites sont rapides, testez toutes les brides du système afin de vous assurer qu'elles ne fuient pas. Resserrez-les selon les besoins et redémarrez le système.

Après le test de l'eau et sous vide, laissez de l'eau dans l'équipement pour qu'elle s'écoule.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 37 sur 209

3.3.7. Filtration

Il y a deux échelons de filtration. La procédure est identique pour chaque échelon.

3.3.7.1. Test de fuite

Utilisez les pompes d'alimentation du pré-condensateur (403A A/KP04) pour remplir les réservoirs de lavage de tissu et de gâteaux (403A A/BR22 et 403A A/BR21). Démarrez les pompes de lavage de tissu et de gâteaux (403A A/BP22 et 403A A/BP21) et faites circuler l'eau dans chaque système. Démarrez la pompe de filtrat n°4 (403A A/BP20), la pompe de filtrat n°3 (403A A/BP19), la pompe à acide de retour (403A A/BP18) et la pompe à acide produit (403A A/BP17), en vérifiant le fonctionnement de chaque système et que la tuyauterie ne fuit pas. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Pour tester la tuyauterie, installez les brides pleines requises. Purgez l'air via les points de refoulement élevés ou des brides écartées.

Pressurisez les circuits de tuyauterie aux pressions de test spécifiées dans la liste des conduites. Réparez toutes les fuites et testez à nouveau.

3.3.7.2. Test sous vide

Une fois les niveaux d'eau établis, installez des brides pleines dans les conduites d'écoulement de filtrat. Ouvrez les conduites de condensat de traitement vers le laveur de filtre (403A A/BD10) et la pompe à vide du filtre (403A A/BC06). Réglez le contrôleur d'indicateur de pression sur 250 mm Hg abs afin que la vanne de purge d'air soit complètement fermée. Lorsque la pression dans le système atteint environ 250 mm Hg absolu, arrêtez la pompe à vide et vérifiez que le système ne fuit pas. En cas de fuite excessive, testez toutes les brides. Resserrez-les selon les besoins et redémarrez le système.

Après le test de l'eau et sous vide, laissez de l'eau dans tout l'équipement pour qu'elle s'écoule.

3.3.8. Clarification et stockage à 28 %

Normalement, la zone de refroidissement et de clarification à 28 % est chargée à partir des pompes à acide produit du filtre dans les réservoirs de refroidissement d'acide à 28 % respectifs (413A A/BR13) mais un contournement est fourni vers le bassin de distribution de clarification à 28 %. Ensuite, le produit peut être dirigé vers le bassin de distribution de clarification à 28 % puis directement vers les clarificateurs à 28 %.

Remplissez le réservoir d'eau de lavage (413AAR01) et démarrez la pompe à eau de lavage (413A A/KP01). Ouvrez la conduite de refoulement vers la zone du réacteur. Pressurisez les circuits de tuyauterie aux pressions de test spécifiées dans la liste des conduites. Vérifiez le réservoir, les pompes et la tuyauterie afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Réparez toutes les fuites et testez à nouveau.

Pour tester l'eau de l'équipement de refroidissement d'acide à 28 %, remplissez les réservoirs de refroidissement d'acide à partir du réservoir d'eau de lavage à l'aide de la conduite de 150 mm (150-WP-413A-010-BK1) reliée à la conduite de dérivation du refroidisseur sur le côté

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 38 sur 209

du réservoir. Lorsque le niveau d'eau est situé 200 mm au-dessus de la turbine de l'agitateur, démarrez l'agitateur respectif (413A A/B13).

Réglez les vannes autour des refroidisseurs d'acide pour renvoyer l'eau vers les réservoirs de refroidissement d'acide. Remplissez les conduites et testez les pompes du réservoir de refroidissement d'acide (413A A/KP15) et (413ABP15). Ouvrez les drains sur les coquilles du refroidisseur d'acide et recherchez des signes de fuite au niveau des tubes.

Si les échangeurs de chaleur du refroidisseur d'acide sont intacts, faites entrer de l'eau provenant du système de distribution d'eau de refroidissement, s'il est disponible ; sinon, attendez que le système de la tour de refroidissement soit chargé.

À mesure que le niveau baisse dans les réservoirs de refroidissement d'acide, l'écoulement peut être détourné vers le bassin de distribution de clarification à 28 % puis vers les clarificateurs d'acide à 28 %, comme indiqué ci-dessous.

Commencez à remplir chaque clarificateur d'acide à 28 % (413A A/BR11). Démarrez la pompe à pulpe (413A A/BP11) et renvoyez l'eau vers le réservoir via le bassin de distribution. Laissez le clarificateur déborder vers le réservoir d'alimentation de l'évaporateur (413A A/BR12). Lorsque le niveau d'eau dans le réservoir est situé environ 300 mm au-dessus de la pale de l'agitateur, testez chaque agitateur et chaque racleur du clarificateur. Testez chaque pompe d'alimentation de l'évaporateur (413A A/B/C/KP12) en transférant de l'eau vers les évaporateurs respectifs.

3.3.9. Concentration

Il y a trois échelons de concentration. La procédure est identique pour chaque échelon.

3.3.9.1. Test de fuite

L'eau de traitement sera transférée vers chaque bouilleur de l'évaporateur (404J/K/L AD01) et système de chauffage de l'évaporateur (404J/K/L AE02) à partir des réservoirs d'alimentation de l'évaporateur (413A A/BR02) et/ou du réservoir d'eau de lavage (413AAR01) pendant le test d'eau de ces réservoirs. Continuez à remplir le bouilleur jusqu'à ce que l'eau s'écoule de la conduite d'acide produit vers l'aspiration de la pompe à produit de l'évaporateur (404J/K/L AP05). Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas.

Pendant le remplissage du bouilleur de l'évaporateur, fermez les vannes manuelles sur la conduite de condensat qui alimente le refroidisseur de condensat (404J/K/L AE01). Fermez les vannes manuelles et ouvrez le robinet de vidange sur les conduites de condensat qui se déchargent du refroidisseur de condensat. Vérifiez si du liquide s'écoule du robinet de vidange de la conduite de condensat. Si du liquide s'écoule de la conduite, inspectez les tubes dans le refroidisseur de condensat. Inspectez visuellement les éventuelles fuites d'eau des tubes de l'échangeur ou de la plaque tubulaire. Si vous détectez des fuites, démontez l'échangeur de chaleur et emportez-le dans l'atelier de maintenance afin qu'il soit réparé. Ouvrez les vannes manuelles sur la conduite de condensat qui alimente le refroidisseur de condensat et fermez le robinet de vidange sur la conduite de condensat qui se décharge du refroidisseur de condensat une fois le test terminé.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 39 sur 209

Une fois le bouilleur de l'évaporateur plein, démarrez la pompe de circulation de l'évaporateur (404J/K/L AP04). Ouvrez le robinet de vidange sur la conduite d'aspiration de la pompe à condensat (404J/K/L AP03). Vérifiez si du liquide s'écoule du robinet de vidange d'aspiration de la pompe. Si du liquide s'écoule de la conduite, inspectez visuellement les éventuelles fuites d'eau des tubes de l'échangeur ou de la plaque tubulaire. Si vous détectez des fuites, démontez l'échangeur de chaleur et emportez-le dans l'atelier de maintenance afin qu'il soit réparé. Fermez le robinet de vidange une fois le test terminé.

Pour tester le côté coque du chauffage de l'évaporateur, fermez la vanne manuelle sur la conduite de condensat qui alimente le refroidisseur de condensat. Fermez les vannes manuelles sur la conduite de vapeur à 2 bar(g) à partir du récepteur de condensat (404J/K/L AR03). À l'aide d'une buse située sur le corps de l'échangeur de chaleur, remplissez l'échangeur de chaleur et le récepteur de condensat et pressurisez-les avec de l'eau jusqu'à 2 kg/cm²(g). N'utilisez pas d'air lors du test de pression. Une fois sous pression, surveillez les indicateurs de pression (PI-222, 322, 422). Une baisse progressive de la valeur de pression indique qu'il y a une fuite dans le système. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas.

Ouvrez la vanne manuelle sur la conduite de condensat qui alimente le refroidisseur de condensat et remettez l'eau sous pression dans le chauffage de l'évaporateur à 2 kg/cm²(g). Une fois sous pression, surveillez les indicateurs de pression (PI-222, 322, 422). Une baisse progressive de la valeur de pression indique qu'il y a une fuite dans le refroidisseur de condensat. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Vidangez le côté coque des échangeurs de chaleur via le robinet de vidange sur la conduite de condensat qui se décharge du refroidisseur de condensat.

L'eau de traitement sera transférée vers chaque réservoir d'étanchéité de FSA à partir du laveur des gaz (403AAD07). Continuez jusqu'à ce que les réservoirs de FSA peu concentré et d'étanchéité de FSA soient pleins et inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes pour vous assurer qu'ils ne fuient pas.

Démarrez la pompe à produit de l'évaporateur et pompez l'eau vers le système de clarification à 54 % via le bassin de distribution.

3.3.9.2. Test sous vide

Retirez toutes les brides pleines temporaires utilisées pour tester l'eau et reconnectez les raccordements à brides retirés pour la purge d'air ou le remplissage d'eau pendant le test d'étanchéité. Inspectez tous les réglages de vannes pour vous assurer qu'il n'y a aucun risque de fuite d'air dans le système. Installez une ébauche dans la ligne de produit vers la pompe à produit de l'évaporateur.

Démarrez l'écoulement de condensat de traitement vers le condensateur d'évaporateur (404J/K/L AD03) et réglez les régulateurs de débit FIC-281, 381 et 481 sur le débit nominal pour les échelons J, K et L, respectivement. Démarrez l'écoulement de l'eau de traitement acide vers le réservoir étanche de FSA peu concentré (404J/K/L AR09) et le réservoir étanche de FSA (404J/K/L AR06) jusqu'à ce que les deux réservoirs soient pleins. Démarrez la pompe de lavage de FSA peu concentré (404J/K/L AP12) et la pompe de lavage de FSA (404J/K/L AP06).

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 40 sur 209

Démarrez l'écoulement de condensat de traitement vers la pompe à vide de l'évaporateur et réglez le contrôleur de pression sur 76 mm Hg Abs (PIC-242, 342, 442 pour les échelons J, K et L, respectivement).

Si le système de l'évaporateur est étanche, le vide devrait s'accumuler jusqu'à la spécification nominale en l'espace de quelques heures. Si le système ne retient pas le vide, localisez et corrigez la fuite.

Enregistrez le temps requis pour atteindre le vide nominal à titre de référence ultérieure afin de programmer le temps d'arrêt d'ébouillantage.

3.3.10. Clarification et stockage à 54 %

Pendant le test d'eau des évaporateurs, l'eau sera transférée vers les clarificateurs à 54 % (414A A/BR13). Testez le bon fonctionnement de chaque clarificateur, lorsque le niveau d'eau du réservoir est situé environ 300 mm au-dessus du racleur. Démarrez la pompe à pulpe (414A A/BP13) et renvoyez l'eau vers le réservoir via le bassin de distribution. Vérifiez le niveau d'eau dans chaque clarificateur à 54 % et remplissez jusqu'au débordement dans les réservoirs de stockage d'acide à 54 % (414A A/BR12). Vérifiez qu'il n'y ait pas de fuites.

Vérifiez le niveau d'eau dans les deux réservoirs de stockage d'acide à 54 % et remplissez jusqu'au débordement vers la fosse. Testez le bon fonctionnement de chaque réservoir, lorsque le niveau d'eau du réservoir est situé environ 300 mm au-dessus de la pale de l'agitateur. Vérifiez qu'il n'y ait pas de fuites.

Pour tester la tuyauterie, installez les brides pleines nécessaires et pressurisez les circuits de tuyauterie sur les pressions de test spécifiées dans la liste des conduites. Inspectez toutes les brides, les trous d'homme et les vannes afin de vous assurer qu'ils ne fuient pas. Réparez toutes les fuites et testez à nouveau.

3.4. Écoulement d'eau

3.4.1. Épaississement de la pulpe de Phosphate

Une fois le test de fuite terminé, le système d'épaississement de la pulpe de Phosphate devrait être prêt à fonctionner avec de l'eau uniquement. La procédure suivante suppose que tous les réservoirs conservent des niveaux de fonctionnement normaux après le test de fuite. Dans le cas contraire, ajoutez de l'eau dans les réservoirs dont le niveau d'eau est insuffisant.

Étape	Consignes	Remarques
1	Démarrez tous les mélangeurs des réservoirs, les agitateurs et les racleurs.	Démarrez tout à partir des boutons de démarrage sur le terrain. Relevez et notez l'ampérage pour chaque moteur et sauvegardez-le afin de le comparer aux charges opérationnelles lorsque l'usine produit de la pulpe.
2	Démarrez correctement tous les plans d'étanchéité de pompe associés	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
3	Sélectionnez et démarrez la pompe de recyclage d'épaississeur (A ou B)	Pendant qu'une pompe fonctionne, l'autre est en veille. Vérifiez le bon fonctionnement des pompes et de l'écoulement de recyclage.

4	Sélectionnez et démarrez la pompe de recyclage du réservoir de pulpe de Phosphate (A ou B)	Pendant qu'une pompe fonctionne, l'autre est en veille. Vérifiez le bon fonctionnement des pompes, des vannes et de l'écoulement.
5	Sélectionnez et démarrez la pompe de dosage de flocculant	Vérifiez le bon fonctionnement des pompes, des agitateurs et des soupapes de contrôle.
6	Démarrez les pompes d'alimentation en épaisseur	Deux pompes fonctionnent et l'une est en veille. Vérifiez le bon fonctionnement des pompes, des vannes et de l'écoulement de l'épaisseur.
7	Démarrez les pompes de transfert d'épaisseur	Deux pompes fonctionnent et l'une est en veille. Vérifiez le bon fonctionnement des pompes et de l'écoulement vers les réservoirs de pulpe de Phosphate.
8	Démarrez le système d'alimentation en pulpe de Phosphate vers le réacteur.	Deux pompes fonctionnent et la troisième est en veille. Coordonnez-vous avec l'opérateur du réacteur. L'eau est pompée dans les conduites de pulpe et les débitmètres massiques vers le réacteur. Vérifiez que l'instrumentation fonctionne même si la densité ne correspond pas à la plage de fonctionnement normale.

Laissez le réservoir de pulpe de Phosphate plein d'eau jusqu'à ce que la section de réaction soit prête à recevoir la pulpe de Phosphate.

Lorsque la section de réaction est prête à recevoir la pulpe de Phosphate, drainez l'eau vers la fosse en laissant 300 mm d'eau au-dessus des pales de l'agitateur (afin que la plupart de la poussière et des corps étrangers entrant dans les réservoirs de stockage ouverts avant le démarrage soient rincés à l'eau au lieu d'être transférés vers le réacteur).

3.4.2. Réaction et filtration

Une fois l'équipement testé sous vide et afin de vérifier qu'il ne fuit pas et lorsque toutes les fuites ont été réparées/corrigées, faites fonctionner l'unité avec de l'eau.

Cette période de fonctionnement permet de vérifier l'instrumentation, les conduites d'alimentation et de produit, les pompes de circulation et les services électriques ; elle permet également aux opérateurs de se familiariser avec la configuration physique de l'équipement et des différents points de réglage du processus.

Pour le fonctionnement à l'eau, utilisez de l'eau douce. L'écoulement d'eau doit simuler le passage de l'acide dans l'équipement, en étant constamment ajouté au réacteur et continuellement refoulé par les évaporateurs du four.

Cette procédure suppose que le test de fuite est terminé et que la plupart des réservoirs contiennent de l'eau au niveau de fonctionnement normal (c.-à-d., le réservoir de pulpe de Phosphate, les compartiments du réacteur, les réservoirs étanches, les réservoirs de lavage, etc.). Elle suppose également que l'eau de refroidissement circule vers tous les utilisateurs et que l'eau de traitement circule vers le laveur des gaz.

Étape	Consignes	Remarques
1	Préparez-vous à démarrer le système de lavage	Fermez tous les trous d'homme dans les réservoirs évacués vers le laveur et dans les tuyaux de ventilation.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 42 sur 209

2	Préparez-vous à démarrer le ventilateur d'extraction du laveur	Ouvrez l'eau de traitement vers le ventilateur d'extraction du laveur. Fermez le clapet dans l'aspiration du ventilateur. Vérifiez que l'eau dans le puisard du laveur des gaz recouvre les conduites de vidange du laveur des gaz.
3	Démarrez le ventilateur d'extraction du laveur	Démarrez le ventilateur d'extraction du laveur à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Ouvrez progressivement le clapet d'aspiration et notez le relevé de l'ampèremètre du moteur. En outre, vérifiez la pression différentielle dans le laveur pendant l'ouverture du clapet. Laissez le clapet ouvert jusqu'à ce que l'ampèremètre du moteur indique une valeur nominale de 90 %.
4	Démarrez tous les agitateurs du réacteur	On suppose que tous les compartiments du réacteur sont encore pleins d'eau suite aux tests de l'eau et de l'étanchéité. Si ce n'est pas le cas, ces réservoirs devraient être remplis d'eau de traitement avant de démarrer les agitateurs. Démarrez les agitateurs à partir des boutons de démarrage sur le terrain. Relevez et notez l'ampérage de chaque moteur d'agitateur et sauvegardez-le afin de le comparer lorsque l'unité est chargée de pulpe.
5	Préparez-vous à démarrer le système de refroidissement à vide	Vérifiez que l'écoulement d'eau vers la pompe à vide et le condensateur de refroidisseur a été stabilisé. Démarrez la pompe à vide à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Inspectez visuellement les performances de la pompe à vide et l'ampérage du moteur sur le panneau de commande. Concernant les procédures et instructions de démarrage de la pompe à vide, consultez l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du revendeur de la pompe à vide.
6	Démarrez correctement tous les plans d'étanchéité de pompe	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
7	Démarrez chaque pompe de circulation du refroidisseur	Lorsque la pression du condensateur de refroidisseur a atteint environ 235 mm Hg absolu, démarrez la pompe de circulation du refroidisseur à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Relevez et notez l'ampérage du moteur.
8	Testez le système d'acide sulfurique	Avec de l'eau dans les conduites d'acide sulfurique, faites fonctionner les pompes à acide sulfurique en vérifiant que l'écoulement peut être réparti vers tous les points d'ajout du réacteur et les réservoirs de lavage de gâteau. En ayant ajouté de l'eau de traitement au té de mélange, simulez les conditions de fonctionnement de l'acide afin de déterminer si les contrôleurs de débit fonctionnent correctement. <i>Une fois l'eau écoulée, toute l'eau doit être éliminée des conduites d'acide sulfurique avant de les remplir d'acide.</i> Une petite quantité d'eau peut entraîner une forte corrosion du réservoir et des conduites.
9	Testez le système d'agent antimousse	Faites fonctionner les pompes d'agent antimousse à l'eau afin de déterminer si l'écoulement est possible au niveau de tous les points d'ajout du réacteur et des conduites de refoulement des pompes d'alimentation de l'évaporateur.
10	Démarrez le système d'alimentation en pulpe de Phosphate	À l'aide des pompes d'alimentation du réacteur, pompez l'eau dans les conduites de pulpe et les débitmètres massiques dans le réacteur. Vérifiez que l'instrumentation fonctionne même si la densité de l'eau ne correspond pas à la plage de fonctionnement normale.
11	Préparez-vous à démarrer les systèmes de filtration	Le démarrage du système de filtre inclut : le démarrage du système sous vide, le démarrage de la rotation du filtre, le démarrage du système de lavage du filtre, le démarrage du système d'alimentation du filtre et le démarrage du système de manipulation du gypse.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 43 sur 209

12	Démarrez un système sous vide du filtre	Démarrez l'écoulement de l'eau de mer vers les vaporisateurs dans la trémie de gypse. Vérifiez les instruments de mesure de débit. Démarrez la pompe à vide à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Inspectez visuellement les performances de la pompe à vide et l'ampérage du moteur sur le panneau de commande. Réglez le régulateur de vide du filtre en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Lorsque vous utilisez de l'eau, la dépression est minimale. Lorsque vous utilisez de la pulpe, laissez la vanne de purge d'air fermée jusqu'à ce que le filtre soit recouvert de pulpe. Pour connaître les procédures et consignes de démarrage de la pompe à vide, veuillez consulter l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du fabricant de la pompe à vide.
13	Démarrez la rotation du filtre	Démarrez la rotation du filtre à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Effectuez une vérification mécanique pour vérifier que la lubrification est nécessaire. Vérifiez les performances du filtre et réglez la vitesse de rotation au minimum à l'aide du régulateur de vitesse.
14	Démarrez le système de lavage de tissu	Ouvrez la conduite d'eau de traitement vers le réservoir de lavage de gâteau pour remplir les réservoirs de lavage de tissu et de gâteau. Ouvrez la vapeur à basse pression vers le chauffe-eau de lavage. Chauffez l'eau à 80°C à l'aide de TIC-762. Avec la vanne de refoulement presque fermée, démarrez la pompe à eau de lavage de tissu sur le terrain. Ouvrez doucement et complètement la vanne. Vérifiez les vaporisateurs de lavage de tissu pour vous assurer qu'ils sont ajustés ; notez également la pression d'eau de lavage de tissu. Démarrez le ventilateur de séchage et vérifiez son bon fonctionnement.
15	Démarrez le système de lavage de gâteau	Démarrez la pompe de lavage de gâteau et augmentez le débit d'eau à 170 m³/h et passez en mode automatique. Démarrez le souffleur de décharge de gâteau et vérifiez son bon fonctionnement.
16	Démarrez les pompes de filtrat n°4 et n°3	Avec la vanne de refoulement sur la pompe de filtrat n°4 presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de terrain. Lorsque le niveau dans le 4 ^{ème} compartiment atteint le niveau de fonctionnement déjà fixé, ouvrez lentement et complètement la vanne de refoulement. Inspectez visuellement les performances de la pompe, l'ampérage du moteur et le refoulement du liquide dans la boîte de lavage n°2. Notez l'ampérage du moteur. Répétez la même procédure pour la pompe de filtrat n°3.
17	Démarrez la pompe à acide de retour	Vérifiez que toutes les vannes des conduites d'acide de retour sont réglées pour orienter l'acide de retour vers le té de mélange présélectionné. Avec la vanne de refoulement presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de terrain. Ouvrez doucement et complètement la vanne de refoulement. Contrôlez visuellement les performances de la pompe et notez l'ampérage du moteur.
18	Démarrez la pompe d'alimentation du filtre	Démarrez l'eau d'étanchéité vers les pompes d'alimentation du filtre. Avec la vanne de refoulement de la pompe presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de terrain. Ouvrez lentement et complètement la vanne de refoulement, puis avec le contrôleur en mode manuel, augmentez lentement le débit à 400 m³/h. Contrôlez visuellement le fonctionnement du système et notez l'ampérage du moteur.

19	Démarrez la pompe à acide produit.	Vérifiez les vannes le long de la conduite d'acide produit et l'emplacement du flexible de refoulement dans le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. Avec la vanne de refoulement presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Ouvrez lentement et complètement la vanne de refoulement et pompez l'eau vers le clarificateur d'acide à 28 %. Contrôlez visuellement le fonctionnement de la pompe et notez l'ampérage du moteur.
20	Vérifiez le système de manipulation du gypse	Vérifiez les cellules du filtre pour confirmer que le fonctionnement mécanique vers le gâteau de gypse refoulé est correct dans la trémie de gypse. Envoyez l'eau de mer vers les vaporisateurs dans la trémie de gypse et vérifiez qu'ils fonctionnent.

Répétez les étapes 11 à 20 pour faire fonctionner le deuxième filtre à l'eau.

3.4.3. Clarification et stockage à 28 %

Dans le cadre de l'écoulement de l'eau de réaction et de filtration, l'eau sera transférée à partir de la section de filtration vers la zone de clarification d'acide à 28 %. Lorsque cela se produit, suivez les procédures générales suivantes :

Étape	Consignes	Remarques
1	Préparez-vous à l'écoulement d'eau dans la zone de clarification à 28 %	Choisissez quel réservoir d'alimentation du clarificateur/évaporateur à 28 % sera testé en insérant manuellement le flexible d'acide produit dans la bonne position dans le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. Faites arriver l'eau de la pompe à acide produit via le bassin de distribution à 28 % vers le clarificateur à 28 %.
2	Démarrez le racleur du clarificateur	Lorsque le clarificateur est assez plein, démarrez le racleur et vérifiez le fonctionnement mécanique.
3	Démarrez correctement tous les plans d'étanchéité de pompe associés	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
4	Démarrez la pompe à pulpe	Vérifiez que les vannes de refoulement et le flexible dans le bassin de distribution sont réglés pour recycler la pulpe et la renvoyer dans le clarificateur. Démarrez lentement la pompe à pulpe et vérifiez le fonctionnement mécanique. Vérifiez le fonctionnement de la boucle de régulation du débit (FIC-026) du clarificateur « A » à 28 % (413AAR11) et (FIC-066) du clarificateur « B » à 28 % (413ABR11).
5	Démarrez l'agitateur du réservoir d'alimentation de l'évaporateur	Lorsque le clarificateur déborde et remplit suffisamment le réservoir d'alimentation de l'évaporateur, démarrez l'agitateur et vérifiez son fonctionnement mécanique.
6	Testez le système de puisard	Laissez le réservoir d'alimentation de l'évaporateur déborder vers la fosse et le puisard de clarification d'acide à 28 %. Lorsque le puisard se remplit, démarrez l'agitateur et vérifiez le fonctionnement automatique de la pompe de puisard. Recyclez le refoulement de la pompe vers le clarificateur via le bassin de distribution du clarificateur d'acide à 28 %.
7	Testez la commande de lavage	Remplissez le réservoir d'eau de lavage selon les besoins. Alignez les vannes sur l'aspiration de la pompe à eau de lavage et déchargez vers le réacteur. Démarrez lentement la pompe à eau de lavage (413AAP01). Vérifiez le fonctionnement mécanique de la pompe et testez la boucle de régulation du débit FIC-126 en mode automatique.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 45 sur 209

Les pompes d'alimentation de l'évaporateur seront testées dans le cadre de la procédure d'écoulement d'eau du système de concentration figurant dans la section suivante.
Répétez les étapes 1 à 5 pour le deuxième système de clarification.

3.4.4. Concentration

Une fois l'unité d'évaporation testée à l'eau et sous vide afin de vérifier qu'elle ne fuit pas et toutes les fuites corrigées, démarrez et faites fonctionner l'unité avec de l'eau.

Cette période de fonctionnement permet de vérifier l'instrumentation, les conduites d'alimentation et de produit, la pompe de circulation et les services électriques ; elle permet également aux opérateurs de se familiariser avec la configuration physique de l'équipement et des différents points de réglage du processus.

L'écoulement d'eau doit simuler le passage de l'acide dans l'équipement, en étant constamment ajouté aux évaporateurs et continuellement refoulé par le système de clarification à 54 %.

L'écoulement d'eau de chaque système d'évaporateur peut avoir lieu de la manière suivante :

Étape	Consignes	Remarques
1	Remplissez le réservoir d'alimentation de l'évaporateur	Cela devrait avoir été réalisé dans le cadre de l'écoulement d'eau dans la zone de clarification d'acide à 28 %.
2	Remplissez l'évaporateur	Démarrez les pompes d'alimentation de l'évaporateur à basse vitesse et remplissez le bouilleur avec de l'eau jusqu'au niveau de fonctionnement normal. Ouvrez les robinets à soupape dans la conduite de refoulement d'acide et laissez l'eau déborder vers la pompe à produit de l'évaporateur. Arrêtez d'ajouter de l'eau lorsque la conduite de refoulement est pleine.
3	Remplissez le réservoir d'étanchéité de FSA et le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré	Assurez-vous que l'eau s'est complètement écoulee dans le laveur des gaz avant de remplir les réservoirs. Arrêtez d'ajouter de l'eau lorsque les réservoirs sont pleins.
4	Commencez à faire couler l'eau de traitement vers le condensateur	Assurez-vous que le système d'eau de traitement a démarré et que l'alimentation initiale en eau de traitement est orientée vers l'échelon d'évaporation faisant s'écouler l'eau.
5	Démarrez correctement tous les plans d'étanchéité de pompe associés	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
6	Démarrez la pompe de circulation de l'évaporateur	Démarrez d'abord le débit d'eau d'étanchéité vers la pompe. Vérifiez le fonctionnement mécanique de la pompe et notez l'ampérage du moteur.
7	Réglez le régulateur de débit d'alimentation de l'évaporateur	Démarrez les pompes d'alimentation de l'évaporateur et réglez le débit sur 56 m ³ /h (FIC-214 pour l'ensemble J, FIC-314 pour l'ensemble K, FIC-414 pour l'ensemble L)
8	Démarrez la pompe à produit de l'évaporateur	Vérifiez que les vannes sont alignées sur la conduite d'acide produit. Vérifiez la position du flexible de refoulement dans le bassin de distribution du clarificateur à 54 %. Avec la vanne de refoulement presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Ouvrez lentement et complètement la vanne de refoulement et pompez l'eau vers les réservoirs de stockage d'acide à 54 %. Contrôlez visuellement le fonctionnement de la pompe et notez l'ampérage du moteur.

9	Démarrez la pompe de lavage de FSA et la pompe de lavage de FSA peu concentré	Vérifiez que les vannes sont alignées sur la conduite de refoulement. Vérifiez la position des vannes manuelles sur les têtes de pulvérisation.
10	Démarrez le système de vide de l'évaporateur.	Démarrez le débit de condensat de traitement (FI-293) pour l'ensemble J, (FI-393) pour l'ensemble K, (FI 493) pour l'ensemble L vers les pompes à vide. Démarrez la pompe à vide à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Inspectez visuellement la performance de la pompe. Notez l'ampérage du moteur. Réglez le régulateur de vide du filtre en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Lorsque le vide approche de la valeur nominale (76 mm Hg abs), mettez le contrôleur de pression en mode automatique. Pour connaître les procédures et consignes de démarrage de la pompe à vide, veuillez consulter l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du fabricant de la pompe à vide.
11	Démarrez la vapeur à basse pression vers le chauffage	Lorsque la valeur de vide nominale est atteinte, drainez le récepteur de condensat et introduisez <u>lentement</u> de la vapeur dans l'échangeur de chaleur. <i>Le débit de vapeur initial doit traverser la soupape de dérivation manuelle autour de la soupape de régulation automatique du débit. Le préchauffage de l'échangeur de chaleur doit être progressif afin d'éviter que le tube ne casse en raison d'un choc thermique.</i>
12	Démarrez la pompe à condensat	Vérifiez les vannes le long de la conduite de condensat à travers le refroidisseur de condensat et jusqu'à la fosse. À mesure que le récepteur de condensat se remplit et avec la vanne de refoulement presque fermée, démarrez la pompe à l'aide du bouton de démarrage sur le terrain. Ouvrez lentement la vanne de refoulement et pompez l'eau vers la fosse. Contrôlez visuellement le fonctionnement de la pompe et notez l'ampérage du moteur. Vérifiez le contrôle de niveau LIC-201 pour l'ensemble J, LIC-301 pour l'ensemble K, LIC-401 pour l'ensemble L, et les instruments de conductivité. Si la mesure de conductivité fonctionne, mettez le contrôle de conductivité en mode automatique afin de détourner le condensat vers le réservoir de récupération de condensat.
13	Réglez le régulateur de débit de vapeur de l'évaporateur	Augmentez progressivement le débit de vapeur à basse pression sur (FIC-221) pour l'ensemble J, (FIC-321) pour l'ensemble K, (FIC-421) pour l'ensemble L, jusqu'à environ 50 % du débit normal (20 tph). Ne dépassez pas ce débit lorsque vous utilisez de l'eau. Notez le débit et la pression de vapeur à basse pression, ainsi que la pression de fonctionnement de l'évaporateur pendant que l'eau s'écoule. Maintenez des conditions de fonctionnement stables pendant plusieurs heures.

Arrêtez et drainez l'équipement une fois l'écoulement terminé, généralement dans l'ordre inverse du démarrage ; c.-à-d., arrêtez d'abord le débit de vapeur à basse pression, puis le système de vide, puis la pompe de circulation et enfin l'alimentation en eau.

3.4.5. Clarification et stockage à 54 %

Dans le cadre de l'écoulement de l'eau d'évaporation, l'eau sera transférée à partir de la section de concentration vers la zone de clarification à 54 %. Lorsque cela se produit, suivez les procédures générales suivantes :

Étape	Consignes	Remarques
1	Remplissez d'eau le clarificateur à 54 % et le réservoir de stockage d'acide à 54 %.	Cela devrait avoir été réalisé dans le cadre de l'écoulement d'eau dans la zone de clarification d'acide à 54 %.
2	Démarrez l'agitateur du réservoir de stockage d'acide	Lorsque le réservoir de stockage d'acide à 54 % est assez plein, démarrez l'agitateur et vérifiez son fonctionnement mécanique.
3	Démarrez le racleur du clarificateur	Lorsque le clarificateur à 54 % est assez plein, démarrez le racleur et vérifiez le fonctionnement mécanique.
4	Démarrez correctement tous les plans d'étanchéité de pompe associés	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
5	Démarrez la pompe à pulpe	Vérifiez que les vannes de refoulement et le flexible dans le bassin de distribution sont réglées pour recycler la pulpe et la renvoyer dans le clarificateur. Démarrez lentement la pompe à pulpe et vérifiez le fonctionnement mécanique. Vérifiez le fonctionnement de la boucle de régulation du débit (FIC 040).
6	Testez le système de puisard du clarificateur à 54 %	Laissez le clarificateur à 54 % déborder vers le réservoir de stockage d'acide à 54 %. Laissez le réservoir de stockage d'acide à 54 % déborder vers la fosse et le puisard de clarification à 54 %. Lorsque le puisard se remplit, démarrez l'agitateur et vérifiez le fonctionnement automatique de la pompe de puisard. Recyclez le refoulement de la pompe vers le clarificateur via le bassin de distribution du clarificateur d'acide à 54 %.
7	Testez le système de floculant	Faites fonctionner les pompes de floculant à l'eau afin de déterminer si le débit peut être atteint sur les deux clarificateurs à 54 %.
8	Démarrez le racleur du réservoir d'acide concentré	Lorsque le réservoir d'acide concentré est assez plein, démarrez le racleur et vérifiez son fonctionnement mécanique.

Répétez ces étapes, le cas échéant, pour le deuxième système de clarification.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 48 sur 209

3.5. Démarrage initial

Une fois l'écoulement d'eau terminé, les réservoirs d'épaississement de pulpe de Phosphate doivent conserver suffisamment d'eau pour faire fonctionner les agitateurs. Le réacteur doit être drainé et rempli avec suffisamment d'acide à 28 % pour recouvrir les dispositifs antimousse de l'agitateur. Les réservoirs de clarification et de stockage d'acide à 28 % et à 54 % doivent être drainés.

Comme les systèmes de réaction et de filtration sont interconnectés, on suppose également que les procédures de démarrage normal seront réalisées en parallèle dans les deux cas.

3.5.1. Épaississement de la pulpe de Phosphate

3.5.1.1. Démarrage du système de floculation, séquence de fonctionnement et arrêt

Appliquez les procédures générales suivantes pour faire démarrer le système de floculant.

Étape	Consignes	Remarques
1	Mettez le système sous tension	Assurez-vous que le sectionneur principal et tous les disjoncteurs sont éteints. Mettez en marche l'alimentation électrique principale. Mettez en marche le sectionneur principal. Mettez en marche les protections du circuit moteur, les fusibles et les disjoncteurs, l'un après l'autre. Mettez en marche les protections du circuit moteur, les fusibles et les disjoncteurs, l'un après l'autre. Tous les composants doivent maintenant être en marche.
2	Inspectez visuellement le système	Avant de démarrer le système de dosage, vérifiez que tous les clapets à billes manuels sont ouverts. Vérifiez également que l'équipement ne contient pas de débris et n'est pas bouché avant le démarrage.
3	Vérifiez l'alarme du système	Voir Vérification de l'alarme du système , ci-dessous.
4	Paramètres du système	<ul style="list-style-type: none"> a. Naviguez vers l'écran « Paramètres » (Settings) sur l'IHM. b. Touchez les champs numériques pour afficher le clavier de saisie. c. Saisissez les points de consigne souhaités. d. « Point de consigne de durée (0 à 99 min) » (Age Time Set Point (0-99 min)) – en général 30 minutes. e. « Point de consigne de durée du mélange (0 à 99 min) » (Mix Time Set Point (0-99 min)) – en général 15 minutes. f. « Point de consigne de réservoir plein (0-9 %) » (Tank Full Set Point (0-99 %)) – en général 90 % g. « Point de consigne de réservoir vide (0 à 99 %) » (Tank Empty Set Point (0-99 %)) – en général 15 % h. Sélectionnez un réservoir initial à remplir. i. Sélectionnez une pompe à utiliser. j. « Point de consigne de solution (0,10 à 1,0 %) » (Solution Set Point (0,10-1.0 %)) – en général 0,30 % environ. k. « Vitesse de pompe de dosage de floculant (l/h) » (Floculant Metering Pump Speed (L/Hr)) – Il s'agit de la vitesse de pompe automatique qui peut être réglée de 0 au point de consigne « Étalonnage de vitesse de la pompe 1 de dosage de floculant » (Floculant Metering

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 49 sur 209

		<p>Pump 1 Speed Calibration).</p> <p>l. Bouton-poussoir « Étalonnage de la pompe 1 » (Pump 1 Calibrate) – Ne pas activer sans étalonnage de la pompe. Lorsqu'il est enfoncé, la pompe fonctionne pendant 1 minute à une vitesse de 100 %. En fonction du temps de retrait, la pompe peut aussi être étalonnée à l'aide du bouton-poussoir normal. La valeur étalonnée à partir de la colonne d'étalonnage doit ensuite être saisie dans le champ d'étalonnage de la pompe de dosage 1.</p> <p>m. Bouton-poussoir « Étalonnage de la pompe 2 » (Pump 2 Calibrate) – Ne pas activer sans étalonnage de la pompe. Lorsque la pompe activée fonctionne pendant 1 minute à une vitesse de 100 %. En fonction du temps de retrait, la pompe peut aussi être étalonnée à l'aide du bouton-poussoir normal. La valeur étalonnée à partir de la colonne d'étalonnage doit ensuite être saisie dans le champ d'étalonnage de la pompe de dosage 2.</p> <p>n. « Étalonnage du chargeur (Kg/h) » (Feeder Calibration (Kg/Hr)) – Ne pas modifier sans étalonnage du doseur. Cela correspond au max. du doseur (Kg/h) à une vitesse de 100 %.</p> <p>o. « Étalonnage de la pompe 1 de dosage de floculant » (Flocculant Metering Pump 1 Calibration) (l/h) – Ne pas modifier sans étalonnage de la pompe. Cela correspond au max. de la pompe 1 (l/h) à une vitesse de 100 %.</p> <p>p. « Étalonnage de la pompe 2 de dosage de floculant » (Flocculant Metering Pump 1 Calibration) (l/h) – Ne pas modifier sans étalonnage de la pompe. Cela correspond au max. de la pompe 2 (l/h) à une vitesse de 100 %.</p> <p>q. Bouton-poussoir « Étalonnage du chargeur » (Feeder Calibrate) – Ne pas modifier sans étalonnage du doseur. Lorsque le doseur activé fonctionne pendant 1 minute à une vitesse de 100 %. Ensuite, le poids est saisi dans le champ d'étalonnage du doseur (Kg/h). Le doseur peut aussi être étalonné à l'aide du bouton-poussoir normal.</p>
5a	Démarrage du mode automatique	<p>a. Bouton-poussoir « Mode local » (Local Mode) – Pour démarrer le système de dosage de polymère, les dispositifs suivants doivent être en mode « Auto » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alimentation d'eau principale ▪ Vanne directionnelle du réservoir ▪ Soupape d'aspiration du réservoir ▪ Pompe de mouillage ▪ Mélangeur A ▪ Mélangeur B ▪ Doseur volumétrique ▪ Vibreur (en option) <p>Une fois terminé, naviguez vers l'écran « Accueil » (Home). Assurez-vous que vous êtes en « Mode local » (Local Mode). Ensuite, appuyez sur le bouton-poussoir « Début du dosage » (Batch Start). La partie de dosage du système démarre.</p> <p>Pour démarrer les pompes de solution, réglez la pompe 1 de dosage de floculant (402AAP10) et la pompe 2 de dosage de floculant (402AKP10) en mode « Auto ». Naviguez vers l'écran « Paramètres » (Settings) et assurez-vous d'avoir choisi une pompe. Ensuite, naviguez vers l'écran « Accueil » (Home) et appuyez sur le bouton-poussoir de mise en marche de la pompe de dosage de floculant.</p> <p>b. Bouton-poussoir « Mode distant » (Remote Mode) – Le démarrage</p>

		<p>du système est identique au « Mode local » (Local Mode), excepté pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Début du dosage – À partir de l'arrivée SCADA de l'usine ▪ Arrêt du dosage – À partir de l'arrivée SCADA de l'usine ▪ Point de consigne de solution (0,10 à 1,0 %) – À partir de l'arrivée SCADA de l'usine ▪ Vitesse de pompe de solution (l/h) – À partir de l'arrivée SCADA de l'usine <p>Une fois le système démarré en mode « Auto », l'un des deux évènements suivants se produira, en fonction du niveau dans les réservoirs de mélange (402AAR11 et 402ABR11).</p> <p>Premier scénario : Si le réservoir de mélange est inférieur au « Point de consigne de réservoir vide », le chargeur (402AAR09) sera mis sous tension et les vannes 402A-EV-812 (eau de dilution) et 402A-HV-801 (eau de mouillage) seront ouvertes. Le chargeur fonctionne à une vitesse correspondant au pourcentage de concentration de solution saisi et au débit d'eau. Lorsque le niveau du réservoir atteint le « Point de consigne de réservoir plein », le chargeur est mis hors tension et les vannes se ferment. Le mélangeur du réservoir fonctionne pendant le « Point de consigne de durée du mélange » lorsque le niveau du réservoir dépasse le « Point de consigne de réservoir vide ».</p> <p>Une fois que le niveau du réservoir atteint le « Point de consigne de réservoir plein » le « Point de consigne de durée » démarre. Les pompes de dosage de floculant ne sont pas autorisées à puiser dans ce réservoir tant que le minuteur n'a pas expiré. Ensuite, la solution de floculant peut être prélevée par les pompes de dosage de floculant jusqu'à ce que le réservoir de mélange atteigne le « Point de consigne de réservoir vide »</p> <p>Second scénario : il se produit lorsque le niveau dans le réservoir de mélange est supérieur au « Point de consigne de réservoir vide » et inférieur au « Point de consigne de réservoir plein ». Dans ce cas, seul le mélangeur sera mis sous tension jusqu'à ce le produit soit requis et que la pompe de dosage de floculant démarre. Lorsque le réservoir de mélange atteint le « Point de consigne de réservoir vide », la vanne directionnelle passe à l'autre réservoir et le système fonctionne alors comme indiqué dans le premier scénario.</p> <p>Note : Lorsque le système démarre pour la première fois, les deux mélangeurs sont mis sous tension sur le « Mix Time Set Point » jusqu'à la fin d'un cycle de dosage. Ensuite, ils sont mis sous tension en fonction du niveau du réservoir.</p>
5b	Démarrage du mode manuel	<p>Réalisez d'abord la même inspection visuelle puis faites une vérification comme indiqué aux étapes 2 et 3. Chaque composant peut être utilisé de manière indépendante en mode « MANUEL » (HAND). Le système peut fonctionner en mode de dosage manuel dans le réservoir de mélange. Avertissement : en mode « MANUEL », la plupart des alarmes du système ne sont PAS actives. Si l'équipement n'est pas surveillé correctement, l'opérateur risque de faire déborder les réservoirs ou d'endommager le système. Le revendeur recommande vivement de ne pas utiliser le mode « MANUEL » sauf si cela est absolument nécessaire.</p>

Vérification de l'alarme du système :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 51 sur 209

- 1) La plupart des alarmes sont actives en mode « Auto » uniquement. Les alarmes suivantes sont des exceptions et sont actives en mode manuel et en mode automatique : Refoulement de la pompe A de dosage de floculant à PSI élevé (402A-PAH-843), refoulement de la pompe K de dosage de floculant à PSI élevé (402A-PAH-848), pompe A de dosage de floculant à température élevée (402A-TAH-840), pompe K de dosage de floculant à température élevée (402A-TAH-845).
- 2) Toutes les alarmes doivent être réinitialisées à l'aide du bouton « Réinitialiser l'alarme » (Alarm Reset) une fois que l'état d'alarme a été correctement résolu. Sauf pour l'alarme de niveau bas de trémie (402A-LAL-807). Voir l'Étape 3.5.i Niveau bas de trémie, ci-dessous.
- 3) Seules certaines alarmes interrompent le fonctionnement du système.
- 4) Alarmes d'arrêt du système (également appelées Alarmes maîtresses)
 - a) Relais de contrôle maître désactivé – Indique que le relais de contrôle maître est désactivé.
 - i) Vérifiez que le bouton-poussoir « Arrêt d'urgence du système » (System E-Stop) est désenclenché.
 - ii) Enfoncez le bouton-poussoir « Démarrage du système » (System Start) (HS-049) pour mettre sous tension le relais de contrôle maître.
 - b) Surcharge du mélangeur A – La surcharge de l'agitateur de floculant du réservoir A (402AAA09) s'est déclenchée.
 - i) Désactivez la surcharge et revenez en position Marche.
 - ii) Si le problème persiste, vérifiez que l'assemblage du moteur ne présente pas de problèmes qui pourraient entraîner une résistance supplémentaire.
 - c) Surcharge du mélangeur B – La surcharge de l'agitateur de floculant du réservoir B (402ABA09) s'est déclenchée.
 - i) Désactivez la surcharge et revenez en position Marche.
 - ii) Si le problème persiste, vérifiez que l'assemblage du moteur ne présente pas de problèmes qui pourraient entraîner une résistance supplémentaire.
 - d) Vanne principale d'eau de dilution 402A-HV-801 fermée – La vanne principale d'eau de dilution a reçu la commande de s'ouvrir et ne s'est pas ouverte.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la vanne principale d'eau de dilution.
 - ii) Vérifiez le câblage de la vanne principale d'eau de dilution.
 - e) Vanne principale d'eau de dilution 402A-HV-801 ouverte – La vanne principale d'eau de dilution a reçu la commande de se fermer et ne s'est pas fermée.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la vanne principale d'eau de dilution.
 - ii) Vérifiez le câblage de la vanne principale d'eau de dilution.
 - f) Position de la vanne directionnelle (402A-HV-832) dans le réservoir A – La vanne directionnelle a reçu la commande de se positionner dans le réservoir B mais n'est pas positionnée dans le réservoir B.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la vanne directionnelle.
 - ii) Vérifiez le câblage de la vanne directionnelle.
 - g) Position de la vanne directionnelle (402A-HV-832) dans le réservoir B – La vanne directionnelle a reçu la commande de se positionner dans le réservoir A mais n'est pas positionnée dans le réservoir A.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la vanne directionnelle.
 - ii) Vérifiez le câblage de la vanne directionnelle.
 - h) Position de la soupape d'aspiration (402A-HV-839) dans le réservoir A – La soupape d'aspiration a reçu la commande de se positionner dans le réservoir B mais n'est pas

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 52 sur 209

positionnée dans le réservoir B.

- i) Vérifiez le fonctionnement de la soupape d'aspiration.
- ii) Vérifiez le câblage de la soupape d'aspiration.
- i) Position de la soupape d'aspiration (402A-HV-839) dans le réservoir B – La soupape d'aspiration a reçu la commande de se positionner dans le réservoir A mais n'est pas positionnée dans le réservoir A.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la soupape d'aspiration.
 - ii) Vérifiez le câblage de la soupape d'aspiration.
- j) Niveau élevé dans le réservoir de mélange A (402A-LSH-835) – Le niveau dans le réservoir de mélange A a atteint le flotteur de haut niveau.
 - i) Vérifiez le niveau du réservoir de mélange A.
 - ii) Vérifiez le câblage du flotteur de niveau dans le réservoir de mélange A.
- k) Niveau élevé dans le réservoir de mélange B (402A-LSH-838) – Le niveau dans le réservoir de mélange B a atteint le flotteur de haut niveau.
 - i) Vérifiez le niveau du réservoir de mélange B.
 - ii) Vérifiez le câblage du flotteur de niveau dans le réservoir de mélange B.
- l) Refoulement de la pompe de dosage de floculant 1 (402AAP10) à PSI élevé (402A-PAH-843) – La pression de refoulement dans la Pompe 1 de dosage de floculant est supérieure à 60 PSI. L'alarme est active en mode manuel également. Arrête la pompe 1 de dosage de floculant uniquement.
 - i) Confirmez le chemin d'écoulement après la pompe.
 - ii) Contrôlez les vannes qui risquent de bloquer le débit.
- m) Refoulement de la pompe de dosage de floculant 2 (402AKP10) à PSI élevé (402A-PAH-848) – La pression de refoulement dans la pompe 2 de dosage de floculant est supérieure à 60 PSI. L'alarme est active en mode manuel également. Arrête la pompe 2 de dosage de floculant uniquement.
 - i) Confirmez le chemin d'écoulement après la pompe.
 - ii) Contrôlez les vannes qui risquent de bloquer le débit.
- n) Eau de dilution à faible PSI – La pression de l'eau de dilution est inférieure à 20 PSIfg.
 - i) Vérifiez que la vanne d'eau de dilution s'ouvre.
 - ii) Vérifiez la pression d'eau en amont (402A-PI-089).
- o) Cuvette de mouillage (402AAR10) à niveau élevé (402A-LSH-04) – Le niveau de la cuvette de mouillage a atteint l'interrupteur de niveau élevé.
 - i) Confirmez le chemin d'écoulement après la cuvette de mouillage.
 - ii) Contrôlez les vannes qui risquent de bloquer le débit.
 - iii) Vérifiez le fonctionnement de la pompe de mouillage.
- p) Pompe 1 de dosage de floculant à température élevée (402A-TAH-840) – Température élevée du moteur de la pompe 1 de dosage de floculant. L'alarme est active en mode manuel également. Arrête la pompe de solution uniquement.
 - i) Vérifiez le moteur de la pompe 1 de dosage de floculant.
 - ii) Vérifiez le câble de température élevée de la pompe 1 de dosage de floculant.
- q) Pompe 2 de dosage de floculant à température élevée (402A-TAH-845) – Température élevée du moteur de la pompe 2 de dosage de floculant. L'alarme est active en mode manuel également. Arrête la pompe 2 de dosage de floculant uniquement.
 - i) Vérifiez le moteur de la pompe 2 de dosage de floculant.
 - ii) Vérifiez le câble de température élevée de la pompe 2 de dosage de floculant.
- r) Débit faible de l'eau de dilution – Perte de débit d'eau de dilution.
 - i) Vérifiez que la vanne d'eau de dilution (402A-EV-812) s'ouvre.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 53 sur 209

- ii) Vérifiez le débit d'eau en amont.
- 5) Alarmes d'indication du système – N'arrêtez pas le système.
 - a) L'agitateur A de floculant (402AAA09) ne fonctionne pas – L'agitateur A de floculant a reçu la commande de démarrer mais n'a pas reçu le signal de fonctionnement du démarreur du moteur.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de l'agitateur A de floculant.
 - ii) Vérifiez le câblage de l'agitateur A de floculant.
 - b) L'agitateur B de floculant (402402ABA09) ne fonctionne pas – Le mélangeur B a reçu la commande de démarrer mais n'a pas reçu le signal de fonctionnement du démarreur du moteur.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de l'agitateur B de floculant.
 - ii) Vérifiez le câblage de l'agitateur B de floculant.
 - c) Erreur du variateur de fréquence de la pompe 1 de dosage de floculant – Indique que le variateur de fréquence du moteur de la pompe 1 de dosage de floculant n'est pas prêt.
 - i) Vérifiez que tous les disjoncteurs et les indicateurs de surcharge sont activés.
 - ii) Recoupez les erreurs avec la feuille du variateur de fréquence.
 - d) Erreur du variateur de fréquence de la pompe 2 de dosage de floculant – Indique que le variateur de fréquence du moteur de la pompe 2 de dosage de floculant n'est pas prêt.
 - i) Vérifiez que tous les disjoncteurs et les indicateurs de surcharge sont activés.
 - ii) Recoupez les erreurs avec la feuille du variateur de fréquence.
 - e) Contrôlez la température élevée de l'enceinte (402A-TAH-840/845) – Contrôle de la température élevée de l'enceinte.
 - i) Vérifiez le réglage du commutateur de température.
 - ii) Vérifiez le câblage du commutateur de température.
 - f) Bas débit de la solution de polymère (402A-FAL-850) – Perte de débit de la solution de polymère.
 - i) Confirmez le chemin d'écoulement avant et après les pompes.
 - ii) Contrôlez les vannes qui risquent de bloquer le débit.
 - iii) Vérifiez si le commutateur de flux thermique est correctement paramétré.
 - g) Débit faible après la dilution – Perte de débit d'eau après la dilution.
 - i) Vérifiez le fonctionnement de la vanne d'eau après la dilution.
 - ii) Vérifiez si le commutateur de flux thermique (402A-FI-851) est correctement paramétré.
 - h) Niveau faible de la trémie (402A-LAL-807) – Indique un niveau faible de polymère dans la trémie. Cette alarme est uniquement réinitialisée lorsque le niveau de polymère est supérieur au commutateur de niveau faible.
 - i) Ajoutez du polymère dans la trémie.
 - ii) Vérifiez que la trémie n'est pas bouchée.
 - iii) Vérifiez le câblage de niveau faible dans la trémie.
 - i) Température élevée du local technique (402A-TAH-852) – Indique une température élevée dans le local technique.
 - i) Vérifiez le réglage du commutateur de température.
 - ii) Vérifiez le câblage du commutateur de température.

Arrêt du système :

Pour désactiver le système de dosage, appuyez sur le bouton-poussoir « Arrêt du dosage » (Stop Batch) situé sur l'IHM de l'écran « Home » du système. Si des dispositifs devant être

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 54 sur 209

en mode « Auto » pour faire fonctionner le système en mode automatique sont mis en mode « Off » ou « Hand », le système est désactivé.

Arrêt

ARRÊT D'URGENCE

Appuyez sur le bouton-poussoir rouge « Arrêt d'urgence du système » (System E-Stop) situé sur le panneau avant pour arrêter le système instantanément. Toutes les sorties sont désactivées logiquement (dans le PLC) et électriquement (l'alimentation électrique des sorties est coupée) lorsque le bouton ARRÊT D'URGENCE est activé.

ARRÊT du système À COURT TERME – Si le système de préparation de polymère sec doit être arrêté pendant moins de deux (2) semaines, aucune mesure spéciale n'est requise.

ARRÊT du système À LONG TERME – Si le système de préparation de polymère sec doit être arrêté pendant plus de deux semaines :

1. rincez abondamment à l'eau les réservoirs de mélange et de vieillissement.
2. éliminez le polymère sec de la trémie de stockage ou prévoyez un dessiccateur d'air adéquat (desséchant).
3. En cas d'arrêt prolongé ou de stockage dans le système, prévoyez un desséchant dans le panneau de commande.

COUPURE D'ALIMENTATION du système

Si, pour une quelconque raison, l'alimentation électrique du système est coupée (y compris l'alimentation électrique principale du panneau de commande), le système s'arrêtera. Lorsque l'électricité revient, le système reprend là où il s'est arrêté une fois le système réinitialisé (MANUELLEMENT) et tous les points de consignes vérifiés.

3.5.1.2. Démarrage et fonctionnement de l'épaississeur

DÉMARRAGE DU MÉCANISME

Réalisez d'abord un contrôle complet de tout le mécanisme. Il est suggéré de prendre des dispositions pour qu'un représentant de service compétent de WesTech réalise une inspection finale avant de remplir le réservoir et de mettre en service le mécanisme. Cela devrait être réalisé avant le test de fuite et l'écoulement d'eau.

PROCÉDURE DE DÉMARRAGE ET DE FONCTIONNEMENT DU PROCESSUS

Préparation mécanique

Cette procédure décrit le démarrage du processus d'épaississeur qui suppose que l'équipement a été préparé à l'avance, comme par exemple :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 55 sur 209

- le fonctionnement des racleurs et des agitateurs
- la lubrification des moteurs d'entraînement et de pompe
- le fonctionnement des pompes et des presse-étoupes
- l'installation des dispositifs de protection
- le fonctionnement mécanique du système de floculant
- le fonctionnement et le réglage des boucles de contrôle
- le réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur est en service et prêt à recevoir l'écoulement.

Préparation du processus et démarrage initial

Le démarrage aura lieu avec l'épaississeur rempli d'eau vers le déversoir de débordement. Vous pouvez suivre les étapes suivantes selon les besoins ou une fois le réservoir rempli d'eau.

Étape	Consignes	Remarques
1	Préparez le(s) lieu(x) qui recevront le sous-écoulement et le débordement d'épaississeur pendant le démarrage.	a. Il y aura sans doute des moments où le sous-écoulement déposera de la pulpe et non une pâte à mesure que la floculation sera contrôlée et que les stocks du lit s'accumuleront. Le site de réception devra s'adapter à cet état le cas échéant. b. Il y aura sans doute des moments où le débordement comprendra une grande quantité de solides en suspension à mesure que la floculation sera contrôlée.
2	Dégagez tout l'équipement pour un fonctionnement sûr.	a. Retirez les verrouillages et les étiquettes de sécurité. b. Mettez sous tension tout l'équipement (c.-à-d. les pompes doivent être prêtes à fonctionner). c. Vérifiez que les capteurs de niveau de pulpe (402A-LIT-387A/B) sont propres et fonctionnels.
3	Vérifiez que le souffleur est fonctionnel.	a. Sélectionnez le souffleur (souffleur du système de dilution d'air de l'épaississeur 402AAC01 ou 402AKC01) à l'aide du commutateur 402A-HS-752. Réglez le régulateur de vitesse du souffleur sur logique ou automatique. b. Au cours du démarrage, la vitesse s'ajustera automatiquement en fonction de l'efficacité de la floculation.
4	Ouvrez les vannes de floculant vers le puits d'alimentation qui sera utilisé lors du démarrage	a. Plusieurs points d'ajout ont été fournis, mais ils ne seront pas forcément tous utilisés. b. Au cours du démarrage, le choix des points d'ajout peut changer en fonction de l'efficacité constatée de la floculation.
5	Démarrez l'alimentation d'eau vers l'épaississeur si celle-ci n'est pas déjà en cours.	
6	Démarrez la pompe de dosage de floculant (402AAP10 ou 402AKP10) pour injecter du floculant dans le puits d'alimentation.	Activez la pompe à floculant en mode manuel et ajustez au débit nominal prévu pour le taux de débit de démarrage.
7	Démarrez le souffleur	Réglez le commutateur du souffleur (402A-HS-752), puis démarrez le souffleur du système de dilution d'air de l'épaississeur (402AAC01 or 402AKC01)
8	Démarrez l'alimentation de l'épaississeur en mode de contrôle manuel avec un débit nominal.	a. Démarrez 2 pompes sur les 3 pompes d'alimentation d'épaississeur (402AAP02, 402AKP02 ou 402ABP02). b. Contrôlez le débit à l'aide des valves de débit d'alimentation de l'épaississeur (402A-HV-66, 402A-HV-

		070 ou 402A-HV-074).
9	À mesure que l'épaississeur est alimenté, surveillez l'efficacité de floculation du puits d'alimentation.	<ul style="list-style-type: none"> a. Observez visuellement la floculation ayant lieu dans le puits d'alimentation. b. Recherchez les dépôts de particules de floculant et la clarté du surnageant. c. L'opérateur doit effectuer plusieurs visites des puits d'alimentation pour faire des observations. Lorsque les opérateurs observeront la floculation du puits d'alimentation, ils connaîtront la dose de floculant optimale puis utiliseront le contrôle automatique.
10	Réglez le contrôleur de floculant (402A-HC-075A) en mode automatique ainsi que la dose de floculant lorsque le débit d'alimentation et l'efficacité de la floculation sont établis.	<ul style="list-style-type: none"> a. L'utilisation du contrôle automatique de la floculation dépend de conditions telles que variabilité du débit d'alimentation et la répartition des particules par taille. b. Les démarrages ont souvent lieu dans un environnement où l'équipement et les conditions d'alimentation varient, et l'opérateur doit veiller à ne pas utiliser le contrôle automatique de floculant trop tôt dans le cadre du processus de démarrage.

Constitution du lit et concentration des solides dans le sous-écoulement

Étape	Consignes	Remarques
1	Démarrez le sous-écoulement à mesure que le lit commence à se former et transférez lentement le sous-écoulement vers les réservoirs de réception de pulpe de Phosphate	<ul style="list-style-type: none"> a. Le point de démarrage de la pompe de sous-écoulement dépend du débit. b. Si la surveillance indique une accumulation de grosses particules, vous devrez peut-être activer les pompes de sous-écoulement avant que la pâte ne soit formée. c. Ajustez le débit de retrait du sous-écoulement de sorte que le niveau du lit augmente lentement pendant 2 à 3 jours.
2	Lors du démarrage initial, le niveau opérationnel réel du puits sera celui requis pour produire les conditions de sous-écoulement souhaitées.	Ce niveau peut varier, mais l'objectif est d'atteindre le niveau de lit nominal. Ne laissez pas le niveau du lit dépasser le maximum.
3	Surveillez le couple pendant la constitution du lit.	<ul style="list-style-type: none"> a. Le couple de l'épaississeur peut changer en fonction du niveau du lit et de la répartition des particules solides par taille. b. Surveillez les tendances à la hausse du couple et envisagez de prendre des mesures lorsque le couple commence à dépasser de 50 % la conception de fonctionnement normal en fonction de ce qui se passe en termes de débit, de floculation, etc.
4	Surveillez le changement rhéologique à mesure que le lit s'accumule et que la pulpe de sous-écoulement se transforme en pâte.	<ul style="list-style-type: none"> a. Prélevez des échantillons et mesurez les puisards à cylindre afin de surveiller la rhéologie du sous-écoulement et associez-les à la densité mesurée du sous-écoulement. b. Ne dépassez pas la limite supérieure de chute de pression lors du transport dans les canalisations.
5	Vérifiez le débit des solides entrants et sortants afin de surveiller l'accumulation des stocks.	solides entrants = solides sortants ; la plupart des problèmes liés à l'épaississeur sont associés à l'accumulation de solides.

3.5.1.3. Démarrage et fonctionnement du réservoir de pulpe de Phosphate

DÉMARRAGE DU MÉCANISME

Réalisez d'abord un contrôle complet de tout le mécanisme. Il est suggéré de prendre des dispositions pour qu'un représentant de service compétent de WesTech réalise une inspection finale avant de remplir le réservoir et de mettre en service le mécanisme. Cela devrait être réalisé avant le test de fuite et l'écoulement d'eau.

PROCÉDURE DE DÉMARRAGE ET DE FONCTIONNEMENT DU PROCESSUS

Préparation mécanique

Cette procédure décrit le démarrage du processus d'épaississeur qui suppose que l'équipement a été préparé à l'avance, comme par exemple :

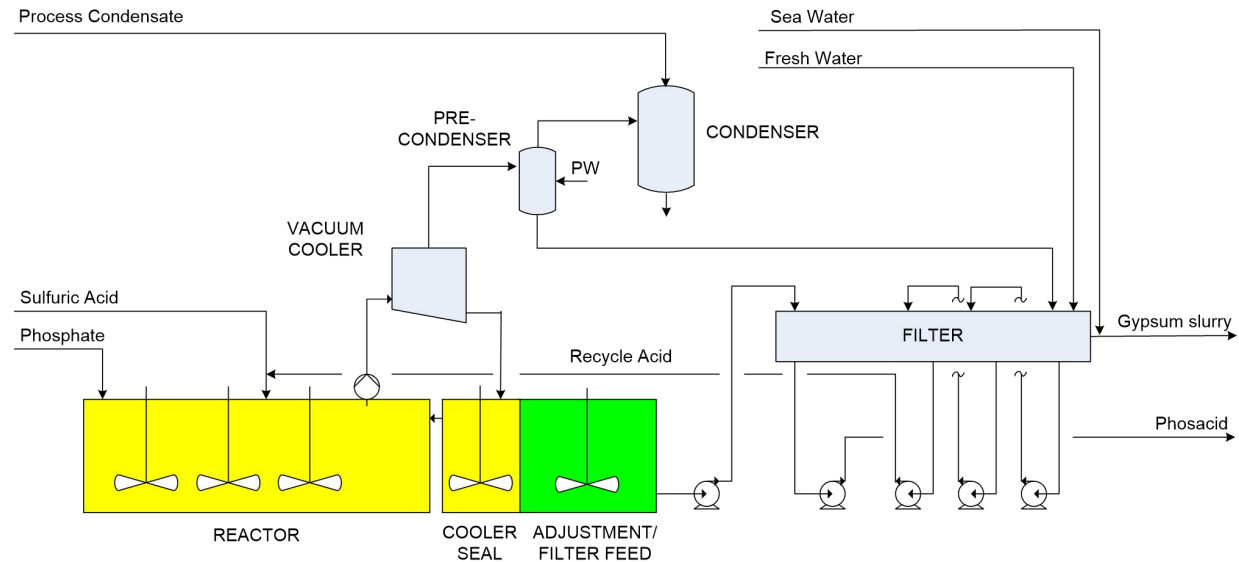
- le fonctionnement des racleurs et des agitateurs
- la lubrification des moteurs d'entraînement et de pompe
- le fonctionnement des pompes et des presse-étoupes
- l'installation des dispositifs de protection
- le fonctionnement et le réglage des boucles de contrôle
- le réacteur est fonctionnel et prêt à recevoir la pulpe de Phosphate.

Préparation du processus et démarrage initial

Étape	Consignes	Remarques
1	Démarrez l'alimentation à partir de l'épaississeur vers le réservoir de pulpe de Phosphate en mode de contrôle manuel avec un débit nominal.	
2	Démarrez le sous-écoulement lorsque le lit est compris dans la gamme de niveaux opérationnels et transférez lentement le sous-écoulement vers le réacteur de pulpe de Phosphate.	a. Le point de démarrage des pompes d'alimentation du réacteur dépend du débit. b. Ajustez le débit de retrait du sous-écoulement de sorte que le niveau du lit soit maintenu aux bons niveaux.
3	Ne laissez pas le niveau du lit dépasser le maximum.	Même si le niveau du lit nominal est correct lors du démarrage initial, le niveau réel du lit opérationnel peut varier.
4	Surveillez le couple pendant la constitution du lit	a. Le couple peut changer en fonction du niveau du lit et de la répartition des particules solides par taille. b. Surveillez les tendances à la hausse du couple et envisagez de prendre des mesures lorsque le

		couple commence à dépasser de 50 % la conception de fonctionnement nominal en fonction de ce qui se passe en termes de débit, etc.
5	Vérifiez le débit des solides entrants et sortants afin de surveiller l'accumulation des stocks.	solides entrants = solides sortants ; la plupart des problèmes liés à l'épaississeur sont associés à l'accumulation de solides.

3.5.2. Réaction et filtration



Réaction		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Démarrez avec le réacteur rempli d'acide à 28 % au niveau minimal et le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur rempli d'eau.
2	Démarrez les agitateurs du réacteur	Vérifiez tous les agitateurs afin de vous assurer qu'ils sont d'abord recouverts d'acide adapté à 28 %. Vérifiez qu'ils fonctionnent correctement.
3	Vérifiez la zone d'épaississement de pulpe de Phosphate	Assurez-vous que la zone d'épaississement est prête. Vérifiez que la concentration de solides dans l'alimentation en pulpe de Phosphate est proche de la valeur nominale de 65 %.
4	Démarrez le ventilateur du laveur des gaz.	Vérifiez que le ventilateur prélève de l'air du réacteur. Ce laveur est le seul moyen d'éliminer l'excédent de chaleur lorsque le Flash Cooler ne fonctionne pas.

Réaction		
Étape	Consignes	Remarques
5	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
6	Démarrez la pompe du puisard d'eau de traitement	Vérifiez que le laveur et les pulvérisateurs de conduite fonctionnent. Vérifiez que l'alimentation en eau vers le puisard et l'excédent d'eau vers le réservoir de lavage sont ouverts de sorte que le contrôle de niveau du puisard puisse fonctionner.
7	Démarrez le condensat de traitement vers le refroidisseur du condensateur	Réglez sur le débit nominal et mettez en mode automatique
8	Démarrez le condensat de traitement vers la pompe à vide de refroidisseur	Vérifiez que le débit est raisonnable
9	Démarrez la pompe d'alimentation du réacteur	Ouvrez la soupape d'aspiration et démarrez au débit minimal Réglez la roche à 50 % du débit nominal et mettez en mode automatique.
10	Démarrez le débit d'acide sulfurique.	Réglez l'acide sulfurique à 98,5 % à un taux nominal de 50 %. Au départ, tout l'acide est envoyé dans le compartiment n°3. Le débit d'acide sulfurique correspondra au ratio contrôlé vers la roche au DCS.
11	Démarrez la pompe à vide du refroidisseur	Démarrez le système à vide lorsque le niveau du réacteur atteint environ 4 500 mm (90 % du niveau normal) ou une température de 80°C (selon l'évènement qui se produit en premier). Réglez le régulateur de vide en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Lorsque le vide approche de la valeur nominale (275 mm Hg abs), mettez le contrôleur de pression en mode automatique. Concernant les procédures et instructions de démarrage du pompe à vide, consultez l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du revendeur de la pompe à vide.
12	Démarrez une pompe de circulation du refroidisseur	L'eau d'étanchéité de la pompe doit d'abord s'écouler. Surveillez bien le niveau du réacteur, car il chutera au début.
13	Démarrez le système du pré-condensateur	Démarrez le débit d'eau de recyclage vers le pré-condensateur. À mesure que le niveau devient normal, mettez le régulateur de niveau en mode automatique et démarrez la pompe d'alimentation du pré-condensateur
14	Démarrez la pompe d'agent antimousse.	Ajustez la vitesse de la pompe d'agent antimousse pour contrôler la mousse dans le réacteur.
15	Augmentez le taux à 100 %	Augmentez progressivement les débits de roche et d'acide. Lorsque la température commence à augmenter, démarrez la deuxième pompe de circulation du refroidisseur
16	Démarrez la pompe d'alimentation du filtre et le filtre	À mesure que le niveau augmente dans le réacteur, préparez le système du filtre au fonctionnement et démarrez la pompe d'alimentation du filtre. Après le démarrage du filtre, ouvrez l'acide de retour vers les tés de mélange du réacteur
17	Vérifiez le niveau de sulfate	Une fois l'acide de retour mélangé à l'acide sulfurique, vérifiez les sulfates libres dans le réacteur et réglez le débit d'acide sulfurique selon les besoins.

Filtration		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Le système du réacteur devrait démarrer en parallèle et se remplir de pulpe. Les réservoirs de gâteau et de lavage de tissu doivent être pleins d'eau.
2	Démarrez la rotation du filtre	Après avoir examiné et appliqué les consignes de mise en service du fabricant concernant le filtre et la lubrification, démarrez le filtre à bas débit.
3	Démarrez le système à vide.	Réglez le régulateur de vide en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Note : l'aspiration n'augmentera pas tant que toutes les cellules sous vide ne seront pas pleines. Concernant les procédures et instructions de démarrage de la pompe à vide, consultez l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du revendeur de la pompe à vide.
4	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
5	Démarrez les systèmes auxiliaires du filtre.	Démarrez la pompe de lavage de tissu. Démarrez le ventilateur de séchage. Démarrez le souffleur de décharge de gâteau. Démarrez l'écoulement de l'eau de mer vers les vaporisateurs dans la trémie de gypse. Assurez-vous que tous les systèmes fonctionnent bien.
6	Démarrez la pompe d'alimentation du filtre.	Lorsque le réacteur produit de la pulpe, démarrez la pompe et réglez le débit de pulpe sur 50 %. Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans les cellules du filtre.
7	Démarrez la pompe d'eau douce	Assurez-vous que le puisard d'eau douce a atteint le niveau, démarrez la pompe d'eau douce et vérifiez le bon fonctionnement des pompes et l'écoulement vers le bassin de distribution.
8	Démarrez la pompe de lavage de gâteau	Dès qu'un vide normal est établi (210 mm Hg), démarrez la pompe de lavage de gâteau et fonctionnez à 50 % du débit normal.
9	Démarrez la pompe à filtrat n°4	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution.
10	Démarrez la pompe à filtrat n°3	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution.
11	Démarrez la pompe à acide de retour	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule vers le réacteur.
12	Augmentez la production.	Surveillez le niveau du réacteur et ajustez l'alimentation de pulpe et l'acide de retour selon les besoins. Lorsque le système est stable, vous pouvez mettre les commandes en mode automatique. L'autre filtre peut être mis en service à mesure que le niveau dans le compartiment d'alimentation du filtre augmente.
13	Optimisez les conditions	L'aspiration et la vitesse du filtre doivent être réglées pour correspondre aux conditions de filtration. Le vide doit être le plus bas possible, tout en atteignant le débit de filtration souhaité.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 61 sur 209

L'opération de réaction et de filtration doit être examinée fréquemment à mesure que les analyses des échantillons de pulpe et d'acide sont disponibles. Le débit d'acide sulfurique sera modifié pour maintenir l'excédent de sulfate adéquat. Les modifications de l'acide sulfurique doivent être effectuées progressivement et vous devez prendre le temps d'observer les effets. La 4^{ème} eau de lavage devra être ajustée pour obtenir un produit de filtre à 28,0 % de P₂O₅. L'acide de retour sera ajusté pour maintenir un contrôle adéquat des solides dans le réacteur.

3.5.3. Clarification et stockage à 28 %

Les consignes sont données pour un échelon de clarification composé d'un clarificateur à 28 % et d'un réservoir d'alimentation de l'évaporateur. Les consignes concernant le deuxième échelon sont les mêmes.

Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Tous les réservoirs doivent être drainés après l'écoulement d'eau
2	Vérifiez la position des flexibles dans le bassin de distribution.	Vérifiez que les vannes et les flexibles provenant de différents endroits sont positionnés selon les besoins. Les flexibles arrivants dans le bassin proviennent des sources suivantes : l'acide à 28 % issu de la filtration (normalement chaque filtre aligné sur un clarificateur différent) les pompes à pulpe à 28 % (normalement alignées sur le réacteur ou le même clarificateur) les pompes à pulpe à 54 % le liquide provenant des différents puisards Le bassin de distribution de clarification à 28 % a trois destinations possibles les deux clarificateurs à 28 % et le réservoir de lavage.
3	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
4	Démarrez le débit d'acide à 28 % vers le système	Vérifiez auprès des opérateurs de la zone de filtration qu'ils enverront l'acide en démarrant les pompes à acide produit.
5	Démarrez le racleur du clarificateur	Démarrez le racleur lorsqu'il est recouvert d'acide.
6	Démarrez la pompe à pulpe	Réglez le contrôle du débit (FIC-026) pour fonctionner à environ 10 % du débit d'alimentation du clarificateur. Réglez le débit selon les besoins pour fonctionner à environ 20 % de la concentration de solides dans le sous-écoulement.
7	Démarrez l'agitateur du réservoir d'alimentation de l'évaporateur	Surveillez le niveau du réservoir à mesure que le clarificateur déborde dans le réservoir d'alimentation de l'évaporateur. Démarrez l'agitateur lorsqu'il est recouvert d'acide.
8	Préparez-vous à démarrer l'alimentation de l'évaporateur	Surveillez le niveau dans le réservoir d'alimentation de l'évaporateur. Communiquez avec les opérateurs dans la zone de concentration afin de savoir quand les évaporateurs seront prêts. Vérifiez que les vannes des conduites d'aspiration et de refoulement de la pompe d'alimentation de l'évaporateur choisies sont alignées et prêtes à démarrer.
9	Surveillez le réservoir de lavage	Surveillez le niveau dans le réservoir d'eau de lavage. Lorsque le niveau devient élevé, démarrez la pompe à eau de lavage et transférez vers la conduite de pulpe de gypse si nécessaire.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 62 sur 209

3.5.4. Concentration

Il est recommandé d'avoir à disposition un réservoir relativement plein d'acide d'alimentation de l'évaporateur avant de commencer cette procédure. Lorsqu'un échelon d'évaporation a démarré avec succès et fonctionne de manière stable, vous pouvez mettre les autres en route, selon les besoins de la production d'acide du filtre à partir de la section de réaction et de filtration.

Dans des conditions de fonctionnement stables (continues), l'évaporateur d'acide phosphorique maintiendra une concentration d'acide produit à 54 % de P_2O_5 tant que la pression et la température resteront relativement constantes. Lorsque de l'acide concentré (à 54 %) est disponible en quantité suffisante pour remplir l'évaporateur pour le démarrage initial, la procédure est considérablement simplifiée étant donné que la pression et la température peuvent rapidement atteindre la plage de fonctionnement normale. S'il n'y a pas d'acide concentré disponible pour la charge initiale, il est nécessaire de remplir l'évaporateur avec l'acide le moins concentré disponible et de le concentrer lentement à 54 % de P_2O_5 . Lors du démarrage initial du premier échelon d'évaporation, il n'y a pas d'acide concentré disponible et le démarrage doit utiliser l'acide du filtre provenant du réservoir d'alimentation de l'évaporateur à utiliser.

À mesure que l'acide est concentré, le volume diminue ; par conséquent, il est nécessaire d'ajouter plus d'acide peu concentré pour conserver le niveau de liquide proche du point de fonctionnement normal. Si le niveau peut passer sous l'entrée tangentielle vers le bouilleur, du tartre peut se former sur la tuyauterie et les parois du réservoir, et la cavitation de la pompe de circulation de l'évaporateur pourrait également devenir un problème. Si le niveau peut dépasser le point de débordement normal, il peut se produire des pertes d'acide dues à l'entraînement. Comme le bouilleur fonctionne normalement avec un débordement continu du niveau de liquide normal, aucune instrumentation n'est fournie pour indiquer le niveau.

Au lieu d'ajouter juste assez d'acide de compensation pour conserver le bon niveau dans le bouilleur, un excédent d'acide peu concentré peut être envoyé et un débordement continu vers la pompe d'acide concentré peut être maintenu. Cela entraînera l'accumulation d'une quantité importante d'acide peu concentré dans l'un des réservoirs d'acide évaporé, mais cet acide peut être re-concentré plus tard en étant renvoyé vers l'évaporateur à l'aide de la pompe de remplissage de l'évaporateur sur le réservoir de refroidissement d'acide. Cette méthode a l'avantage de transférer l'acide du réservoir d'alimentation de l'évaporateur plus rapidement vers les réservoirs de refroidissement d'acide, ce qui libère de l'espace de stockage pour l'acide supplémentaire du filtre si cela est nécessaire.

Le démarrage initial avec de l'acide à 28 % provenant des filtres est presque parallèle à l'écoulement d'eau conformément à la procédure suivante :

Concentration		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Vérifiez que tout l'équipement et les conduites sont propres et vides et que toutes les vannes sont fermées.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 63 sur 209

3	Remplissez le bouilleur avec de l'acide à 28 %.	Communiquez avec les opérateurs dans la zone de clarification pour vous assurer que suffisamment d'acide à 28 % est disponible et que l'une des pompes d'alimentation de l'évaporateur est alignée sur le bon évaporateur. Démarrez la pompe d'alimentation de l'évaporateur et remplissez le bouilleur jusqu'au niveau de débordement normal. Ouvrez la soupape d'aspiration et la vanne de prélèvement sur la conduite d'acide produit. Lorsque de l'acide commence à sortir de la vanne de prélèvement, fermez les deux vannes et arrêtez d'ajouter de l'acide à 28 % dans le système.
4	Démarrez la pompe de circulation de l'évaporateur	Faites couler l'eau d'étanchéité vers la pompe avant le démarrage. Après le démarrage, vérifiez la pompe et l'ampérage.
5	Faites couler le condensat de traitement vers le condensateur de l'évaporateur	Régalez le débit sur la valeur nominale.
6	Démarrez la pompe à vide de l'évaporateur	Régalez le régulateur de vide en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Régalez le contrôleur de pression sur 100 mm Hg abs, ce qui correspond environ à la pression d'équilibre de l'acide à 28 % à 60°C. Pour connaître les procédures et consignes de démarrage de la pompe à vide, consultez l'Annexe 13.8 et les consignes spécifiques figurant dans la documentation du revendeur de pompe à vide.
7	Démarrez la pompe d'alimentation de l'évaporateur	Démarrez la pompe lentement (par ex. à un débit de 50 %) en mode de contrôle manuel.
8	Démarrez la pompe à produit de l'évaporateur	Assurez-vous que les vannes sont alignées pour transférer vers la bonne destination dans la zone de clarification à 54 %. Surveillez le débit.
9	Démarrez le chauffage de l'évaporateur	<i>Il est important de faire cela lentement, sinon vous risquez d'endommager l'échangeur de chaleur.</i> Commencez à préchauffer lentement le chauffage en utilisant d'abord la soupape de dérivation manuelle autour de la soupape de contrôle du flux de vapeur à basse pression. Après avoir obtenu la pression de consigne du système, vidangez le résidu de condensat du collecteur.
10	Régalez l'aspiration sur des conditions normales	Commencez à réduire la pression absolue lentement (à intervalles de 10 à 15 mm Hg) et maintenez une température constante en ajustant manuellement la soupape de contrôle principale de la vapeur à basse pression. Laissez le système se stabiliser entre les changements de pression. Continuez jusqu'à atteindre la pression de fonctionnement finale de 76 mm Hg Abs.
11	Ajustez la vapeur pour correspondre au débit d'acide.	Après avoir stabilisé la pression du système, augmentez progressivement le débit de vapeur à basse pression à un taux d'environ 50 %.
12	Démarrez la pompe à condensat	Démarrez la pompe lorsque le niveau apparaît dans le récepteur de condensat. Mettez le contrôle de niveau en mode automatique. Détournez le condensat d'abord vers la fosse.
13	Vérifiez la concentration d'acide.	Prélevez de l'acide en circulation à intervalles réguliers. Ajustez le débit de vapeur à basse pression et envoyez le débit d'acide de sorte que la concentration de l'acide augmente progressivement pour atteindre la valeur nominale et que le débit dans la pompe à produit de l'évaporateur reste constant. Notez le débit de vapeur, la pression de vapeur ainsi que la pression de fonctionnement de l'évaporateur et la température toutes les demi-heures lors du démarrage initial.

14	Orientez le condensat vers le réservoir de récupération	Vérifiez la conductivité du condensat. Si elle est inférieure à la limite acceptable, vous pouvez détourner l'écoulement vers le réservoir de récupération. Si l'instrumentation de la conductivité fonctionne correctement, passez en mode de contrôle automatique.
15	Augmentez le débit	Augmentez le débit à intervalles de 10 % jusqu'à obtenir la valeur nominale. Laissez le système se stabiliser entre les augmentations de débit.

3.5.5. Clarification et stockage à 54 %

Les consignes sont données pour un échelon de clarification composé d'un clarificateur à 54 % et d'un réservoir de stockage d'acide à 54 %. Les consignes concernant le deuxième échelon sont les mêmes.

Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Tous les réservoirs doivent être drainés après l'écoulement d'eau. Lorsque la zone de concentration démarre, il se peut que de l'acide peu condensé soit transféré vers l'un des réservoirs de stockage d'acide à 54 %.
2	Vérifiez la position des flexibles dans le bassin de distribution à 54 %.	Vérifiez que les vannes et les flexibles provenant de différents endroits sont positionnés selon les besoins. Les flexibles arrivant dans le bassin proviennent de : l'acide à 54 % généré par la concentration (normalement deux évaporateurs par échelon de clarificateurs) l'acide à 54 % drainé les pompes à pulpe à 54 % le liquide généré par le puisard Le bassin de distribution de clarification à 54 % a trois destinations possibles : les deux réservoirs à 54 % et la conduite d'eau de lavage.
3	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
4	Démarrez le débit d'acide vers le système	Vérifiez auprès des opérateurs de la zone de concentration qu'ils enverront l'acide en démarrant les pompes à acide produit.
5	Démarrez l'agitateur du réservoir de stockage d'acide à 54 %	Démarrez l'agitateur lorsqu'il est recouvert d'acide.
6	Démarrez le racleur du clarificateur à 54 %	Surveillez le niveau du réservoir à mesure que le réservoir de refroidissement d'acide déborde dans le clarificateur à 54 %. Démarrez le racleur lorsqu'il est recouvert d'acide.
7	Démarrez la pompe à pulpe à 54 %	Régalez le contrôle du débit (FIC-040) pour qu'il fonctionne à environ 10 % du débit d'alimentation du clarificateur. Régalez le débit selon les besoins pour qu'il fonctionne à 15-20 % de la concentration de solides dans le sous-écoulement.
8	Démarrez la pompe à acide à 54 % (basse pression ou haute pression)	Surveillez le niveau à mesure que le clarificateur à 54 % déborde dans le réservoir de stockage d'acide à 54 %. Vérifiez que les vannes des conduites d'aspiration et de refoulement de la pompe à acide à 54 % choisie sont alignées dans la bonne direction et prêtes à démarrer. Démarrez la pompe lorsque le niveau semble être suffisant dans le

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 65 sur 209

Étape	Consignes	Remarques
		réservoir.
9	Démarrez le système de floculation	Préparez la solution de floculant conformément aux consignes des fournisseurs. Démarrez la pompe à floculant vers le clarificateur à 54 %. Réglez le débit pour optimiser l'élimination de la pulpe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 66 sur 209

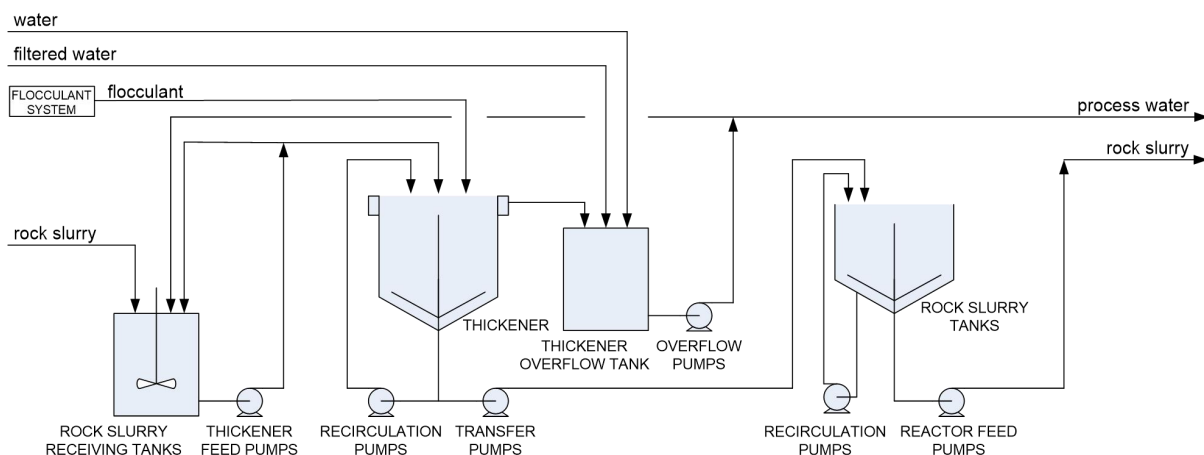
4. Fonctionnement du processus : Réception et épaissement de la pulpe de Phosphate

4.1. Présentation de la réception et de l'épaissement de la pulpe de Phosphate

L'objectif de ce système d'épaissement est de recevoir la pulpe de Phosphate à partir du terminal JPH et d'épaissir (assécher) la pulpe afin d'obtenir la teneur requise en solides. L'épaissement de la pulpe réduit l'eau de dilution envoyée vers le réacteur et permet d'envoyer plus d'eau vers les filtres pour améliorer la production de P_2O_5 .

- spécification de la teneur en solides – 65 % de solides

Les tests ont indiqué que la teneur pratique maximale en solides pour transporter la roche marocaine via des canalisations était d'environ 53 % de solides. Cela est trop dilué pour produire la concentration d'acide requise dans le réacteur d'acide phosphorique. L'équipement principal pour cette zone est indiqué ci-dessous.



L'équipement de protection individuel (EPI) requis pour la zone d'épaissement est le suivant :



La Section 4.2 aborde le fonctionnement normal des systèmes d'épaissement (réception de la pulpe de Phosphate, floculation, épaisseur, débordement de l'épaisseur, alimentation des réservoirs de pulpe de Phosphate/du réacteur et puisard de récupération). Les Sections 4.3, 4.4, 4.5 et 4.6 abordent le démarrage normal, l'arrêt normal, l'arrêt d'urgence et le

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 67 sur 209

dépannage, respectivement. Vous pourrez trouver des informations supplémentaires pertinentes sur le fonctionnement du système d'épaississeur de la manière suivante :

- la Section 12 fournit des informations et procédures de sécurité détaillées concernant les opérations de l'usine.
- L'Annexe 13.4 fournit une liste des schémas logiques complexes.
- L'Annexe 13.6 fournit des informations sur le démarrage, la manipulation correcte et le fonctionnement des joints mécaniques des pompes.

4.2. Fonctionnement normal

4.2.1. Réception de pulpe de Phosphate

La pulpe de Phosphate contenant 53 % de solides arrive via les canalisations à partir du terminal JPH et est envoyée vers l'un des deux réservoirs de réception de pulpe de Phosphate (402AAR02 et 402ABR02). La conduite d'alimentation vers les réservoirs (200-RS-402A-001-BB1) est dotée d'un débitmètre (402A-FI-002) et de deux types de densimètres. Un type de densimètre utilise une source gamma (402A-DI-009) et l'autre est acoustique (402A-DI-001). Une logique et des calculs complets du débit massique sont indiqués dans le schéma logique complexe 402A-IZ-002.

La fonction des réservoirs est de réduire les variations dans l'alimentation de l'épaississeur et de fournir une capacité de pointe. Les agitateurs dans chaque réservoir (402AAA02 et 402ABA02) maintiennent les solides en suspension entre 55 et 60 % en poids de solides. Chaque réservoir a une capacité de 2 562 m³ avec un franc-bord de 500 mm capable de fournir l'épaississeur pendant 9 heures à des débits normaux. Périodiquement, les réservoirs recevront également de l'eau d'entraînement lorsque les canalisations doivent être vidées à des fins de maintenance, lors de l'arrêt du système ou en cas de panne.

La pulpe est envoyée vers le réservoir de réception A ou le réservoir de réception B ; toutefois, les réservoirs peuvent être utilisés dans des configurations multiples, y compris le stockage de l'eau filtrée. Le niveau dans les réservoirs est surveillé par les instruments radar 402A-LI-003-C et 402A-LI-025-C. Chaque réservoir de réception de pulpe de Phosphate est doté d'une conduite de débordement qui envoie la pulpe vers une fosse menant au puisard de récupération (402AAR01) au cas où le niveau du réservoir deviendrait trop élevé.

La pulpe provenant de JPH peut contourner les réservoirs de réception de pulpe de Phosphate et l'épaississeur et alimenter directement les réservoirs de pulpe de Phosphate 402AAR06 (réservoir A) et 402ABR06 (réservoir B) via les conduites 200-RS-402A-003-BB1 et 200-RS-402A-004-BB1, respectivement. Cela requiert d'ouvrir les vannes 402A-HV-017 et 402A-HV-018 du réservoir A ou la vanne 402A-HV-021 du réservoir B. Ces conduites sont installées pour permettre aux opérations de l'usine de continuer, de manière moins efficace, si le système d'épaississeur est défaillant.

La pulpe est pompée (pompes d'alimentation de l'épaississeur 402AAP02, 402AKP02 et 402ABP02) vers l'épaississeur à partir des réservoirs de réception de pulpe de Phosphate. Il

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 68 sur 209

Il y a trois conduites (150-RS-402A-017-BB1, 150-RS-402A-018-BB1 et 150-RS-402A-019-BB1). Chaque conduite est dimensionnée pour gérer 50 % du débit. Deux conduites doivent être mises en service pour respecter le débit nominal de 1 500 t/j de P_2O_5 . La troisième conduite est considérée comme étant une pièce de rechange installée. Chaque conduite de pulpe est dotée d'un débitmètre volumétrique (402A-FI-075, 402A-FI-078 et 402A-FI-081). Chaque conduite de pulpe est dotée de deux types de densimètres. L'un des densimètres (402A-DI-076, 402A-DI-079 et 402A-DI-082) utilise une technologie de source gamma pour calculer la densité. L'autre densimètre (402A-DI-077, 402A-DI-080 et 402A-DI-083) utilise la technologie ultrasonique pour calculer la densité. Les densimètres à source gamma sont utilisés comme des arrivées dans les boucles de contrôle du DCS. Les densimètres ultrasoniques sont dotés d'alarmes mais n'ont pas de fonction de contrôle. Le débit de pulpe de Phosphate à partir des réservoirs de réception de pulpe de Phosphate vers l'épaississeur est contrôlé par une soupape de contrôle (PV-122A, PV-122B et PV-122C) sur chaque conduite de pulpe. Étant donné que la soupape de contrôle de pulpe de Phosphate peut être fermée, une conduite de recyclage est installée vers les réservoirs de réception de pulpe de Phosphate. La conduite de recyclage permet aux pompes d'alimentation d'épaississeur de maintenir un débit minimal qui empêche les pièces mobiles de la pompe de subir des vibrations excessives lorsque la pompe fonctionne en-dessous de son débit nominal minimal. L'opérateur doit considérer quel réservoir doit fournir la pulpe de Phosphate à l'épaississeur et s'assurer que les vannes des conduites d'aspiration, de refoulement et de recyclage sont correctement alignées ou qu'un réservoir pourrait être rempli jusqu'au point de débordement.

4.2.2. Système de flocculant

La préparation de flocculant est un système de dosage utilisé pour produire une solution de flocculant à 1 %. Ce système utilise deux réservoirs de mélange, l'un actif qui envoie le flocculant dans la solution vers l'épaississeur de pulpe alors que l'autre mélange et vieillit.

L'élévateur de flocculant (402AAT01) sert à transférer le flocculant polymère sec en vidant les sacs dans la trémie de polymère sec (402AAR08). À partir de la trémie, le flocculant est transféré vers la poubelle de polymère sec et le doseur volumétrique (402AAR09), qui envoie le polymère dosé dans la cuvette de mouillage (402AAR10). Soit l'eau non traitée, soit l'eau de traitement provenant des collecteurs de distribution est envoyée dans la cuvette de mouillage. À partir de la cuvette de mouillage, le polymère mouillé circule dans l'éjecteur de flocculant (402AAC02) où il est mélangé avec de l'eau supplémentaire. La pompe de transfert de flocculant (402AAP09) pompe ensuite le flocculant via un mélangeur statique de flocculant (402AAA08) vers les réservoirs de mélange de flocculant (402AAR11 et 402ABR11) dans lesquels une dissolution complète (vieillessement) se produit. Chaque réservoir est doté d'un agitateur de flocculant (402AAA09 et 402ABA09) pour mélanger le contenu du réservoir et faciliter sa dissolution. Le temps de vieillissement est généralement de 30 minutes environ.

Deux pompes (402AAP10 et 402AKP10), dont l'une est en veille, transfèrent la solution de flocculant vers l'épaississeur de pulpe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 69 sur 209

4.2.3. Épaississeur (402AAR03)

La fonction de l'épaississeur (402AAR03) est d'augmenter la concentration de pulpe en éliminant l'eau. Cela permet au processus de réaction en aval de produire de l'acide phosphorique à un taux de concentration de 28 % de P_2O_5 tout en optimisant l'eau de lavage vers le filtre afin de réduire les pertes de P_2O_5 dans le gypse.

Les trois facteurs importants qui définissent la performance de l'épaississeur sont :

- l'efficacité de floculation (consommation de floculant – grammes de floculant par tonne métrique de solides secs),
- la clarté du débordement (<100 ppm solides en suspension), et
- la densité du sous-écoulement (65 % du poids en solides).

L'objectif est d'utiliser le plus efficacement possible (le moins possible) le floculant tout en maintenant la clarté du débordement et la densité de sous-écoulement aux niveaux souhaités. Le dosage du floculant est contrôlé par l'opérateur qui peut le modifier en fonction des performances de l'épaississeur. Par exemple, si les flocules observés montrent que les taux de sédimentation de clarté de débordement ne correspondent pas aux spécifications, l'opérateur a la possibilité d'augmenter ou de diminuer le dosage du floculant. Un dosage spécifique maximal sera déterminé pendant le démarrage initial, et ne pourra être dépassé par l'opérateur pour éviter une floculation excessive.

La consommation de floculant peut être réduite si le dosage est dilué dans le puits d'alimentation entre 15 à 20 % du poids. L'épaississeur est doté d'un système de dilution par émulsion. Le volume d'eau de dilution provient de deux sources : 1) le débit de collecteur différentiel orienté par la dilution et 2) le débit pompé par émulsion. Le débit de collecteur différentiel produit un débit suffisant pour une production de solides secs d'environ 125 tph. Lorsque l'épaississeur est fourni avec plus de 125 tph de solides secs, l'eau de dilution provenant du système de dilution par émulsion sera également utilisée.

La densité du sous-écoulement est déterminée par le temps de présence des solides dans le lit. Le niveau du lit correspond à ce temps de présence en fonction d'une production donnée. Pendant les opérations de fonctionnement stables et avec une production de solides d'alimentation spécifique, à mesure que le niveau du lit monte, la densité du sous-écoulement augmente ; à mesure que le niveau du lit baisse, la densité du sous-écoulement diminue. La réaction du sous-écoulement aux changements du niveau du lit est généralement différée pendant une période aussi longue que le temps de rétention des solides. Le niveau du lit est déduit de la pression du lit. Le niveau du lit est maintenu par le débit d'alimentation de l'épaississeur qui équilibre les solides entrant dans l'épaississeur et ceux éliminés de l'épaississeur.

À mesure que la pulpe de Phosphate entre dans l'épaississeur, elle est mélangée avec le floculant. Le débit d'alimentation de l'épaississeur est mesuré par des densimètres redondants (nucléaires 402ADT076, 402ADT079 et 402ADT082 et acoustiques 402ADT077, 402ADT080 et 402ADT083). Le débit massique calculé (en fonction des solides secs) de roche de phosphate dans l'épaississeur sert à calculer le débit de solution de floculant. La solution de floculant est

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 70 sur 209

ajoutée à l'épaississeur via la conduite 50-AF-402A-101-BB3 à l'aide du régulateur de débit (402A-HC-075A) afin d'ajuster la vitesse des pompes de dosage de floculant (402AAP10 et 402AKP10). Pour connaître la logique et les calculs complets, consultez le schéma logique complexe 402A-IZ-009.

L'épaississeur est doté de deux épaississeurs souffleurs du système de dilution d'air de l'épaississeur (402AAC01 et 402AKC01) ; l'un fonctionne pendant que l'autre est en veille. L'opérateur choisit le souffleur opérationnel à l'aide du commutateur 402A-HS-752. Les souffleurs contrôlent le débit d'eau de dilution interne qui est mélangé à la pulpe entrant dans l'épaississeur. La conception de l'épaississeur est fondée sur des tests réalisés par WesTech. Lors de ces tests, WesTech a déterminé que la séparation optimale des solides se produisait avec environ 15 à 20 % de solides. Les souffleurs permettent à l'eau dans l'épaississeur de diluer l'alimentation de pulpe vers l'épaississeur. L'opérateur indique le % de solides sur le 402A-HC-075B, et le souffleur est contrôlé automatiquement. La formule utilisée pour ce calcul figure sur le schéma logique complexe 402A-IZ-011.

Pendant l'opération d'épaississement, les solides floculés se redéposent dans le réservoir et constituent un lit de pulpe. Le réservoir de l'épaississeur est conçu pour un temps de rétention nominal des solides de cinq heures. Le temps de rétention des solides et le fonctionnement du racleur de l'épaississeur (402AAA03), qui est un mécanisme rotatif avec des piquets, entraînent le dégagement d'eau du lit de pulpe, ce qui permet à l'épaississeur d'obtenir un sous-écoulement de 65 % des solides. Le niveau du lit de pulpe dans l'épaississeur est estimé en mesurant la pression (402A-PIT-122) au fond de l'épaississeur (voir le schéma logique complexe 402A-IZ-003). Une deuxième mesure du niveau dans le réservoir est réalisée par un instrument de niveau acoustique (402A-LT-124) installée sur le pont de l'épaississeur. Au débit nominal, l'intention est de retenir le niveau du lit de pulpe constant à une profondeur atteignant un sous-écoulement à 65 % de solides. Si le pourcentage de solides du sous-écoulement est trop élevé, le niveau du lit de pulpe baisse ; s'il est trop bas, le niveau du lit de pulpe augmente. Vous pouvez changer le niveau du lit de pulpe en modifiant le débit d'alimentation de l'épaississeur. Le niveau du lit de pulpe monte ou descend, et le bilan massique des solides secs est rétabli autour de l'épaississeur.

Le racleur de l'épaississeur (402AAA03) remplit deux fonctions importantes. D'abord, les piquets se déplacent dans la pulpe en formant des canaux à travers lesquels l'eau s'écoule du lit de pulpe, ce qui permet d'obtenir des densités élevées. Ensuite, ils déplacent les solides redéposés vers le centre de l'épaississeur où ces derniers sont éliminés par les pompes de transfert de l'épaississeur. Le mécanisme du racleur de l'épaississeur est entraîné par un réducteur à couple élevé actionné par quatre moteurs électriques. Le couple généré par l'entraînement est mesuré et fournit des données qui devraient être utilisées pour déterminer les tendances de fonctionnement de l'épaississeur. Le couple, hors des plages normales, déclenche des alarmes pour avertir les opérateurs que le processus doit être modifié et, en fin de compte, il envoie un signal d'arrêt du système pour empêcher que le mécanisme d'entraînement ne soit endommagé.

Comme la pulpe de Phosphate épaissie peut devenir très visqueuse et former des bouchons, la pression est surveillée dans le cône inférieur par le dispositif 402A-PIT-122. La pression au fond de l'épaississeur sert également à évaluer l'épaisseur du lit de pulpe et à contrôler les pompes d'alimentation de l'épaississeur par le biais du contrôleur 402A-PIC-122 (voir le schéma logique

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 71 sur 209

complexe 402A-IZ-003). Un déclenchement en cas de couple élevé 402A-YAHH-141 est installé sur le racleur de l'épaississeur pour protéger l'équipement.

En général, l'épaississeur fonctionne à plein avec la pulpe épaissie sortant du cône inférieur, et le trop-plein dilué sortant du déversoir de débordement à encoche en v. Le trop-plein est entraîné par la gravité vers le réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur. La pulpe épaissie est entraînée dans deux systèmes de pompage à partir du fond de l'épaississeur:

- Recyclage de l'épaississeur – le système de l'épaississeur est doté de deux pompes de recyclage du sous-écoulement (402AAP05 et 402AKP05) ; l'une active et l'autre en veille. Les solides épaissis à partir du fond de l'épaississeur sont recyclés vers une buse située au fond du réservoir de l'épaississeur (via la conduite 200-RS-402A-023-BB1) ou une buse à proximité de l'articulation du réservoir (via la conduite 200-RS-402A-022-BB1). Ces pompes fonctionnent avec un débit contrôlé 402A-FIC-126. 402A-FIT-126 mesure le débit et 402A-DT-125 mesure la densité de la pulpe dans la conduite de recyclage. Ces données permettent de déterminer lorsque la densité du sous-écoulement est acceptable pour alimenter l'un des deux réservoirs de pulpe de Phosphate. En général, une grande quantité de pulpe de recyclage est nécessaire pour empêcher la redéposition dans le cône inférieur. Si le % en poids de solides est supérieur à 65, les vannes (402A-DV-242A/B) sur les conduites d'eau de dilution (50-WFI-402A-078-BB1 et 50-WFI-402A-039-BB1) dosent l'eau pour réduire le % en poids de solides. Le débit de l'eau de dilution est contrôlé par 402A-DIC-125.
- Transfert de l'épaississeur – trois pompes (402AAP03, 402ABP03 et 402AKP03) transfèrent la pulpe de l'épaississeur vers les réservoirs de pulpe de Phosphate ; deux sont actifs et l'autre est en veille. Le schéma logique complexe 402A-IZ-004 indique la logique du système de contrôle pour choisir la pompe de transfert de l'épaississeur. Au niveau du refoulement des pompes de transfert de l'épaississeur, le débit de pulpe est mesuré par les débitmètres (402A-FIT-180, 402A-FIT-192 et 402A-FIT-186) et la densité est mesurée par les densimètres (402A-DT-181, 402A-DT-193 et 402A-DT-187) dans chaque conduite de transfert (150-RS-402A-029-BB1, 150-RS-402A-030-BB1 et 150-RS-402A-031-BB1). Au besoin, de l'eau de dilution est ajoutée à l'aspiration des pompes. Le débit de l'eau de dilution est contrôlé par 402A-DIC-181 (soupape de contrôle 402A-DV-181 sur la conduite 50-WFI-402A-040-BB1), 402A-DIC-187 (soupape de contrôle 402A-DV-187 sur la conduite 50-WFI-402A-068-BB1) et 402A-DIC-193 (soupape de contrôle 402A-DV-193 sur la conduite 50-WFI-402A-041-BB1).

4.2.4. Réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur (407AAR07)

Le débordement de l'épaississeur s'écoule sous l'effet de la gravité via la conduite 450-WFI-402A-003-BB1 vers le réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur (407AAR07). Ce réservoir, d'une capacité de 147 m³ avec un franc-bord de 500 mm, est un réservoir multifonctions prévu pour les fonctions suivantes :

- collecter l'eau de traitement à partir du débordement de l'épaississeur de pulpe
- recevoir l'eau filtrée
- recevoir l'eau non traitée
- fournir de l'eau de traitement à la tour de refroidissement,

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 72 sur 209

- fournir de l'eau de traitement pour le rinçage
- fournir de l'eau de traitement aux réservoirs de réception de pulpe de Phosphate, et
- prévoir la mise au rebut de l'excédent d'eau vers la conduite de pulpe de gypse via la conduite 200-WFI-402A-069-BB1.

L'objectif de conception est que le débordement de l'épaississeur ne contienne pas plus de 100 ppm de solides. Cela est mesuré par le turbidimètre 402A-AIT-123. Le niveau d'eau du réservoir est mesuré par les indicateurs de niveau radar redondants (402A-LIT-311A et 402A-LIT-311B). Le niveau dans le réservoir est contrôlé par 402A-LIC-311-A/B/C. En général, le point de consigne de 402A-LIC-311A est de 50 % de sorte que lorsque le niveau dans le réservoir est inférieur à 50 %, 402A-LV-311A s'ouvre pour fournir de l'eau à partir de JPH via un collecteur de distribution vers la conduite 250-WFI-402A-001-BB1. En général, le point de consigne de 402A-LIC-311B sera de 25 % de sorte que lorsque le niveau dans le réservoir est inférieur à 25 %, 402A-LV-311B s'ouvre pour fournir de l'eau non traitée à partir du collecteur de distribution d'eau non traitée via la conduite 150-WW-402A-002-BB1. Le débit d'eau non traitée et filtrée est mesuré par 402A-FE-312 et 402A-FE-313, respectivement. En général, le point de consigne de 402A-LIC-311C est de 80 % de sorte que lorsque le niveau dans le réservoir est supérieur à 80 %, 402A-LV-311C s'ouvre pour mettre au rebut l'excédent d'eau vers la conduite de pulpe de gypse. La logique du système de contrôle du réservoir de débordement de l'épaississeur est indiquée dans le schéma logique complexe 402A-IZ-005.

Les pompes d'alimentation de débordement de l'épaississeur (402AAP07 et 402AKP07), l'une active et l'autre en veille, envoient l'eau du réservoir à l'usine afin qu'elle soit utilisée en tant qu'eau de traitement. La turbidité hors du réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur est mesurée par 402A-AIT-330. Le débit normal s'écoule vers le collecteur de distribution d'eau de traitement via la conduite 150-WFI-402A-009-BB1 et vers le bassin de la tour de refroidissement via la conduite 150-WFI-402A-007-BB1. L'eau peut également être envoyée vers les réservoirs de réception de pulpe de Phosphate via la conduite 250-WFI-402A-010-BB1. La vitesse de la pompe est contrôlée par 402A-PIC-320A ou 402A-PIC-320B pour maintenir la pression de refoulement (voir le schéma logique complexe 402A-IZ-010). Pour faire couler plus de 300 m³/h d'eau filtrée dans le système, faites fonctionner les deux pompes en même temps pour obtenir un débit plus élevé d'eau filtrée vers l'épaississeur. L'opérateur doit ouvrir toutes les vannes manuelles.

4.2.5. Réservoirs de la pompe à pulpe de Phosphate/Alimentation du réacteur(402AAR06 ET 402ABR06)

Deux réservoirs de pulpe de Phosphate (402AAR06 et 402ABR06), l'un actif et l'autre en veille, réceptionnent la pulpe à 65 % de solides à partir de l'épaississeur. Ces réservoirs fournissent une capacité de pointe au système et atténuent la dynamique du processus. Chaque réservoir possède une capacité de stockage minimale de 750 m³. Chaque réservoir est doté d'un mécanisme à racleur (402AAA06 et 402ABA06) et de deux pompes de recyclage dédiées, l'une active et l'autre en veille (402AAP08 et 402AKP08 pour le réservoir A et 402ABP08 et 402ALP08 pour le réservoir B), pour que la pulpe soit bien mélangée et homogène. Les pompes de recyclage aspirent la pulpe au fond du réservoir et la renvoient en haut du réservoir. La vitesse des pompes de recyclage est configurée à l'aide de 402A-HC-376-A/B. Les débits volumétriques et massiques nominaux sont respectivement de 325 m³/h et de 188 tph. Les indicateurs de niveau radar 402A-LI-387 et 402A-LI-447 surveillent le niveau de pulpe dans le réservoir et fournissent des données à la logique pour choisir la pompe de transfert de

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 73 sur 209

l'épaississeur (schéma logique complexe 402A-IZ-004). La combinaison de l'agitation et du recyclage a pour but de conserver une pulpe bien mélangée et homogène. En cas d'assèchement supplémentaire et si la densité de la pulpe dépasse 65 % de solides, il est possible d'ajouter de l'eau de dilution pour que la pulpe corresponde aux spécifications.

Les deux réservoirs de pulpe de Phosphate sont connectés aux trois pompes d'alimentation du réacteur (402AAP06, 402AKP06 et 402ABP06). En général, deux pompes fonctionnent et la troisième est installée en tant que pompe de rechange. Chaque pompe est dotée d'une conduite de refoulement dédiée. Le débit est mesuré dans chaque conduite par 402A-FE-484, 402A-FE-490 et 402A-FE-496. La densité de la pulpe est également mesurée dans chaque conduite par 402A-DIC-485, 402A-DIC-491 et 402A-DIC-497. Si la densité de la pulpe nécessite d'être diluée, il est possible d'ajouter de l'eau de traitement dans les conduites d'aspiration de chaque pompe via les vannes 402A-DV-485, 402A-DV-491 et 402A-DV-497. Les calculs et la logique du système concernant le débit massique et le fonctionnement des pompes d'alimentation du réacteur sont indiqués sur le schéma logique complexe 402A-IZ-006. Pour obtenir des informations sur le contrôle du débit de pulpe de Phosphate vers les réacteurs, consultez la Section 5.2.1.

4.2.6. Puisard de récupération (402AAR01)

Le puisard de récupération reçoit le déversement provenant du sol de l'usine. Le niveau dans le puisard de récupération (402AAR01) est surveillé par 402A-LI-284-C. Un agitateur (402AAA01) est installé pour conserver les solides en suspension afin qu'ils puissent être pompés. La pompe du puisard de récupération (402AAP01) aspire le contenu vers l'un des réservoirs de réception de pulpe de Phosphate (conduite 80WE-402A-001-BK1) ou vers le réservoir de la pompe de débordement de l'épaississeur (conduite 80-WE-402A-003-BK1).

4.3. Démarrage normal

4.3.1. Vérification de l'équipement

1. Arrêtez toutes les commandes de niveau de débit ;
2. Vérifiez la tuyauterie pour vous assurer que toutes les vannes manuelles sont bien positionnées. Vérifiez que les trous d'homme des réservoirs, les trous d'homme des conduites et les regards de nettoyage sont fermés
3. Vérifiez toutes les zones et assurez-vous que le fonctionnement mécanique n'est pas gêné ;
4. Vérifiez le matériel de service ou les étiquettes de verrouillage du MCC ;
5. Réglez les interrupteurs de sécurité de tout l'équipement en mode automatique
6. Vérifiez que l'air, l'eau non traitée et eau de barrage de l'instrument sont disponibles au niveau des vannes de sectionnement ;
7. Vérifiez que les instruments de contrôle du couple, de la densité et du débit sont opérationnels ; et
8. Vérifiez que tous les instruments de contrôle de la température sont opérationnels.

4.3.2. Statut de l'usine

Cette procédure de démarrage normal suppose de suivre une procédure d'arrêt normal avec le statut d'équipement suivant dans l'usine :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 74 sur 209

- un débit de recyclage constant de la pulpe de Phosphate et un niveau minimal requis dans les réservoirs de réception de la pulpe de Phosphate ;
- un débit de recyclage constant de la pulpe de Phosphate et un niveau minimal requis dans les réservoirs de pulpe de Phosphate ;
- le floculant est mélangé et vieilli ;
- le remplissage de l'épaississeur de pulpe de Phosphate et le recyclage du sous-écoulement ;
- le fonctionnement des agitateurs et des racleurs ;
- le fonctionnement du réservoir de débordement de l'épaississeur ; et
- la configuration de tous les points de consigne de contrôle.

4.3.3. Procédure de démarrage normal du système d'épaississement

Consultez la procédure de démarrage WesTech

Étape	Consignes	Remarques
1	Démarrez le débit de floculant vers l'épaississeur	Sélectionnez le réservoir de mélange de floculant (402AAR11 ou 402ABR11) avec 402A-HS-839. Sélectionnez la pompe de dosage de floculant (402AAP10 ou 402AKP10) à l'aide du sélecteur (402A-HS-842). Saisissez le dosage du floculant (grammes de floculant sec par tonne de roche sèche) à 402A-HC-075A. Consultez le schéma logique complexe 402A-IZ-009 pour connaître la logique et les formules. Démarrez le débit d'eau de dilution (vanne 402A-EV-812) vers le mélangeur statique (401AAA08) et confirmez le débit (402A-FI-851).
2	Surveillez et stabilisez le fonctionnement de l'épaississeur	Ajustez le floculant selon les besoins pour obtenir une valeur de densité nominale d'environ 1,69. Lorsque la densité atteint l'objectif, démarrez la pompe de transfert pour alimenter les réservoirs de pulpe de Phosphate à un taux de 50 %. Lorsque le système est stabilisé, réglez le débit de floculant sur contrôle automatique à 402A-HC-842 pour la pompe de dosage de floculant 402AAP10 ou 402A-HC-847 pour la pompe de dosage de floculant 402AKP10. Notez que le variateur de fréquence ne pourra pas être programmé pour une vitesse inférieure à 30 %.
3	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins	Consultez l'Annexe 13.6 pour obtenir les informations et les procédures associées.
4	Démarrez la pompe d'alimentation du réacteur	Démarrez d'abord la pompe sur un bas débit. Lorsque le réacteur est prêt, augmentez la vitesse de la pompe et faites avancer la pulpe de Phosphate vers le réacteur. Si le niveau du réservoir de pulpe de Phosphate est élevé ou faible, réglez l'alimentation selon les besoins. Si la densité est élevée ou faible, ajustez le fonctionnement de l'épaississeur selon les besoins.
5	Augmentez les taux selon les besoins du réacteur	Augmentez la vitesse/le débit de la pompe d'alimentation du réacteur. Augmentez la vitesse/le débit de la pompe de transfert de l'épaississeur. Augmentez la vitesse/le débit de la pompe d'alimentation de l'épaississeur.

Étape	Consignes	Remarques
		Si les contrôles sont en mode automatique, tous les autres débits (pulpe de Phosphate, eau, floculant) augmentent automatiquement.
6	Établissez le débit de l'eau de recyclage	Attendez que le système soit stabilisé. Le réservoir d'eau de lavage dans la zone 413A sert à conserver l'eau de l'usine et, si la qualité est acceptable, il pourra alimenter une partie (jusqu'à 25 %) de l'eau d'appoint. Configurez le contrôleur de débit de la pompe à eau de lavage ou de la soupape de contrôle d'eau de recyclage au taux souhaité et ajustez le contrôle du ratio d'eau de traitement pour compenser.

4.4. Arrêt normal

Une fois par an environ, tous les réservoirs (le réservoir de réception de pulpe, l'épaississeur, le réservoir de pompe de débordement de l'épaississeur et les réservoirs de pulpe de Phosphate) doivent être mis hors service et asséchés. Cela permet aux employés de l'usine d'inspecter toutes les parties du mécanisme, d'effectuer des ajustements et la maintenance des composants submergés, de retoucher de la peinture, etc.

Il existe deux scénarios types d'arrêt normal de la zone de réception de la pulpe de Phosphate et de la zone d'épaississement :

- le réacteur s'arrête ou fonctionne à bas débit, ce qui entraîne le remplissage des réservoirs de pulpe de Phosphate.
- Une partie de l'équipement de réception et d'épaississement doit être entretenue. Dans cette situation, si l'entretien est de courte durée, les réservoirs de pulpe de Phosphate doivent être remplis à un niveau élevé afin que le réacteur continue de fonctionner. Un réservoir de pulpe de Phosphate plein a une capacité de plus de 7 heures lorsqu'il fonctionne à plein régime. Si l'entretien requis dure plus longtemps, les procédures d'alimentation d'urgence seront appliquées aux composants critiques du système de l'épaississeur.

Dans tous les cas, la méthode recommandée pour arrêter le système est la suivante :

1. en fonction de la situation, augmentez ou diminuez la production dans le niveau des réservoirs de pulpe de Phosphate au niveau souhaité.
2. Arrêtez la production de pulpe de Phosphate dans l'épaississeur
 - Arrêtez les pompes de transfert d'épaississeur.
 - Arrêtez la pompe d'alimentation d'épaississeur. (Continuez à faire fonctionner la pompe de recyclage de l'épaississeur)
 - Rincez les conduites de transfert.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 76 sur 209

- L'arrêt de la pompe d'alimentation de l'épaississeur entraîne l'augmentation et le ralentissement automatique du niveau du réservoir de réception de pulpe de Phosphate et arrête le débit entrant de pulpe de Phosphate.
3. La pulpe sort de l'usine avec les réservoirs remplis environ à 50 % de pulpe de Phosphate avec les agitateurs et les racleurs activés et toutes les pompes arrêtées, à l'exception des pompes de recyclage. En fonction de la durée prévue de l'arrêt, les conduites de pulpe de Phosphate peuvent être vidangées et rincées à l'eau.

4.5. Arrêt d'urgence

Un arrêt d'urgence peut devenir nécessaire en cas de rupture de réservoir, de perte imprévue d'air ou de pression d'eau dans l'instrument, ou de perte d'équipement critique ne pouvant être remplacé. L'usine est conçue de manière sûre pour éviter au maximum les problèmes et les déversements. Toutes les soupapes de contrôle sont configurées pour s'ouvrir ou se fermer dans la position la plus sûre lors de la perte d'air dans l'instrument. En ayant cela à l'esprit dans une situation d'urgence, l'opérateur doit décider si un arrêt est nécessaire. Le cas échéant, il doit décider quelles zones de l'usine doivent être arrêtées et dans quel ordre.

Une autre situation susceptible d'entraîner un arrêt d'urgence serait l'activation de l'interverrouillage de couple élevé sur l'un des racleurs. Dans ce cas, le racleur s'arrête automatiquement et un moteur et un mécanisme de levage font monter l'ensemble du racleur de plusieurs centaines de millimètres au-dessus du fond du réservoir. Dans cette situation, vous devez suivre les recommandations du fabricant du racleur, mais la procédure normale consiste à redémarrer le moteur d'entraînement et à abaisser progressivement le mécanisme en mode manuel ou électrique jusqu'à ce qu'il se déclenche à nouveau ou jusqu'à ce qu'il revienne en position initiale. Si des tentatives répétées ne donnent aucun résultat, il peut être nécessaire de vidanger le réservoir et de résorber l'obstruction.

En cas d'urgence, arrêtez et sécurisez l'usine de la manière suivante :

1. Identifiez l'urgence et déterminez :
 - les éléments de l'équipement affectés
 - si la situation requiert un arrêt d'urgence
 - si un équipement de protection individuel ou des procédures spéciaux sont requis
2. Arrêtez d'abord l'équipement concerné par le cas d'urgence. Utilisez le bouton-poussoir ou le DCS, selon celui qui est le plus proche, pour arrêter l'équipement.
3. Une fois la crise immédiate résolue, si l'équipement ne peut pas être immédiatement remis en service en toute sécurité, suivez la procédure d'arrêt normal (décrite ci-dessus) le plus scrupuleusement possible.

4.6. Dépannage

Problème	Cause possible	Mesure
Chute de pression	Densité de pulpe trop	Ajoutez de l'eau aux réservoirs de réception de pulpe de

élevée dans les canalisations de pulpe	importante	Phosphate
	Canalisations bouchées	Essayez de déboucher à l'eau et à l'air. Cassez la conduite au niveau des brides pour vider la section bouchée. Mettez en service la conduite de rechange. Vérifiez le fonctionnement de la pompe et de l'étanchéité de pompe.
La pulpe d'alimentation du réacteur est trop diluée	Mauvaise efficacité de l'épaississeur	Vérifiez le fonctionnement de l'épaississeur Réduisez la production de l'épaississeur ou augmentez le débit de floculant
La pulpe d'alimentation du réacteur est trop diluée	Recyclage insuffisant	Vérifiez le fonctionnement de la pompe de recyclage de l'épaississeur et de l'étanchéité. Augmentez le débit de recyclage
	Haute efficacité de l'épaississeur	Vérifiez le fonctionnement de l'épaississeur Augmentez la production ou le débit de floculant

Pour obtenir des informations sur le dépannage des pompes et des ventilateurs, consultez l'Annexe 13.4.

La fonction du filtre à cellules basculantes est de séparer efficacement la solution d'acide phosphorique des cristaux de gypse formés dans le système de réaction. En outre, le filtre produit de l'acide peu concentré (de retour) qui est renvoyé au réacteur pour contribuer à établir des conditions favorables à la production adéquate d'acide phosphorique et au contrôle des solides, de la température et de concentration de l'acide.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 79 sur 209

Pour un bon fonctionnement du filtre, il est nécessaire de :

- fournir au filtre une quantité constante de pulpe du réacteur
- fournir un vide suffisant pour s'assurer que le liquide de lavage traverse un gâteau d'épaisseur spécifique et que le gâteau est suffisamment sec avant d'être refoulé, mais pas au point de se fissurer.
- contrôler l'épaisseur requise du gâteau en modifiant la vitesse du filtre.
- fournir au filtre un 4^{ème} lavage constant et suffisant afin de prévoir une quantité suffisante d'eau de déplacement et de minimiser les pertes de P₂O₅ vers la conduite de pulpe de gypse

Les variables clés du processus qui doivent être contrôlées sont les suivantes :

- Taux de production de l'usine – contrôlé par le débit de pulpe de Phosphate et les évaporateurs de surveillance et la forte concentration de l'acide produit
- Contrôle du sulfate dans le réacteur – contrôlé par le débit d'acide sulfurique vers le réacteur
- Contrôle du P₂O₅ dans le réacteur – contrôlé par la quantité d'eau dans la pulpe de Phosphate et le 4^{ème} lavage du filtre
- Contrôle des solides dans le réacteur – contrôlé par la quantité d'acide renvoyé par les filtres
- Contrôle de température du réacteur – contrôlée par la pression absolue dans le Flash Cooler
- Épaisseur du gâteau dans le filtre – contrôlée par la vitesse du filtre à cellules basculantes

L'équipement de protection individuel (EPI) requis pour la zone de réaction et de filtration est le suivant :

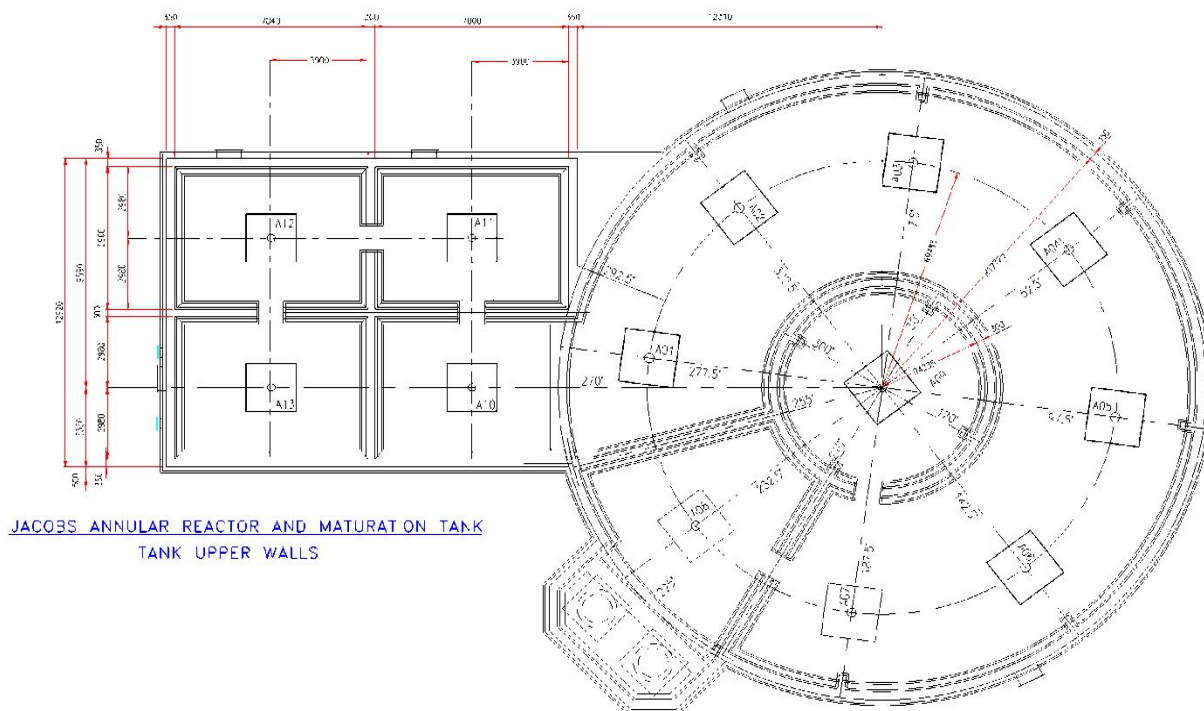


5.2. Fonctionnement normal

5.2.1. Débit de la pulpe de Phosphate

Le débit de production de l'usine est configuré par la quantité d'alimentation de roche sèche calculée vers le réacteur. La pulpe de Phosphate est pompée dans le compartiment 1 par l'une des pompes d'alimentation du réacteur (402A A/B/KP06) dans la zone d'épaississement de la pulpe de Phosphate. Un flux provenant de chaque conduite d'alimentation du réacteur peut être envoyé vers un collecteur commun dans le compartiment d'ajustement n°1.

Le débit de pulpe de Phosphate est contrôlé par le débit massique (base sèche – calculé à partir de la densité et du débit volumétrique) calculé sur les boucles de contrôle du débit FIC-484, FIC-490 et FIC-496 sur chacune des trois conduites d'alimentation de pulpe de Phosphate. Chaque contrôleur reçoit un signal provenant du système à densité redondante composé d'un indicateur de densité acoustique et d'un indicateur de densité nucléaire et de l'indicateur de débit pour calculer un débit massique. FIC-484 utilise les signaux provenant de DI-485 (nucléaire) ou de DI-486 (acoustique) ; FIC-490 à partir de DI-491 (nucléaire) ou DI-492 (acoustique) ; FIC-496 à partir de DI-497 (nucléaire) ou DI-498 (acoustique). La vitesse des pompes d'alimentation du réacteur est réglée pour maintenir le débit massique souhaité.



5.2.2. Débit d'acide sulfurique

Le débit d'acide sulfurique vers le réacteur contrôle la concentration de H_2SO_4 libre dans la pulpe du réacteur. L'alimentation d'acide sulfurique peut être répartie en 4 flux ;

- deux flux principaux (en général 90 à 100 % de l'acide total) traversent deux tés de mélange, l'un dans le compartiment 5 et l'autre dans le compartiment 6 du réacteur
- un flux d'ajustement, représentant 0 à 10 % du total, envoyé dans le compartiment d'ajustement n°1 du réservoir de maturation
- un flux vers un troisième té de mélange est situé dans le compartiment 3 du réacteur (généralement inutilisé)

Le contrôle de ces flux est résumé de la manière suivante et comme indiqué dans le dessin ci-dessous :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 81 sur 209

- le débit d'acide sulfurique vers le té de mélange du compartiment n°5 est mesuré et contrôlé par le FIC-053
- le débit d'acide sulfurique vers le té de mélange du compartiment n°6 est mesuré et contrôlé par le FIC-054
- Le débit d'acide sulfurique vers le té de mélange du compartiment n°3 (lorsque celui-ci est utilisé) est mesuré et contrôlé par le FIC-030
- Si de l'acide sulfurique est utilisé dans l'alimentation d'ajustement et du filtre, il est ajouté au compartiment d'ajustement n°1 sans té de mélange. Le débit est mesuré et contrôlé par le FIC-125.
- Les trois flux d'acide sulfurique sont additionnés dans le DCS (sans tenir compte du flux vers le compartiment d'ajustement) et le débit total d'acide sulfurique est contrôlé par rapport au débit massique de roche sèche (FIC-484, 490 ou 496) vers le compartiment n°1.

Ce système permet d'utiliser, au besoin, moins de sulfate dans le réacteur (meilleure dissolution de la roche) et plus de sulfate dans les compartiments d'ajustement et d'alimentation du filtre du réservoir de maturation (pour améliorer la croissance des cristaux de gypse et la concentration de Ca++ dans l'alimentation du filtre inférieur).

5.2.3. Contrôle de température du Flash Cooler/réacteur (403AAD01)

La température de la pulpe dans le réacteur est surveillée par les indicateurs de température TI-032, TI-106, TI-121 et TI-162 dans le compartiment n°4, l'alimentation du refroidisseur, l'étanchéité du refroidisseur et les compartiments du filtre, respectivement.

La température de la pulpe dans le réacteur est contrôlée par l'évaporation de l'eau dans le Flash Cooler (403AAD01). Le taux d'évaporation est contrôlé par la pression absolue dans le système, qui est mesurée par le PIC-192, situé en amont du Flash Cooler, et contrôlé par la purge de l'air dans la vanne PV-192 située en amont du condensateur de refroidisseur (403AAD03). L'indicateur de température, TI-196, situé dans le réservoir de l'étanchéité du pré-condensateur du refroidisseur (403AAR02) signalera toute anomalie.

Les Pompes de circulation de refroidisseur (403A A/BP01) servent à fournir un débit important de pulpe au Flash Cooler. Un débit important est requis pour limiter la baisse de température et le tartre en résultant. La température à l'entrée du Flash Cooler est contrôlée avec le TI-102-A et le TI-102-B, chacun étant situé sur une conduite de pulpe vers le Flash Cooler, et le TI-102-C sur la conduite de renvoi de pulpe vers le réacteur. L'eau de barrage est fournie aux pompes afin de protéger l'arbre contre l'abrasion. Le système d'eau de barrage inclut une alarme de faible débit et un déclenchement pour chaque pompe.

La pompe à vide du refroidisseur (403AAC01) sert à créer le vide requis pour appliquer le processus. Le condensat de traitement provenant d'un collecteur de distribution sert à refroidir la pompe à vide. Le FI-241 surveille le débit du condensat de traitement et déclenche la pompe à vide si le débit est insuffisant.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 82 sur 209

5.2.4. Pré-condensateur du refroidisseur (403AAD02)

La vapeur d'eau provenant du Flash Cooler est partiellement condensée dans le pré-condensateur du refroidisseur (403AAD02) à l'aide de l'eau de traitement acide et du condensat de traitement provenant des échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (425E A/B/C/D/E/F/GE01). L'eau est vidangée dans le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur du refroidisseur (403AAR02) et sera chauffée à +/- 5°C de la température d'équilibre de l'eau à la pression absolue du pré-condensateur.

Le niveau dans le réservoir d'étanchéité est contrôlé par le LIC/LV-195 qui régule le débit du condensat de traitement vers le pré-condensateur du refroidisseur. En outre, le débit d'eau de traitement acide dans le réservoir d'étanchéité peut être contrôlé par le FIC-205. Une alarme de niveau faible et élevé, LAL/H-195, dans le réservoir d'étanchéité signalera à l'opérateur les dysfonctionnements. En outre, les pompes d'alimentation du pré-condensateur (403A A/KP04) se déclenchent et s'arrêtent si le niveau dans le réservoir d'étanchéité correspond à la configuration de l'alarme faible-faible, LALL-195. Les pompes d'alimentation du pré-condensateur fonctionnent également avec une commande de vitesse pour alimenter et contrôler le niveau dans les réservoirs de lavage du gâteau et du tissu.

5.2.5. Condensateur du refroidisseur (403AAD03)

Le condensateur de refroidisseur (403AAD03) a été conçu pour condenser la vapeur d'eau restante provenant du Flash Cooler à l'aide du condensat de traitement. La fourniture de condensat de traitement au condensateur de refroidisseur est mesurée et contrôlée par le FIC-221.

La quantité d'eau vers le condensateur sera contrôlée pour obtenir 46°C dans la branche inférieure, et surveillée par le TI-223. Une alarme de température élevée signalera toute anomalie du système.

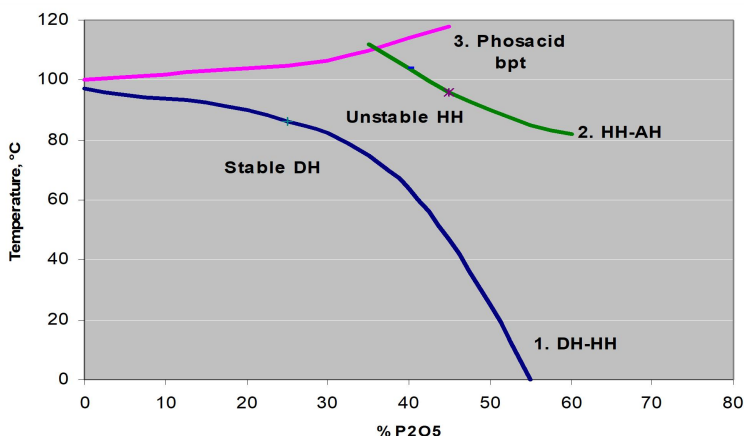
5.2.6. Niveau du réacteur

Le niveau du système du réacteur est surveillé par les indicateurs de niveau LI-002-C dans le compartiment n°1, LI-107-C dans le compartiment d'alimentation du refroidisseur et LI-150-C dans le compartiment d'ajustement n°2. Dans le compartiment d'alimentation du filtre, le niveau est contrôlé par le LI-163-C. Le débit d'alimentation du filtre (alimentation du filtre par rapport au taux de production de l'usine) doit être ajusté pour conserver un franc-bord de 1,3m à 2,3m dans l'anneau du réacteur.

5.2.7. Contrôle des solides et du P₂O₅

La teneur en solides et la concentration de P₂O₅ du réacteur sont contrôlées par la quantité et la concentration de l'acide de recyclage pompé à partir des filtres. Comme indiqué ci-dessous, la tenue en solides est contrôlée en renvoyant plus ou moins d'acide produit avec le recyclage et la concentration de P₂O₅ est contrôlée en ajoutant plus ou moins d'eau de lavage de gâteau terminant dans l'acide recyclé. L'acide recyclé est nécessaire pour maintenir les niveaux de concentration adéquats de P₂O₅ (27,4 % min.) et de solides (33 à 35 %) dans le système d'attaque.

Des niveaux élevés de solides et de P_2O_5 pourraient entraîner une viscosité importante, un mauvais mélange et une mauvaise cristallisation, ce qui pourrait limiter le taux de filtration. Le tableau ci-dessous montre de quelle manière différentes formes de sulfate de calcium

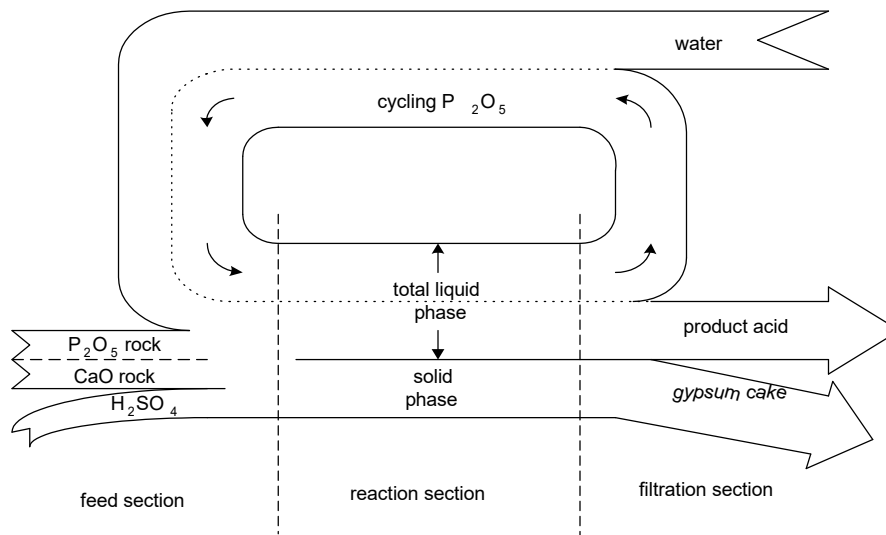


(dihydrate (DH) et semi-hydrate (SH)) peuvent se former à des niveaux et des températures P_2O_5 différents.

Un faible niveau de solides peut entraîner la formation de mousse, un temps de résidence réduit et augmenter la sursaturation de la pulpe.

Le total d'acide recyclé est automatiquement contrôlé en ajustant le débit d'acide produit à partir des filtres. Par conséquent, s'il y a trop de solides dans le réacteur et que de l'acide recyclé est requis, le point de consigne du total d'acide recyclé doit être augmenté. Cela diminuera automatiquement le débit d'acide produit à partir des filtres (consultez les informations supplémentaires dans la section sur le filtre).

La répartition du débit d'acide recyclé entre les tés de mélange du compartiment n°5 et du compartiment n°6 est contrôlée manuellement avec à peu près la même répartition à mesure que l'acide sulfurique alimente ces compartiments.



JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 84 sur 209

5.2.8. Débit d'agent antimousse

Le débit d'agent antimousse peut être réglé en ajustant manuellement les pompes de dosage d'agent antimousse. Le débit d'agent antimousse vers le réacteur est mesuré par le FI-035 situé au niveau du refoulement de la pompe de dosage alimentant le réacteur. Les alarmes élevée et faible indiqueront si le débit ne correspond pas aux niveaux normaux. La répartition vers les différentes sections (le cas échéant) sera réalisée en ajustant la vanne manuelle à chaque point d'injection. L'inspection visuelle du réacteur permettra de déterminer où et quelle quantité d'agent antimousse doit être utilisée.

L'agent antimousse destiné à l'usine d'acide phosphorique est stocké dans un réservoir où il peut être réceptionné dans des conteneurs et transféré dans le réservoir via une pompe à fût. Il y a cinq (5) pompes de dosage d'agent antimousse (404A A/K/B/C/DP10). Une pompe alimente le réacteur, trois pompes (3) alimentent les évaporateurs J/K/L individuellement et une pompe de dosage de rechange est disponible en cas de défaillance des quatre pompes de dosage principales. Le débit est régulé en contrôlant la vitesse de chaque pompe via le variateur de fréquence. Les pompes peuvent être étalonnées en mesurant le débit d'agent antimousse vers le réacteur avec des configurations de pompe différentes. L'arrêt et le démarrage des pompes peuvent se faire localement ou à partir du DCS.

5.2.9. Laveur des gaz (403AAD07)

Le laveur des gaz à flux transversal horizontal (403AAD07) est conçu pour éliminer le fluorure et les particules dans les vapeurs découlant des différents éléments de l'équipement. Les amortisseurs et/ou les portes antichocs dans les différentes conduites servent à équilibrer manuellement les flux de vapeur pour obtenir une ventilation efficace.

L'agent de lavage utilisé est de l'eau de traitement acide pour les zones 1, 2 et 3 du laveur et de l'eau non traitée pour la zone finale 4 (dévisiculeur). Le débit total d'eau vers le laveur sera configuré en contrôlant manuellement la pression d'eau au niveau de chaque collecteur, comme indiqué sur les indicateurs de pression locaux PI-281/282/283/284/303/305. Le flux d'appoint d'eau non traitée vers la phase de lavage finale (avant le dévisiculeur) est mesuré par le FI-304.

L'eau de lavage provenant du dévisiculeur est collectée dans le puisard d'eau douce (403AAR05). En général, l'eau est envoyée vers le puisard d'eau douce dont le niveau est contrôlé par le LIC-309 à travers les vannes LV-309-A/B. Ces vannes maintiennent le débit provenant de la conduite d'eau de refroidissement d'appoint (LV-309-A) ou de la conduite d'eau douce d'appoint (LV-309-B). En outre, le contrôle de niveau avec le LIC-309 est interverrouillé à un niveau élevé de sorte que l'eau douce vers le dévisiculeur soit contrôlée en fermant KV-313. Le puisard d'eau douce déborde vers le puisard d'eau contaminée (403AAR06). Le niveau est surveillé par le LIC-291 et contrôlé par le LV-291-A (conduite d'eau de traitement) et le LV-291-B (conduite d'eau non traitée). Le puisard de condensat contaminé déborde vers la pompe à eau de traitement (403AAR06). Le niveau est surveillé par le LIC-351. Lorsque les filtres sont lavés, l'eau d'appoint n'est pas requise. Les alarmes signalant des niveaux de puisard faibles et élevés avertiront l'opérateur des dysfonctionnements.

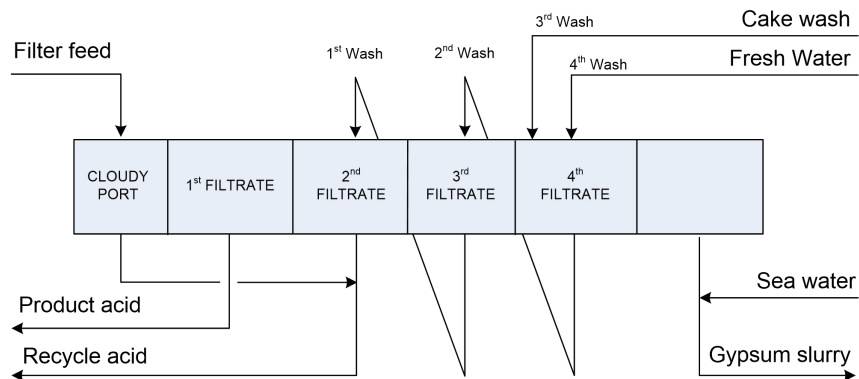
Le laveur des gaz est fourni avec un indicateur/enregistreur de pression différentielle globale PDI-286. Les pressions de gaz d'entrée et de sortie sont indiquées au niveau local par le PI-285

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 85 sur 209

et le PI-306, respectivement. Les prises de pression (PO) situés avant et après chaque lit tassé permettront à l'opérateur d'indiquer quel lit entraîne la forte chute de pression et doit être nettoyé. Le laveur est conçu pour fonctionner avec une plage de chute de pression comprise entre -150 mm de H₂O (propre) et -400 mm de H₂O (sale).

Le ventilateur d'extraction du laveur (403AAC03) est doté d'alarmes à vibration VI-324-A/B (moteur vibrant du palier de butée et du palier radial), VI-323-A/B (ventilateur des roulements internes) et VI-331-A/B (ventilateur des roulements externes), qui signalent à l'opérateur les déséquilibres du ventilateur.

5.2.10. Contrôle du système de filtration



Deux filtres à cellules basculantes profilés (403A A/BS02) servent à séparer la solution d'acide phosphorique des cristaux de gypse formés dans le système de réaction. La vitesse d'entraînement est comprise entre 2 et 12 minutes par tour de rotation. Le taux de filtration dépend des éléments suivants :

- le débit de pulpe vers le filtre
- les caractéristiques de la pulpe de gypse (taille des particules, viscosité de l'acide)
- l'épaisseur du gâteau
- le vide

L'épaisseur de gâteau optimale sera déterminée pendant le fonctionnement – généralement entre 40 et 60 mm. La vitesse du filtre est ajustée pour contrôler l'épaisseur du gâteau. En général, il devrait y avoir une cellule sèche entre les lavages.

Après la section de port trouble, l'acide produit est éliminé du filtre. Le gâteau de gypse est ensuite lavé quatre (4) fois à contre-courant. L'acide trouble et le 2^{ème} filtrat sont renvoyés vers le réacteur pour contrôler les solides et le P₂O₅.

Le filtre est utilisé pour obtenir une perte maximale souhaitée soluble dans l'eau dans le gâteau. Les contrôles disponibles sont les suivants :

- le débit d'alimentation du filtre
- le 4^{ème} lavage

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 86 sur 209

- l'épaisseur du gâteau (contrôlée par la vitesse du filtre)
- le vide

Le vide appliqué correspond généralement au maximum pouvant être obtenu. Si les pertes de gâteau souhaitées ne peuvent pas être obtenues en réalisant de petits ajustements de lavage du gâteau ou de vitesse du filtre, le taux d'alimentation du filtre et, en fin de compte, le débit d'alimentation de roche vers la réaction doit être réduit.

5.2.11. Alimentation du filtre

Comme indiqué précédemment, le débit d'alimentation du filtre est ajusté pour maintenir le niveau dans le réacteur.

Il y a deux pompes d'alimentation du filtre (403A A/BP02) dont la tuyauterie est configurée de sorte qu'il y ait une pompe et une conduite d'alimentation pour chacun des deux filtres. Elles servent à alimenter le réacteur en pulpe à partir du compartiment d'alimentation du filtre du réservoir de maturation vers chaque boîte d'alimentation de pulpe du filtre à cellule. Le débit d'alimentation du filtre est mesuré et contrôlé par le FIC-167 (filtre A) et le FIC-171 (filtre B), qui ajustent la vitesse des pompes d'alimentation du filtre. Les pompes d'alimentation du filtre seront automatiquement déclenchées lorsque : 1) le FIC-167 et le FIC-171 sont inférieurs aux exigences minimales en matière de point consigne et 2) le niveau du compartiment d'alimentation du filtre du réservoir de maturation est faible. Le niveau du compartiment d'alimentation du filtre est surveillé par le LI-163.

5.2.12. Port trouble et acide produit

La pulpe du réacteur entre initialement en contact avec le filtre au niveau d'une petite section appelée port trouble. Dans cette section, la première quantité d'acide traversant le tissu du filtre contiendra de petites quantités de solides jusqu'à ce que le tissu soit complètement recouvert de gypse. L'acide et les solides sont séparés dans le port trouble de la vanne centrale et l'acide est envoyé vers l'aspiration de la pompe à acide de retour (403A A/BP18).

Après le port trouble, le gâteau continue à vidanger dans la 1^{ère} section de filtrat. L'acide collecté contient au minimum 27,4 % d'acide produit et alimente sous l'effet de la gravité les pompes à acide produit. Une partie de l'acide produit est recyclée vers le réacteur via les boucles de contrôle du débit FIC/FV-732/832. La densité est mesurée par le DI-731/831 sur un faible courant de dérive sur cette conduite de recyclage. L'acide produit restant est pompé vers la zone de clarification à 28 % et est mesuré par le FI-724/824.

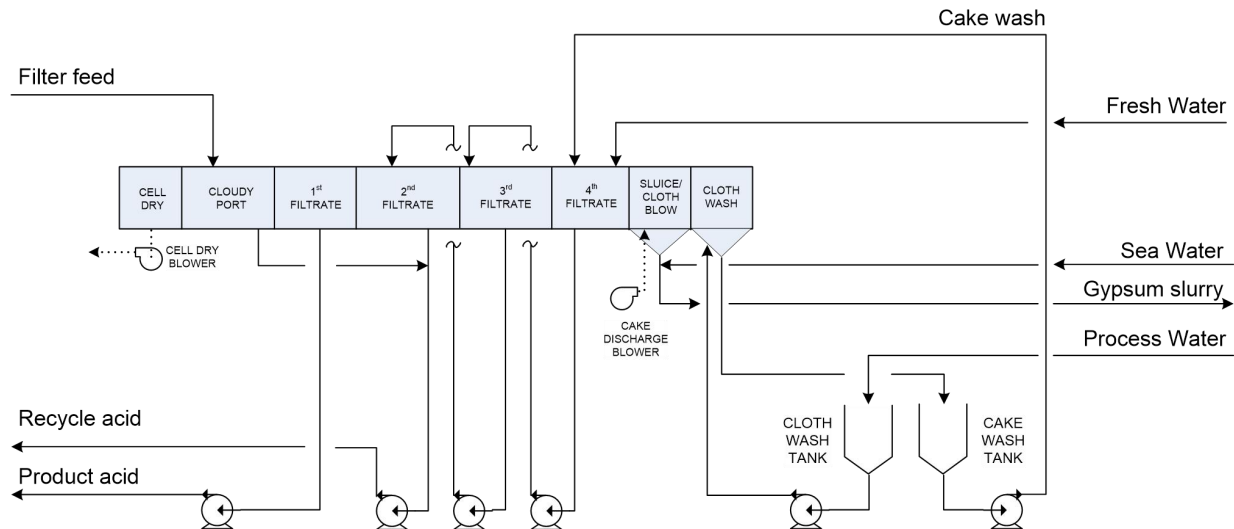
5.2.13. Eau de lavage du gâteau de filtre

L'eau de lavage du gâteau de filtre est la principale variable permettant de contrôler le pourcentage de P_2O_5 dans l'acide produit du filtre. Pendant les opérations normales, le débit total d'eau de lavage du gâteau est constant pour un taux de production de P_2O_5 spécifique.

Le lavage de gâteau inclut normalement du condensat de traitement chaud à partir du système du pré-condensateur, pompé à partir du réservoir d'étanchéité du pré-condensateur du refroidisseur (403AAR02) vers le réservoir de lavage de tissu (403A A/BR22) où il déborde vers

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 87 sur 209

le réservoir de lavage de gâteau (403A A/BR21). Le condensat de traitement et/ou l'eau d'appoint non traitée sont contrôlés vers le réservoir de lavage de tissu par le LIC-761 (filtre A) et le LIC-861 (filtre B). Les alarmes de niveau faible et élevé dans le DCS avertiront l'opérateur des dysfonctionnements.



Le débit d'eau de lavage du gâteau vers les filtres A et B est contrôlé par les boucles de contrôle de débit FIC-770/870 qui ajustent la vitesse des pompes de lavage de gâteau (403A A/BP21). Si la quantité d'eau de lavage est inférieure à la normale pendant une période prolongée, le % de P_2O_5 dans l'acide produit augmentera. En revanche, si le débit d'eau de lavage du gâteau est supérieur, la concentration d'acide produit du filtre diminuera. Une diminution de la récupération due à un lavage insuffisant ne peut pas être compensée par la suite en augmentant la récupération due à un lavage excessif. Par conséquent, le ratio du débit d'eau de lavage du gâteau par rapport au taux d'alimentation du filtre ne doit pas beaucoup varier. Les facteurs importants qui affecteront ce ratio sont :

- la forte concentration de l'acide produit
- l'humidité finale du gâteau dans le filtre
- l'efficacité du lavage

Toute l'eau de lavage du gâteau qui traverse le gâteau du filtre est recyclée avec l'acide de retour vers le réacteur. Le volume relativement important du réacteur crée un temps de réponse différé, ce qui signifie qu'il faut plusieurs heures pour modifier la concentration de l'acide produit dans le filtre. L'humidité du gâteau final doit être constante tant qu'un gâteau sec est refoulé. L'efficacité du lavage varie en fonction du type de cristaux ; mais, dans des conditions stables, elle est relativement constante. Comme indiqué ci-dessus, l'efficacité de lavage sera considérablement affectée par des rapports incorrects entre l'eau de lavage du gâteau et l'alimentation du filtre.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 88 sur 209

5.2.13.1. 1^{er} lavage

Le 1^{er} lavage a lieu une fois que le gâteau a pivoté dans la 2^{ème} section de filtrat avec de l'acide peu concentré provenant de la pompe à filtrat n°3 (403AA/BP19). Le liquide collecté de la 2^{ème} section de filtrat est renvoyé vers le réacteur par les pompes à acide de retour. Comme indiqué ci-dessus, l'acide de retour inclut également le filtrat du port trouble et une certaine quantité d'acide produit (filtrat de 1^{er} étage).

5.2.13.2. 2^{ème} lavage

Le 2^{ème} lavage a lieu une fois que le gâteau a pivoté dans la 3^{ème} section de filtrat avec de l'acide très peu concentré provenant de la pompe à filtrat n°4 (403A A/BP20). Si le filtre est surchargé, une partie du 2^{ème} lavage peut être contournée vers le 1^{er} lavage à l'aide des vannes manuelles.

5.2.13.3. 3^{ème} lavage (lavage du gâteau)

Le 3^{ème} lavage a lieu une fois que le gâteau a pivoté dans la 4^{ème} section de filtrat avec de l'eau provenant de la pompe de lavage de gâteau. Comme indiqué ci-dessus, la quantité de lavage du gâteau dépend de la concentration d'acide produit requis. Pour cette usine, l'eau de lavage requise correspond environ à 0,4 m³ d'eau de lavage par m³ d'alimentation du filtre.

5.2.13.4. 4^{ème} lavage (lavage de déplacement de l'humidité)

Le 4^{ème} et dernier lavage a lieu juste après le lavage du gâteau dans la 4^{ème} section du filtrat avec l'eau de traitement acide provenant des pompes de lavage à l'eau douce. Ce dernier lavage a pour but de déplacer la quantité d'eau dans le gâteau avant que le gâteau ne soit refoulé dans la trémie de gypse. Ce lavage donne une dernière fois la possibilité de récupérer le P₂O₅ soluble présent dans l'humidité du gâteau avant de le rejeter dans la mer. Un contrôle visuel de l'humidité du gâteau permettra de déterminer la quantité d'eau ajoutée au 4^{ème} lavage. Le débit d'eau est contrôlé par le FIC/FV-714. Des alarmes de débits bas et élevé sont mises en place pour signaler si le débit ne correspond pas aux limites autorisées.

5.2.14. Emplacements du bassin de distribution du filtre

Pour que le lavage à contre-courant reste efficace, il ne faut pas mélanger les différents liquides de lavage. Pour cela, voici les positions recommandées de la vanne centrale :

Port trouble	13°
1 ^{er} filtrat (produit)	47°
2 ^{ème} filtrat (acide recyclé)	91°
3 ^{ème} filtrat	56°
4 ^{ème} filtrat (avec séchage du gâteau)	95°
Lavage de tissu/Écluse	58°

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 89 sur 209

L'alimentation de pulpe et les boîtes de lavage précèdent ces positions. Cela laisse le temps au filtrat de traverser le gâteau pour atteindre la vanne centrale. Le positionnement des sections de la vanne centrale et les positions de la boîte de lavage sont généralement modifiés uniquement en cas de modification du type de roche affectant la filtrabilité du gypse ou la capacité de l'usine. Un profil du filtrat doit être établi pour optimiser les positions.

5.2.15. Contrôles de débit du filtrat

Le débit d'acide de retour vers les tés de mélange du réacteur est contrôlé par le FIC-732 et le FIC-832 qui ajustent la vanne de recyclage de l'acide produit vers la conduite de retour. Le débit d'acide de retour est configuré pour contrôler le pourcentage de solides dans la pulpe du réacteur.

Des instruments mesurent la densité du produit et du filtrat n°4 pour indiquer à l'opérateur l'efficacité de filtration et de lavage et les bilans matières adéquats autour du filtre.

La densité du filtrat n°4 est mesurée par le DI-742 et le DI-842 et le débit contrôlé vers le filtrat n°3 par les vannes manuelles. Une densité élevée du filtrat n°4 indique des pertes élevées solubles dans l'eau au niveau du filtre.

5.2.16. Épaisseur du gâteau

L'épaisseur optimale du gâteau sera établie par expérience ; toutefois, l'épaisseur normale sera d'environ 40 à 60 mm. L'épaisseur du gâteau doit être vérifiée de temps à autre et la vitesse du filtre ajustée, au besoin, par les régulateurs de vitesse du filtre SIC-704 et SIC-804, situés au niveau du filtre. Si le filtre est inondé, la vitesse du filtre doit être augmentée afin de réduire l'épaisseur du gâteau et d'augmenter le taux de filtration.

Si des surfaces importantes du gâteau sèchent pendant les lavages, il sera impossible de maintenir le vide. En outre, les cellules du filtre et les conduites de filtrat s'entartrent en raison de l'aspiration de l'air à travers le gâteau et du refroidissement des filtrats. Dans ce cas, la vitesse du filtre doit être réduite.

5.2.17. Aspiration du filtre

L'aspiration du filtre est produite par deux pompes à vide à anneau liquide à un étage (403A A/BC06), précédées de deux laveurs de filtre (403A A/BD10). L'aspiration optimale sera déterminée par l'expérience. En théorie, l'aspiration optimale correspond généralement à l'aspiration maximale avec laquelle le filtre peut fonctionner sans fissurer le gâteau. Toutefois, elle ne devrait jamais être supérieure à l'aspiration utilisée dans le Flash Cooler afin d'éviter de dégager des gaz dans le port trouble et dans les sections de filtrat n°1.

L'aspiration au niveau des filtres est mesurée et contrôlée par les indicateurs/régulateurs de pression PIC-783 et PIC-883 situés entre chaque laveur de filtre et les pompes à vide du filtre, qui régulent l'air de prélèvement dans les pompes à vide.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 90 sur 209

Le condensat de traitement provenant du collecteur de distribution de l'usine sert de support de condensation dans les laveurs du filtre. Le débit vers ces utilisateurs est contrôlé par le FIC/FV-781 et le FIC/FV-881.

Le débit de condensat de traitement vers les pompes à vide est contrôlé par le FI-785 et le FI-885. Les alarmes de débit très faible FALL-785 et FALL-885 arrêtent les pompes à vide si le débit du condensat de traitement est inférieur à une limite établie.

5.2.18. Séchage et refoulement du gâteau

Une fois le 3^{ème} lavage évacué de la cellule, vous devez laisser sécher le gâteau.

Ensuite, la cellule se retourne et le gâteau est éliminé du tissu du filtre par l'air provenant du souffleur de décharge de gâteau (403AA/BC05). Le gâteau ne sera pas refoulé proprement s'il n'est pas assez sec.

Le gypse est évacué le long de la trémie de gypse avec de l'eau de mer. Le débit d'eau de mer est mesuré par le FI-703 et le FI-803. Il est important de ne pas laisser l'eau de mer pénétrer dans le processus et le contaminer.

La pulpe de gypse est refoulée sous l'effet de la gravité de chaque filtre à cellules dans une conduite souterraine de renvoi de gypse où elle est rincée à l'eau de mer.

5.2.19. Lavage des toiles du filtre et séchage des cellules

Le réservoir de lavage des toiles (403A A/BR22) déborde dans le réservoir de lavage de gâteau (403A A/BR21) dans chaque système de filtration et reçoit de l'eau chaude de la pompe d'alimentation du pré-condensateur (403A A/KP04), mesurée et contrôlée par le LIC-761 et le LIC-861. Les soupapes de contrôle LV-761A et LV-861A peuvent ajouter de l'eau non traitée et les soupapes de contrôle LV-761B et LV-861B peuvent ajouter du condensat de traitement.

Les cellules du filtre et les toiles sont lavés avec de l'eau provenant de la pompe de lavage de tissu (403A A/BP22). Les débits de lavage des toiles sont mesurés par le FI-701 et le FI-801. L'eau s'écoulant des trémies de lavage des toiles retourne dans le réservoir de lavage de gâteau.

Enfin, la cellule revient en position normale et est drainée sous l'effet de l'aspiration du ventilateur de séchage (403AA/BC04).

5.2.20. Puisard à acide du réacteur/filtre (403AAR04)

Ce puisard récupère le drainage du réacteur et des zones de filtration. La pompe de puisard d'acide du réacteur/filtre (403AAP15) est bloquée au niveau bas dans le puisard, LALL-091 pour arrêter la pompe.

5.2.21. Tableaux de contrôle

% de production normale	50	60	70	80	90	100	110	120
-------------------------	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

Taux de réaction/production de filtration – t/j de P ₂ O ₅	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800
Taux d'alimentation de roche sèche – t/h	106	127	148	170	191	212	233	254
Taux d'alimentation de pulpe de Phosphate – m ³ /h	131	157	183	210	236	262	288	314
Taux d'alimentation d'acide sulfurique – m ³ /h	55	66	77	88	99	110	121	132
Condensat de traitement du condensateur de refroidisseur – m ³ /h	1122	1346	1570	1794	2019	2243	2467	2692
Flux de chaque filtre								
Débit d'alimentation du filtre – m ³ /h	162	194	227	259	292	324	356	389
Débit d'acide produit du filtre – m ³ /h	45	54	63	72	81	90	99	108
Flux d'acide de retour – m ³ /h	114	137	160	182	205	228	251	274
Flux d'eau de lavage de gâteau – m ³ /h	46	55	64	74	83	92	101	110

Note :

Ce tableau est fondé sur un état opérationnel stable dans des conditions normales pour le phosphate K-09 et une production nette du filtre de 1 500 t/j de P₂O₅ (acide produit à 28 % de P₂O₅, 65 % de solides dans la pulpe de Phosphate et 33 % de solides dans l'alimentation du filtre). Toute modification de la concentration et de la qualité de la pulpe recyclée, des matières premières et des produits, des gravités spécifiques, de la température et des autres paramètres de fonctionnement entraînera des modifications des valeurs indiquées.

5.2.22. Contrôles de routine

Toutes les ½ heures

- Inspectez visuellement le filtre
- Qualité de refoulement du gypse
- Aspect du gâteau
- Répartition et débit du lavage
- Répartition de la pulpe
- Pulvérisateurs de lavage des toiles et de la trémie
- État des toiles
- Débit d'eau de barrage de la pompe à vide

Toutes les heures

- Examinez les valeurs indiquées de tous les instruments du DCS
- Notez les résultats d'analyse sur la feuille de contrôle
- Ajustez le taux de production et les débits de contrôle selon les besoins
- Ajustez la vitesse du filtre au besoin
- Vérifiez l'ampérage de la pompe et de l'agitateur
- Vérifiez la chute de pression et les débits dans le laveur
- Inspectez visuellement le bon fonctionnement de tout l'équipement
- Vérifiez l'acide entraîné dans le circuit de vide et mesurez la densité*

Toutes les 2 heures

- Vérifiez le niveau dans le réservoir d'acide sulfurique (confirmez)

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 92 sur 209

Toutes les 4 heures

- Notez l'ampérage de toutes les pompes et agitateurs
- Vérifiez tous les instruments locaux

* Si la densité est anormale, comparez-la aux densités de lavage. Vérifiez la température dans les branches inférieures (vérifiez les blocages éventuels). Prélevez de l'eau de barrage de la pompe à vide – si elle est acide, vérifiez que les vaporisateurs du laveur de filtre fonctionnent correctement.

5.3. Démarrage normal

En situation de démarrage normal, le démarrage a lieu après un court arrêt de la production ou un cycle de lavage. Dans les deux cas, avant de démarrer la production réelle, on suppose que les agitateurs du réacteur et le système de lavage des gaz fonctionnent déjà. Des alimentations adéquates de roche et d'acide sulfurique doivent être disponibles. Les vannes de sectionnement des conduites d'acide sulfurique doivent être ouvertes. Pour savoir s'il faut démarrer d'abord l'alimentation de roche ou le débit d'acide sulfurique, consultez le dernier relevé de sulfate effectué pendant le temps d'arrêt.

Comme les systèmes de réaction et de filtration sont interconnectés, on suppose également que les procédures de démarrage normal seront réalisées en parallèle dans les deux cas.

Vérification de l'équipement

1. Arrêtez toutes les commandes de débit, de niveau et de température
2. Vérifiez le matériel de service ou les étiquettes de verrouillage du MCC
3. Vérifiez toutes les zones et assurez-vous que le fonctionnement mécanique n'est pas gêné
4. Réglez les interrupteurs de sécurité de tout l'équipement en mode automatique
5. Vérifiez que l'air de l'instrument, l'air de l'usine, l'eau recyclée, l'eau de traitement, la vapeur à basse pression et l'eau de barrage sont disponibles au niveau des vannes de sectionnement
6. Vérifiez que les instruments de contrôle des vibrations sont opérationnels
7. Vérifiez que les instruments de contrôle de la température des roulements sont opérationnels

5.3.1. Statut d'usine

Cette procédure de démarrage normal suppose de suivre une procédure d'arrêt normal avec le statut d'équipement suivant dans l'usine :

- le système d'épaississement de pulpe de Phosphate est prêt
- le réservoir de pulpe de Phosphate est au moins plein à 50 %
- le réacteur est rempli de pulpe et tous les agitateurs fonctionnent
- le laveur des gaz fonctionne (ventilateur et pulvérisateurs)

Avant le démarrage, vérifiez le niveau dans le compartiment d'alimentation du filtre. S'il est normal (presque plein), démarrez la section de filtration en premier.

5.3.2. Démarrage de la section de réaction

Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système.	Vérifiez le niveau et la densité dans le réservoir de pulpe de Phosphate (il devrait comprendre 64 à 68 % de solides). Vérifiez le niveau et la concentration de sulfate dans le réacteur.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées
3	Démarrez le condensat de traitement vers le refroidisseur du condensateur	Réglez sur le débit nominal et mettez en mode automatique
4	Démarrez le condensat de traitement vers la pompe à vide de refroidisseur	Vérifiez que le débit est raisonnable
5	Démarrez la pompe à vide du refroidisseur	Réglez le régulateur de vide en mode manuel et fermez la vanne de purge d'air. Lorsque le vide approche de la valeur nominale (275 mm Hg abs), mettez le contrôleur de pression en mode automatique.
6	Démarrez une pompe de circulation du refroidisseur	Démarrez d'abord le débit d'eau de barrage
7	Démarrez la pompe d'alimentation du réacteur	L'eau d'étanchéité de la pompe doit d'abord s'écouler Ouvrez la soupape d'aspiration et démarrez au débit minimal Réglez la roche à 50 % du débit nominal et mettez en mode automatique Vérifiez que l'indicateur de densité de la pompe et les débitmètres fonctionnent correctement.
8	Démarrez le débit d'acide sulfurique.	Réglez l'acide sulfurique à 98 % sur un taux nominal de 50 %. Au départ, tout l'acide est envoyé dans le compartiment n°3. Le débit d'acide sulfurique correspondra au ratio contrôlé vers la roche au DCS.
9	Démarrez le système du pré-condensateur	Démarrez le débit d'eau de recyclage vers le pré-condensateur À mesure que le niveau devient normal, mettez le régulateur de niveau en mode automatique et démarrez la pompe du pré-condensateur
10	Démarrez la pompe d'agent antimousse.	Ajustez la vitesse de la pompe d'agent antimousse pour contrôler la mousse dans le réacteur.
11	Augmentez le taux à 100 %	Augmentez progressivement les débits de pulpe de Phosphate et d'acide. Lorsque la température commence à augmenter, démarrez la deuxième pompe à vide du refroidisseur
12	Démarrez la pompe d'alimentation du filtre et le filtre	L'eau d'étanchéité de la pompe doit d'abord s'écouler À mesure que le niveau augmente dans le réacteur, préparez le système du filtre au fonctionnement et démarrez la pompe d'alimentation du filtre Après le démarrage du filtre, ouvrez l'acide de retour vers les tés de mélange du réacteur
13	Vérifiez le niveau de sulfate	Une fois l'acide de retour mélangé à l'acide sulfurique, vérifiez les sulfates libres dans le réacteur et réglez le débit d'acide sulfurique selon les besoins.

5.3.3. Démarrage de la section de filtration

Normalement, un filtre est démarré à la fois. Cette procédure suppose que le système du réacteur, le système d'entraînement et de lubrification du filtre, la pompe à vide, les souffleurs et la pompe de lavage de tissu du filtre fonctionnent déjà. Assurez-vous que l'acide produit du filtre et les conduites d'acide recyclé ont retrouvé leur cheminement normal et ne sont pas orientés vers la fosse. Chaque filtre démarre environ au débit moyen et passe au débit maximal lorsque le système est équilibré.

Étape	Consignes	Remarques
1	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
2	Démarrez la pompe d'alimentation du filtre	Réglez le taux d'alimentation de pulpe sur un taux de 50 %. Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans les cellules. Note : l'aspiration n'augmentera pas tant que toutes les cellules sous vide ne seront pas pleines.
3	Démarrez la pompe de lavage de gâteau	Attendez qu'il y ait un vide (environ 210 mm Hg abs). Réglez le flux de lavage sur un taux de 50 %. Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution. La densité dans le filtrat n°4 initialisera l'augmentation.
4	Démarrez la pompe à filtrat n° 4	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution.
5	Démarrez la 4 ^{ème} pompe de lavage	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution.
6	Démarrez la pompe à filtrat n° 3	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule dans le bassin de distribution.
7	Démarrez la pompe à acide de retour.	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien et que le flux s'écoule vers le réacteur.
8	Démarrez la pompe à acide produit.	Assurez-vous que la pompe fonctionne bien. Au départ, l'ensemble du flux sera associé à l'acide retournant vers le réacteur. Lorsque le système est stabilisé et que la qualité du produit est bonne, l'acide produit peut être ouvert à un taux de 50 % vers les clarificateurs.
9	Augmentez la production.	Surveillez le niveau du réacteur et ajustez l'alimentation de pulpe et l'acide de retour selon les besoins. Lorsque le système est stable, vous pouvez mettre les commandes en mode automatique. L'autre filtre peut être mis en service à mesure que le niveau dans le compartiment d'alimentation du filtre augmente.
10	Optimisez les conditions	L'aspiration et la vitesse du filtre doivent être réglées pour correspondre aux conditions de filtration. Le vide doit être le plus bas possible, tout en atteignant le débit de filtration souhaité.

L'opération de réaction et de filtration doit être examinée fréquemment à mesure que les analyses des échantillons de pulpe et d'acide sont disponibles. Le débit d'acide sulfurique sera

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 95 sur 209

ajusté pour maintenir l'excédent de sulfate adéquat. Les modifications de l'acide sulfurique doivent être apportées progressivement et vous devez prendre le temps d'observer les effets. L'eau de lavage du gâteau sera ajustée pour obtenir un produit de filtre à 28,0 % de P_2O_5 . L'acide de retour sera ajusté pour maintenir un contrôle adéquat des solides dans le réacteur.

5.4. Arrêt normal et lavage

L'arrêt normal de la section de réaction ne sera pas fréquent et sera suivi de l'arrêt de la section de filtration. Toutefois, l'arrêt normal et le lavage de chaque filtre auront lieu environ une fois par semaine.

Pour un arrêt dû à un retournement complet du réacteur, il est recommandé de réduire progressivement le débit de l'installation, en arrêtant un filtre à la fois, puis d'arrêter le débit de roche et d'acide sulfurique vers le réacteur. Ces consignes sont valables à chaque fois que les sections de réaction et de filtration doivent être arrêtées simultanément (c.-à-d., lorsque les réservoirs d'alimentation de l'évaporateur sont pleins.)

Pour un arrêt et un lavage simples du filtre, il suffit de suivre les étapes 8 à 16

Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez l'inventaire du système	Décidez s'il faut arrêter d'abord l'alimentation de pulpe de Phosphate et d'acide sulfurique (niveau élevé) ou l'alimentation du filtre (niveau bas). Si le niveau est normal, arrêtez l'alimentation de pulpe de Phosphate, d'acide sulfurique et du filtre pratiquement en même temps.
2	Arrêtez l'alimentation de pulpe de Phosphate	Arrêtez les pompes d'alimentation du réacteur. Fermez la vanne à guillotine et ouvrez le robinet de vidange manuel au niveau de l'aspiration de la pompe.
3	Arrêtez l'alimentation d'acide sulfurique	Arrêtez la pompe d'alimentation d'acide sulfurique (au niveau de l'usine d'acide sulfurique) et fermez les vannes de sectionnement d'acide sulfurique au niveau du té de mélange.
4	Arrêtez l'agent antimousse	Arrêtez la pompe d'agent antimousse.
5	Arrêtez l'alimentation de pulpe à 28 % vers le réacteur	Contactez l'opérateur dans la zone de clarification à 28 % pour arrêter la pompe à pulpe ou commuter les vannes dans le bassin de distribution pour mettre la pompe en circulation.
6	Lavez les conduites de pulpe	Alignez les vannes manuelles pour utiliser le système d'eau chaude afin de faire couler l'eau de traitement provenant du chauffe-eau de lavage dans la conduite de pulpe du réacteur à travers le bassin de distribution à 28 % vers le réservoir d'eau de lavage. Note : le lavage de la conduite de pulpe ne peut pas avoir lieu pendant le lavage du filtre.
7	Arrêtez le système de Flash Cooler	Arrêtez les pompes de circulation de refroidisseur et fermez la vanne d'eau de barrage vers la pompe. Arrêtez la pompe à vide du refroidisseur et ouvrez la vanne de purge du régulateur de vide. Arrêtez l'alimentation de condensat de traitement vers le condensateur de refroidisseur et la pompe à vide
8	Réduisez le débit d'acide de retour	Minimisez le débit d'acide de retour et optimisez le débit d'acide produit vers le stockage en arrêtant le recyclage d'acide produit à l'aide de la boucle FV-732 (filtre A) ou FV-832 (filtre B).

Étape	Consignes	Remarques
9	Arrêtez l'alimentation du filtre	Arrêtez la pompe d'alimentation du filtre de la manière suivante (un filtre à la fois) Mettez le régulateur de débit d'alimentation du filtre en mode manuel, ralentissez la pompe jusqu'au débit d'environ 30 % et arrêtez la pompe.
10	Lavez le système d'alimentation du filtre	L'eau non traitée est raccordée directement à l'aspiration des pompes d'alimentation du filtre. Ouvrez la vanne de lavage au niveau de l'aspiration de la pompe d'alimentation du filtre. Au bout de 15 secondes environ, fermez les vannes d'aspiration de pulpe de la pompe. Redémarrez la pompe d'alimentation du filtre et faites-la fonctionner pendant une courte période (par ex. 30 minutes) à une vitesse suffisamment lente pour éviter la cavitation et rincer le filtre à l'eau. Pendant que l'eau s'écoule dans les conduites d'alimentation du filtre et les cellules du filtre, contactez l'opérateur dans la zone de clarification pour qu'il fasse passer le débit d'acide produit à partir du clarificateur à 28 % vers le réservoir d'eau de lavage (dans le bassin de distribution de clarification à 28 %). Pour cela, il faut attendre que la gravité spécifique du liquide de rinçage soit inférieure à 1,07.
11	Démarrez le lavage du filtre	Alignez les vannes manuelles et automatiques pour laver le filtre : arrêtez le débit d'eau d'appoint vers le pré-condensateur du refroidisseur, ouvrez le débit d'eau de traitement à 110 m³/h via le chauffe-eau de lavage vers le réservoir de lavage de gâteau. Activez la vapeur pour que le chauffage fonctionne à 80°C environ. Continuez à activer le lavage du gâteau et les pompes de filtrat pour faire circuler l'eau chaude dans le filtre.
12	Lavez la conduite d'acide de retour	Alignez les vannes sur la conduite d'acide de retour pour qu'il s'écoule vers l'aspiration de la pompe d'alimentation du filtre. Fermez les vannes alimentant le té de mélange. Si elle ne fonctionne pas encore, démarrez la pompe d'alimentation du filtre. La configuration de lavage du filtre doit continuer pendant 3 heures de la manière suivante : eau de traitement d'appoint dans le chauffe-eau de lavage vers le réservoir de lavage de gâteau pompe de lavage de gâteau à travers le filtre vers la pompe de filtrat n°4 à travers le filtre vers la pompe de filtrat n°3 à travers le filtre vers la pompe à acide de retour. Pompe à acide de retour vers l'aspiration de la pompe d'alimentation du filtre à travers le filtre vers la pompe à acide produit Pompe à acide produit vers le bassin de distribution à 28 % vers le réservoir d'eau de lavage. Surveillez le niveau du réservoir d'eau de lavage à mesure qu'il se remplit.
13	Configurez le lavage du filtre en recyclage complet	Une fois le lavage de filtre initial de 3 heures terminé, fermez la vanne automatique (HV-001) allant vers le bassin de distribution de clarification à 28 % et ouvrez la vanne automatique (HV-002) vers le réservoir de lavage de gâteau pour faire circuler l'effluent de lavage au lieu qu'il aille dans le réservoir d'eau de lavage. La configuration de lavage suivante doit continuer pendant 5 heures : pompe de lavage de gâteau à travers le filtre vers la pompe de filtrat n°4 à travers le filtre vers la pompe de filtrat n°3 à travers le filtre vers la pompe à acide de retour. Pompe à acide de retour vers l'aspiration de la pompe d'alimentation du filtre à travers le filtre vers la pompe à acide produit

Étape	Consignes	Remarques
		La pompe à acide produit recycle l'effluent de lavage vers le chauffe-eau de lavage et le réservoir de lavage de gâteau via la boucle dans le bassin de clarification à 28 %.
14	Arrêtez le système sous vide du filtre	Le vide n'est pas essentiel pendant le lavage du filtre et vous pouvez arrêter la pompe pour réaliser des activités de maintenance. Arrêtez la pompe à vide du filtre. Arrêtez le débit d'eau de mer vers le condensateur du filtre et la pompe à vide.
15	Arrêtez le filtre et les auxiliaires	Une fois le lavage terminé, laissez le filtre effectuer quelques rotations supplémentaires pour drainer l'excédent d'eau, puis arrêtez la rotation. Pendant que les compartiments de filtrat sont pompés, arrêtez les pompes de filtrat dans l'ordre inverse ; n°4, n°3, acide de retour et acide produit. Arrêtez le séchage des cellules et les souffleurs de décharge de gâteau.
16	Surveillez l'inventaire du système pendant l'arrêt.	Surveillez le réacteur et les niveaux du réservoir. Assurez-vous que le flux ne fuit pas dans l'une des cuves.

5.5. Arrêt d'urgence

Un arrêt d'urgence peut devenir nécessaire en cas de rupture de réservoir, de perte imprévue d'air ou de pression d'eau dans l'instrument, ou de perte d'équipement critique ne pouvant être remplacé. L'usine est conçue de manière sûre pour éviter au maximum les problèmes et les déversements.

Toutes les soupapes de contrôle sont configurées pour s'ouvrir ou se fermer dans la position la plus sûre lors de la perte d'air dans l'instrument. En ayant cela à l'esprit dans une situation d'urgence, l'opérateur doit décider si un arrêt est nécessaire. Le cas échéant, il doit décider quelles zones de l'usine doivent être arrêtées et dans quel ordre. Après quelques arrêts de routine, l'arrêt d'urgence ne devrait pas poser de problème.

Étant donné que les causes potentielles d'initiation d'un arrêt d'urgence sont nombreuses, il n'est pas pratique de fournir des procédures d'arrêt progressives qui s'adapteraient à toutes les situations d'urgence. Par conséquent, ce manuel ne présente que certaines directives générales pour gérer un arrêt d'urgence. Certaines directives d'arrêt d'urgence incluent :

1. Arrêtez d'abord l'équipement concerné par le cas d'urgence. Utilisez le bouton-poussoir ou le DCS, celui le plus proche, pour arrêter l'équipement.
2. À partir de là, essayez de suivre les procédures d'arrêt d'urgence dans la mesure du possible
3. Arrêtez les alimentations de matière première (pulpe de Phosphate, acide sulfurique, agent antimousse, alimentation du filtre et lavage du gâteau)

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 98 sur 209

4. Au besoin, arrêtez l'équipement critique du réacteur (pompe à vide, pompes de circulation du refroidisseur)
5. Au besoin, arrêtez l'équipement de filtration critique (rotation du filtre, pompe à vide, pompes de filtrat et de lavage)
6. Si possible, laissez fonctionner le laveur des gaz pour fournir une ventilation
7. Surveillez les déversements vers le puisard d'acide du réacteur/du filtre. Configurez les vannes de refoulement de la pompe pour qu'elles s'écoulent vers le réservoir de lavage ou vers le réacteur (en fonction de la nature des déversements).

La première étape lors du démarrage après un arrêt d'urgence est un diagnostic visant à déterminer quel événement a initié l'arrêt d'urgence et quels dommages accidentels, le cas échéant, ont pu se produire en raison de l'arrêt. Le démarrage après un arrêt d'urgence pourrait consister simplement à réinitialiser quelques contrôleurs, à ouvrir une ou deux vannes et/ou à démarrer une ou deux pompes. En revanche, le démarrage pourrait impliquer un lavage et des réparations de maintenance éventuelles de l'équipement affecté.

Concernant un arrêt pour lequel la cause est évidente et facilement corrigée en suivant les procédures normales, le démarrage devrait correspondre aux compétences de l'opérateur. Ces arrêts peuvent être dus à un interverrouillage automatique, à la position de sécurité d'un instrument ou à une perte temporaire d'alimentation ou d'utilités.

Lorsque des dommages mécaniques sont évidents, l'opérateur devrait différer le démarrage jusqu'à ce que ces dommages aient été réparés. Les dommages causés à l'équipement, les ruptures de conduites ou le grillage du moteur de la pompe sont des exemples de situations impliquant de différer le démarrage pouvant nécessiter le drainage et le lavage du système avant le redémarrage.

5.6. Dépannage

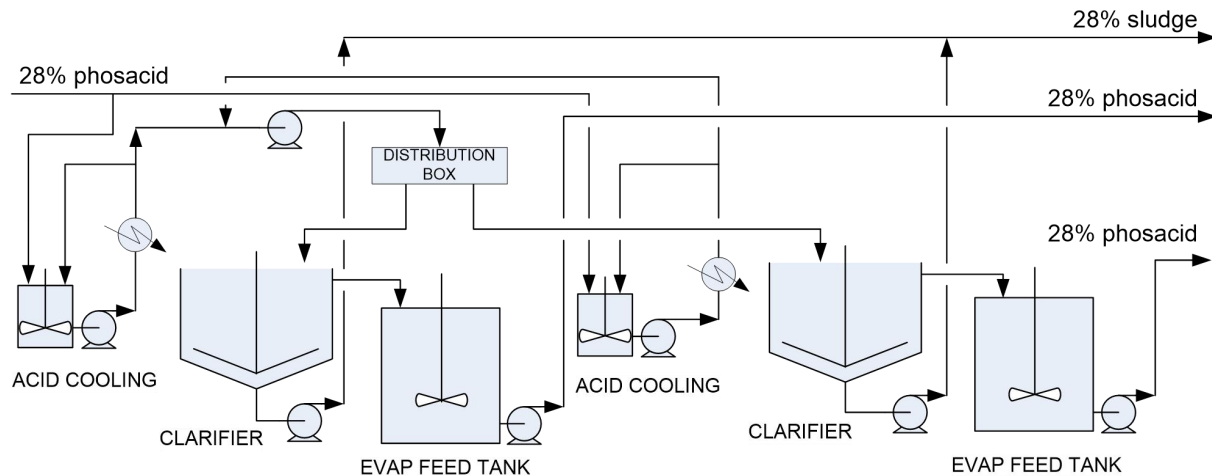
Problème	Cause possible	Mesure
Température élevée/basse dans le réservoir d'attaque	Le vide dans le refroidisseur éclair est trop élevé/bas.	Ajustez le vide avec l'air de prélèvement Vérifiez la concentration de l'acide produit
Dilution dans le réacteur, perte/fluctuation sous vide, débordement du réservoir d'étanchéité dans le pré-condensateur.	Inondation dans le pré-condensateur et/ou le condensateur due à une obstruction partielle ou totale dans la branche d'étanchéité du pré-condensateur et du condensateur.	Arrêtez et débouchez les conduites.
H ₂ SO ₄ libre élevé/bas dans le réservoir d'attaque	Modification des exigences d'acide (c.-à-d. modification de la concentration pulpe de Phosphate ou de la teneur en BPL).	Diminuez/augmentez le débit d'acide sulfurique Vérifiez la température basse du réacteur, le % de P ₂ O ₅ élevé dans le in filtrat et le % d'acide libre trop élevé
	La roche ne réagit pas (revêtue).	Arrêtez les alimentations si vous suspectez un revêtement
Teneur	Modification du % solides ou de BPL dans la pulpe de Phosphate.	Ajustez le débit d'eau vers la pulpe de Phosphate

Problème	Cause possible	Mesure
élevée/basse en solides ou en H_2SO_5 dans le réservoir d'attaque	Le produit reste dans le gâteau et circule vers la section de filtrat n°2.	Ajustez le filtre. Réduisez les taux au besoin
	Lavage excessif vers le filtre.	Réduisez l'eau de lavage vers le filtre
Mauvaise filtration	Taux de production trop élevé.	Réduisez le taux d'alimentation ou augmentez la vitesse du filtre
	Taux de sulfate libre trop bas – des cristaux aciculaires longs et fins peuvent se former	Ajustez le fonctionnement du réservoir d'attaque
	Taux de P_2O_5 trop élevé – du semi-hydrate peut être formé avec très mauvaise filtration	Ajustez le fonctionnement du réservoir d'attaque
	Température trop élevée – du semi-hydrate peut être formé avec très mauvaise filtration	Ajustez le fonctionnement du réservoir d'attaque
	Taux de solides trop élevé – pulpe visqueuse	Ajustez le fonctionnement du réservoir d'attaque
	Vide insuffisant.	Inspectez la pompe à vide et le condensateur afin de vous assurer qu'ils fonctionnent bien et qu'il n'y a pas de fuites d'air. Fermez la purge d'air.
	Tissus du filtre sales.	Nettoyez le filtre, inspectez les tissus et les vaporisateurs et remplacez le tissu du filtre
	Lavage insuffisant.	Vérifiez les flux de lavage et les boîtes de lavage
Acide n°1 dans la section de filtrat n°2	Les conduites sont bouchées ou entartrées ou les pompes à filtrat et/ou les garnitures sont usées.	Lavez le filtre, remplacez les pompes à filtrat et/ou les garnitures
Taux de solides élevé dans le filtrat n°1	Le tissu du filtre est troué.	Réparez le trou ou remplacez le tissu. Les tissus de filtre doivent généralement être changés tous les 2 à 4 mois.
Gâteau du filtre trop épais/fin	La vitesse du filtre n'est pas correcte.	Ajustez la vitesse du filtre
	% de solides trop élevé/bas.	Ajustez le taux de recyclage vers le réacteur
Pertes de P_2O_5 élevées dans le gypse	Taux élevé de P_2O_5 non réactif dans la roche.	Vérifiez la pulpe de Phosphate. Ajoutez plus de H_2SO_4 vers le C3 et moins vers le C2. Diminuez le % de SO_4 libre dans le réservoir d'attaque.
	Taux élevé de P_2O_5 co-cristallisé	Augmentez le % de solides dans le réacteur. Augmentez le % de SO_4 libre dans le réservoir d'attaque.
	Taux élevé de P_2O_5 soluble dans l'eau .	Mauvaise filtration (voir la liste ci-dessus)

Pour dépanner les pompes et les ventilateurs, consultez les directives jointes en Annexe.

6. Fonctionnement du processus : Clarification et stockage à 28 %

6.1. Présentation de la clarification et du stockage à 28 %



L'acide produit (28 % d'acide phosphorique) par les filtres contient des solides en suspension qui ont traversé le cycle de filtration doivent être éliminés avant de concentrer l'acide à 54 %.

Les solides en suspension sont principalement composés de sulfate de calcium. D'autres impuretés sont également présentes et proviennent généralement de l'eau de traitement, de l'acide sulfurique et des composants de la roche de phosphate. Les solides sont éliminés sous forme de flux concentré – « pulpe » . L'élimination de la pulpe consiste à d'abord à refroidir l'acide, ce qui permet aux impuretés de précipiter. La précipitation des impuretés a lieu dans des clarificateurs qui sont des réservoirs ouverts à fond conique, dans lesquels la pulpe est pompée.

La zone de clarification et de stockage à 28 % inclut tout l'équipement nécessaire pour éliminer le flux de pulpe de l'acide produit.

L'acide phosphorique peu concentré (28 % de P_2O_5) provenant des filtres est envoyé vers deux réservoirs d'alimentation de refroidissement d'acide. L'acide provenant de chaque réservoir d'alimentation de refroidissement d'acide est recyclé dans sa coquille correspondante et dans l'échangeur de chaleur à coquilles et tubes – refroidisseur d'acide. Les refroidisseurs d'acide font baisser la température de l'acide et contribuent à éliminer les solides dans le clarificateur. Une partie de chaque flux d'acide recyclé est envoyée vers les pompes de transfert d'acide refroidi puis vers le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. Ensuite, l'acide est acheminé vers les deux clarificateurs d'acide à 28 %.

Chaque clarificateur déborde dans un réservoir d'alimentation de l'évaporateur à partir duquel l'acide est transféré vers les trois évaporateurs et le DAP.

Le courant inférieur provenant des clarificateurs, la pulpe à 28 %, est renvoyé vers le bassin de distribution ou vers le réacteur. Il est important de renvoyer la pulpe à 28 % vers le réacteur, ce qui permettra de récupérer le P_2O_5 concentré.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 101 sur 209

L'équipement de protection individuel (EPI) requis pour la zone de clarification et de stockage à 28 % est le suivant :



6.2. Fonctionnement normal

Un système de refroidissement d'acide est fourni à chaque échelon de clarification. L'acide phosphorique peu concentré provenant du filtre A est envoyé au réservoir de refroidissement d'acide A (413AAR13) et l'acide provenant du filtre B est envoyé au réservoir de refroidissement d'acide B (413ABR13). Les conduites transversales permettent à l'acide provenant de chaque filtre d'atteindre chaque réservoir. L'indicateur de niveau des réservoirs est surveillé par le LIC-143 et le LIC-193 et contrôle les pompes de transfert d'acide refroidi. Les deux réservoirs sont dotés d'agitateurs (413AA/BA13).

Chaque réservoir de refroidissement d'acide est doté d'une pompe de réservoir de refroidissement d'acide spécifique (413AA/BP15). Chaque réservoir est également connecté à une pompe de rechange commune (413AKP15). Ces pompes envoient l'acide à partir des réservoirs vers les refroidisseurs d'acide à 28 % (413A A/BE01) où l'eau de refroidissement est utilisée pour réduire la température de l'acide. La température de l'acide sortant des échangeurs de chaleur est surveillée et contrôlée par le TIC-141 et le TIC-191. Ces boucles de régulation contrôlent le débit de l'eau de refroidissement vers les échangeurs de chaleur par les vannes TV-141 pour l'échelon A et TV-191 pour l'échelon B.

L'acide refroidi à partir des échangeurs de chaleur est connecté aux conduites d'aspiration des pompes de transfert d'acide refroidi (413AA/K/BP17). En fonction du niveau dans les réservoirs, l'acide refroidi est pompé vers le bassin de distribution du clarificateur à 28 %. La mesure du débit est indiquée sur les conduites de refoulement à partir de ces pompes par FE-005 et FE-006. L'acide refroidi qui n'est pas pompé vers le bassin de distribution est renvoyé vers les réservoirs de refroidissement d'acide. Les conduites transversales permettent à l'acide provenant de l'un des réservoirs d'utiliser l'un des deux échangeurs de chaleur. Des conductimètres AE-174 et AE-216 sont fournis sur les conduites de retour d'eau de refroidissement à partir des deux échangeurs de chaleur.

Le bassin de distribution du clarificateur à 28 % (413AAS01) envoie le débit d'acide vers les deux clarificateurs d'acide à 28 % (413A A/BR11). Le débit peut aussi être orienté vers le réservoir d'eau de lavage (413AAR02).

L'objectif du processus des clarificateurs est de maintenir la concentration de solides maximale dans le sous-écoulement sans causer de problèmes pour le pompage ou le fonctionnement du racleur. Le fait d'optimiser la concentration de solides minimisera la quantité de liquide renvoyée vers le réacteur. Même si une capacité excédentaire du filtre disponible peut ne pas poser de problème, un chargement de liquide supplémentaire peut entraîner des pertes accrues et d'une

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 102 sur 209

capacité limitée. La conception du processus s'appuie sur le fait de maintenir 20 % de solides (en poids) dans le flux. Une fois opérationnelle, la gamme optimale pour le pourcentage de solides devrait être déterminée en fonction de l'échantillonnage et de l'expérience de l'opérateur.

La pulpe provenant du fond des clarificateurs s'écoule vers les pompes à pulpe à 28 % (413A A/BP11). Le débit de pulpe est contrôlé par le FIC-026 et le FIC-066 qui contrôlent la vitesse des pompes. Des vannes manuelles sont utilisées pour recycler la pulpe vers le réacteur ou la renvoyer vers les clarificateurs via le bassin de distribution.

Chaque clarificateur est doté d'un racleur de clarificateur d'acide à 28 % (413AA/BA11). Les racleurs sont protégés par des alarmes de couple élevé, YAH-022 et YAH-062. Si le couple continue à augmenter au-delà de ce point, les interverrouillages I-217 et I-222 arrêteront les racleurs. Les interverrouillages actionneront également les mécanismes de levage et élèveront les racleurs.

L'acide clarifié déborde vers les réservoirs de l'évaporateur (413A A/BR12). Les alarmes de niveau élevé et bas, LAH/L-041-C et LAH/L-081-C, indiquent si les réservoirs seront bientôt pleins ou vides. Chaque réservoir est doté d'un agitateur (413AA/BA12). Les réservoirs débordent vers le puisard de clarification à 28 % (413AAR03). Les deux réservoirs se déversent dans une conduite commune reliée à l'aspiration des six pompes (413AA/B/C/KP12 et 413AA/BP14). Deux des pompes fournissent de l'acide à 28 % aux pompes d'alimentation du DAP et les quatre autres pompes alimentent les pompes d'alimentation de l'évaporateur. Les six pompes sont configurées de la manière suivante :

- La pompe d'alimentation d'acide DAP A et les évaporateurs J et L sont alimentés à partir du réservoir d'alimentation de l'évaporateur A
- La pompe d'alimentation d'acide DAP B, l'évaporateur J et le collecteur de répartition des refroidisseurs de condensat sont alimentés à partir du réservoir d'alimentation de l'évaporateur B
- Chacune des six pompes peut être alimentée par n'importe lequel des réservoirs d'alimentation de l'évaporateur
- Les trois pompes se déversent vers un évaporateur unique
- La pompe d'alimentation de l'évaporateur 413AKP12 commune se déverse dans le collecteur de répartition des refroidisseurs de condensat qui peut être orienté vers l'un des trois évaporateurs
- Le débit de chaque pompe est contrôlé par la vitesse de la pompe

Comme cette analyse peut être réalisée dans la salle de commande de l'usine avec une centrifugeuse de laboratoire, il est plus pratique de contrôler le débit sur la base des solides par volume plutôt que du pourcentage en poids de solides. Au besoin, une corrélation peut être développée entre le pourcentage en poids de solides et le pourcentage apparent de volume de solides. La relation variera en fonction de la concentration d'acide, de la viscosité, de la nature des solides et du temps et de la vitesse de la centrifugeuse. Consultez le Manuel analytique pour connaître la méthode d'analyse suggérée.

Le réservoir d'eau de lavage reçoit les débits d'entrée provenant de :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 103 sur 209

- le collecteur de condensat de traitement
- la pompe de puisard de clarification à 54 %
- la pompe de puisard du réacteur/filtre
- la pompe de vidange de l'évaporateur
- le bassin de distribution du clarificateur à 28 %
- les lavages de l'évaporateur
- le lavage du DAP
- les conduites de décharge à conductivité élevée
- l'élimination des déchets
- l'eau non traitée
- les pompes du laveur de FSA

Le réservoir d'eau de lavage (413AAR01) est doté d'un agitateur (413AAA02). Le niveau dans le réservoir est surveillé par le LIC-111 qui contrôle l'arrivée du condensat de traitement par le LV-111-A et l'arrivée de l'eau non traitée par le LV-111-B. Le débit d'entrée d'élimination des déchets est mesuré par le FE-136 et contrôlé par le FIC-136 et le FV-136. Les réservoirs débordent dans le puisard de clarification à 28 % (413AAR03).

Une pompe à eau de lavage principale (413AAP01) et une pompe de rechange installée (413AKP01) sont incluses. L'eau de lavage est pompée du réservoir vers les éléments suivants :

- l'eau de lavage du tissu
- le collecteur de répartition de l'eau non traitée
- le tuyau de sous-écoulement du clarificateur à 28 %
- la pompe de transfert de pulpe du réacteur
- le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur du refroidisseur
- le piège à acide, débit surveillé par le FE-133 et contrôlé par le FIC-133
- la pompe d'alimentation d'acide à 28 % DAP/les pompes d'alimentation de l'évaporateur, débit surveillé par le FE-129 et contrôlé par le FIC-129
- le collecteur de répartition d'acide à 54 %, débit surveillé par le FE-128 et contrôlé par le FIC-128
- la conduite de pulpe de gypse, débit surveillé par le FE-127 et contrôlé par le FIC-127
- le collecteur de répartition, débit surveillé par le FE-128 et contrôlé par le FIC-126

Le puisard de clarification à 28 % collecte l'eau de pluie dans la zone immédiate et le débordement des réservoirs d'alimentation d'évaporation, des réservoirs de refroidissement d'acide et du réservoir d'eau de lavage. Le niveau dans le puisard est surveillé et doté d'alarmes de niveau élevé et de niveau bas, LAH/L-124-C. Le contenu du puisard est pompé vers le bassin de distribution du clarificateur à 28 %.

La surveillance fréquente du puisard de clarification à 28 % et la vérification des positions des vannes de refoulement de la pompe de puisard de clarification à 28 % font partie des exigences les plus importantes dans cette zone. La pompe de puisard démarre automatiquement lorsque le niveau est élevé et s'arrête lorsque le niveau est bas. La pluie est la cause la plus probable de niveau élevé et la position des vannes manuelles et/ou du bassin de distribution doit être configurée pour envoyer cette eau dans le réservoir de stockage d'eau de lavage. Comme il

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 104 sur 209

risque d'y avoir un déversement d'acide à tout moment, la gravité spécifique du liquide du puisard doit être contrôlée à chaque fois que la pompe démarre. La bonne position des vannes et du bassin de distribution peut ensuite être choisie pour orienter l'acide vers le réservoir d'acide adéquat, en fonction de la concentration.

De l'acide sulfurique peut être ajouté au puisard par les vannes manuelles ou via le débitmètre FE-017 avec le contrôle du FIC-017 et du FV-017.

L'acide sulfurique est également mélangé à l'eau non traitée par le mélangeur statique à 5 % (413AAA04) et envoyé vers les chauffages de l'évaporateur. Dans ce cas, le débit d'eau non traitée est mesuré par le FE-018 et contrôlé par le FIC-018 et le FV-018. La température de l'acide sulfurique dilué est surveillée par le TE-019.

6.3. Démarrage normal

Sauf si un réservoir a été vidé intentionnellement à des fins de maintenance, de nettoyage ou pour une autre raison, après le remplissage initial, il y a normalement une certaine quantité d'acide dans chacun des réservoirs de stockage. De ce point de vue, un démarrage normal peut impliquer simplement de changer le débit d'un réservoir à un autre.

Les boîtes de lavage sont conçues pour pouvoir modifier la position des flexibles de refoulement sans interrompre le débit d'acide. Toutefois, cette pratique présente au moins deux inconvénients. Une faible quantité d'acide sera perdue dans la section de drainage centrale pendant que le flexible est déplacé. En outre, toute éclaboussure entraînera une accumulation de solides sur les partitions et la couverture, ce qui pourrait empêcher le mouvement de glissement des sections de couverture. Par conséquent, si cela est possible, il est préférable d'arrêter momentanément le débit en arrêtant la pompe.

Après avoir modifié la position du flexible de refoulement, une inspection visuelle devrait avoir lieu pour s'assurer qu'il n'y a aucune fuite d'acide vers le drainage de lavage. Une goupille de verrouillage est fournie pour éviter que la couverture coulissante ne bouge accidentellement.

Suivez les recommandations du fabricant pour le démarrage normal des plans d'étanchéité de pompe, des pompes, des racleurs et des agitateurs. En général, les racleurs, les pompes à pulpe et les agitateurs continuent à fonctionner tant qu'il y a de l'acide dans un réservoir.

Lorsque l'une des pompes à pulpe redémarre après avoir été arrêtée, une inspection visuelle devrait avoir lieu pour s'assurer que le débit a été rétabli dans la pompe. Le manomètre sur la conduite de refoulement indique généralement si les conditions sont normales. Les raccords à l'air et à l'eau sont fournis pour rincer la vidange du réservoir en cas de blocage.

Après avoir lavé un filtre, un ébouillantage d'évaporateur ou un arrêt impliquant le rinçage de l'équipement ou de la tuyauterie avec de l'eau ou de la solution de lavage, il est recommandé de drainer le système le plus possible avant de le remplir à nouveau d'acide. Avant de remettre de l'acide dans le système, vérifiez que tous les robinets de vidange sont fermés et que les purgeurs d'air sont ouverts selon les besoins.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 105 sur 209

6.4. Arrêt normal et lavage

Un arrêt normal de la section d'évaporation n'implique généralement pas d'arrêter la zone de stockage et de clarification de l'acide – seulement une interruption du débit d'acide. Les racleurs, les pompes à pulpe et les agitateurs continuent normalement à fonctionner selon les besoins. Toutefois, cela donne l'opportunité de laver les tuyaux d'alimentation et de produit et de réaliser des inspections et une maintenance de routine.

Comme la zone de stockage et de clarification d'acide ne requiert généralement pas autant d'attention que les autres zones de traitement et que son emplacement l'isole physiquement des zones plus fréquentées de l'usine, nous avons tendance à minimiser son importance dans l'efficacité globale de l'usine. Toutefois, le fait de laisser accidentellement un robinet de vidange ouvert ou un flexible en position de lavage peut entraîner une perte importante d'acide tout simplement car cela peut passer inaperçu pendant très longtemps. Ainsi, il peut être utile de constituer une liste de vérification des points d'inspection et des activités de routine pour les opérateurs dans cette zone. Cela s'applique particulièrement lorsque d'autres sections de l'usine sont fermées, car c'est pendant ces périodes que le lavage des conduites et de l'équipement a le plus souvent lieu et que le personnel peut se voir attribuer temporairement des tâches supplémentaires ou différentes en lien avec les activités de maintenance dans d'autres zones.

6.5. Inspection et lavage

En général, il est inutile d'inspecter et de nettoyer fréquemment la zone de clarification et de stockage d'acide et cela aura lieu à intervalles irréguliers. À moins que des problèmes inattendus ne surviennent, il ne sera peut-être pas nécessaire de vidanger complètement un réservoir de stockage pendant un an ou plus. Dans la mesure du possible, il est préférable de réaliser une inspection complète de cet équipement chaque année afin de coïncider avec l'arrêt annuel du système de réaction. Toutefois, cela nécessite généralement un réservoir de produit pour remplir l'évaporateur. Ces réservoirs peuvent ensuite être inspectés en fonction des exigences de production ou pendant l'arrêt annuel successif. L'équipement tel que les pompes, les agitateurs et les racleurs, doit être entretenu et réparé conformément aux recommandations du fabricant.

Le lavage des conduites d'acide à 28 %, d'acide à 54 % et de pulpe est recommandé pendant les temps d'arrêt.

6.6. Arrêt d'urgence

Une cause type d'arrêt d'urgence pourrait être une panne d'électricité générale ou localisée. En général, la seule mesure à prendre concernant la zone de clarification et de stockage d'acide dans de telles circonstances est de s'assurer que l'équipement essentiel redémarre sans problème lorsque l'électricité revient. En fonction du système de contrôle électrique, une bonne pratique consiste à arrêter tout l'équipement rotatif. Cela permet aux moteurs de redémarrer l'un après l'autre dans l'ordre souhaité.

Une autre situation susceptible d'entraîner un arrêt d'urgence serait l'activation d'un interverrouillage de couple élevé sur l'un des racleurs. Dans ce cas, le racleur s'arrête

automatiquement et un mécanisme de levage fait monter l'ensemble du racleur de plusieurs centaines de millimètres au-dessus du fond du réservoir. Dans cette situation, vous devez suivre les recommandations du fabricant du racleur, mais la procédure normale consiste à redémarrer le moteur d'entraînement et à abaisser progressivement le mécanisme en mode manuel ou électrique jusqu'à ce qu'il se déclenche à nouveau ou jusqu'à ce qu'il revienne en position initiale. Si des tentatives répétées ne donnent aucun résultat, il peut être nécessaire de vidanger le réservoir et d'éliminer les obstructions.

D'autres types de défaillances électriques ou mécaniques peuvent entraîner des arrêts imprévus qui doivent être analysés et traités en fonction des circonstances spécifiques. Des procédures plus spécifiques peuvent être établies et modifiées à mesure que ces situations se produisent.

6.7. Dépannage

Problème	Cause possible	Mesure
Élimination inadéquate des solides	Teneur élevée en solides dans l'alimentation	Vérifiez le débit et le % de solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Réduisez le débit ou le % de solides à partir de l'opération en amont (si possible)
	Purge inadéquate des solides dans le sous-écoulement	Vérifiez les solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Augmentez le débit de solides dans le sous-écoulement
	Opération de clarification inefficace	Vérifiez le fonctionnement du racleur
Faible teneur en solides dans le sous-écoulement	Faible teneur en solides dans l'alimentation Le sous-écoulement est trop élevé	Réduisez le débit de solides dans le sous-écoulement
Couple élevé du racleur de clarification	Teneur élevée en solides dans le clarificateur	Vérifiez le débit et le % de solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Réduisez le débit ou le % de solides à partir de l'opération en amont (si possible) Augmentez le débit de solides dans le sous-écoulement
	Problème mécanique avec le racleur	Vérifiez la bonne lubrification Vérifiez l'interférence physique avec le racleur
Niveau élevé/bas dans le réservoir d'alimentation de l'évaporateur.	Problèmes de pompage	Vérifiez les débitmètres et inspectez les pompes et les plans d'étanchéité Vérifiez qu'il n'y ait pas de problèmes d'obstruction ou mécaniques
	Les débits du système ne sont pas équilibrés	Modifiez les débits vers l'évaporateur ou à destination de la zone de réaction/filtration Détournez le débit d'acide produit du filtre vers l'autre clarificateur à 28 % et le réservoir d'alimentation de l'évaporateur

Pour dépanner les pompes et les ventilateurs, consultez les directives jointes en Annexe.

7. Fonctionnement du processus : Concentration d'ACP (CAP)

7.1. Concentration Introduction

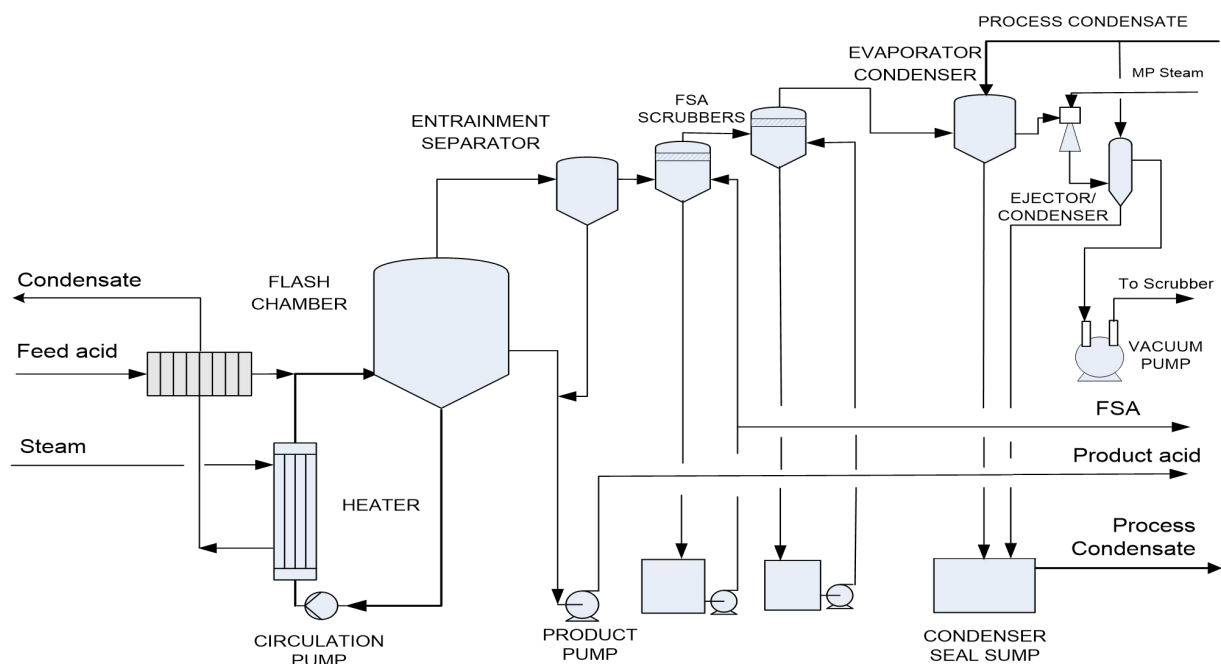
L'acide phosphorique est concentré dans l'évaporateur en bouillant sous vide. À n'importe quelle température donnée, une pression spécifique est requise pour faire bouillir l'acide à une concentration spécifique. Les paramètres de contrôle principaux dans le cadre du processus de concentration figurent dans le tableau ci-dessous.

Le processus utilise du condensat de traitement en boucle fermée pour refroidir le processus. Le lavage des gaz à deux étages est inclus pour éliminer le FSA dans le flux de condensat de traitement en circulation. Le FSA peut être vendu ou neutralisé pour être mis au rebut.

Variable	Contrôlé par
Pression	Purge d'air vers le condensateur de l'évaporateur
Température	Débit de vapeur vers l'échangeur de chaleur

Avec une capacité donnée, suffisamment de vapeur doit être fournie pour obtenir la température d'acide requise et suffisamment de condensat de traitement doit être fourni pour condenser les gaz bouillis à partir de le bouilleur.

Il y a trois échelons d'évaporation J, K et L identiques dans lesquels chacun est configuré comme indiqué ci-dessous.



JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 108 sur 209

L'équipement de protection individuel requis pour la zone de concentration est le suivant



7.2. Fonctionnement normal

7.2.1. Généralités

Les évaporateurs sont utilisés sous vide afin que la température ne dépasse jamais 88°C pour faire bouillir l'acide. Il s'agit de la température limite pour la membrane en caoutchouc dans l'évaporateur.

Une fois la pression configurée dans le bouilleur, le point d'ébullition de l'acide augmente à mesure que l'acide est plus concentré en raison de l'évaporation de l'eau. Le graphique ci-dessous indique la relation entre la concentration d'acide, la pression absolue de l'évaporateur et le point d'ébullition de l'acide.

Afin de maintenir la concentration d'acide souhaitée, le taux de vapeur est ajusté pour maintenir la bonne température de fonctionnement. En général, la température est maintenue à un niveau constant et la pression absolue est modifiée pour contrôler la concentration d'acide.

7.2.2. Concentration d'acide

7.2.2.1. Refroidisseur de condensat (404J/K/L AE01)

Le refroidisseur de condensat est un échangeur de chaleur à coquilles et tubes fourni pour chaque échelon d'évaporation. L'acide phosphorique peu concentré provenant des réservoirs d'alimentation de l'évaporateur est utilisé pour refroidir le condensat de vapeur à partir du récepteur de condensat (404J/K/L AR03). L'acide préchauffé diminue la consommation de vapeur requise pour les chauffages de l'évaporateur (404J/K/L AE02) et conserve le condensat en l'empêchant de s'enflammer dans le réservoir de récupération de condensat. Les températures de refoulement de l'acide phosphorique et du condensat sont indiquées par le TI-408 et le TI-409, respectivement.

Si un tube fuit dans le refroidisseur de condensat, la conductivité est indiquée par l'AI-210, 310, 410 pour les échelons J, K et L, respectivement. La conductivité élevée-élevée sur cette boucle de régulation est interverrouillée pour fermer les vannes LV-201/301/401-A et ouvrir les vannes LV-201/301/401-B. Cela détourne le condensat contaminé du collecteur de condensat vers le réservoir d'eau de lavage (413AAR01).

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 109 sur 209

7.2.2.2. Bouilleur de l'évaporateur (404J/K/L AD01)

Le bouilleur de l'évaporateur fonctionne sous vide pour conserver l'acide phosphorique à son point d'ébullition. La pression absolue dans le bouilleur de l'évaporateur est contrôlée par le PIC-242, le PIC-342 et le PIC-442 pour les échelons J, K et L, respectivement, qui établissent le volume de purge d'air dans le système à vide via le PV-242, le PV-342 et le PV-442 pour les échelons J, K et L, respectivement. La pression doit être suffisamment basse pour que l'acide pulpe au niveau de concentration souhaité et à une température d'environ 82°C. La combinaison requise de pression et de température variera en fonction de la teneur en impuretés de l'acide.

La pression élevée ou basse dans le bouilleur déclenchera également une alarme via le PAH/L-242, 342 et 442 pour les échelons J, K et L, respectivement.

Évitez les modifications subites de température ou de pression dans le bouilleur étant donné que cela peut entraîner une ébullition incontrôlée et un entraînement excessif à partir du bouilleur.

L'acide produit déborde du bouilleur de l'évaporateur et est pompé vers le stockage par la pompe à produit de l'évaporateur (404J/K/L AP05). L'alarme de niveau élevé dans le bouilleur (LAH-241, 341, 441 pour les échelons J, K et L, respectivement) doit émettre un signal d'avertissement si le débit de produit est arrêté en raison de problèmes de la pompe ou d'une obstruction de la conduite. Le débit d'acide produit est mesuré et calculé par le FI/FQI-250, 350, 450 pour les échelons J, K et L, respectivement.

Une pompe de vidange commune est utilisée pour vider les évaporateurs. Le refoulement de la pompe de vidange d'évaporateur (407AAP07) peut être envoyé vers n'importe lequel des bassins de distribution à 54 % (414AAS01) ou le réservoir d'eau de lavage (413AAR01).

De l'agent antimousse peut être ajouté dans les conduites d'alimentation de l'évaporateur. Si suffisamment d'agent antimousse est ajouté dans le réacteur, il est normalement inutile d'ajouter de l'agent antimousse supplémentaire dans les évaporateurs. Le système d'agent antimousse est une unité d'emballage du fournisseur avec un équipement de préparation commun et des pompes d'alimentation individuelles vers chaque évaporateur.

7.2.2.3. Chauffage de l'évaporateur (404J/K/L AE02)

Le chauffage de l'évaporateur (404J/K/L AE02) est un échangeur de chaleur vertical à coquilles et tubes qui utilise de la vapeur à basse pression pour chauffer l'acide phosphorique recyclé dans l'évaporateur. La vapeur vers l'échangeur de chaleur utilise les boucles de contrôle de la température (TIC/TV-223, TIC/TV-323 et TIC/TV-423 pour les échelons J, K et L, respectivement) afin de maintenir la température requise dans le bouilleur. La température du système est mesurée à deux endroits dans l'évaporateur. Une mesure est effectuée dans la branche inférieure de chaque bouilleur par les TE-244, 344, 444 et l'autre mesure a lieu après chaque chauffage de l'évaporateur par les TE-223, 323, 423.

Une électrovanne fermera la soupape de contrôle de la vapeur si la pompe de circulation de l'évaporateur s'arrête ou si la température de l'acide (TIC-223, TIC-323 et TIC-423) refoulée par

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 110 sur 209

le chauffage atteint 88°C. Une fonction de sécurité dans cet interverrouillage empêchera de réinitialiser l'électrovanne à moins que les conditions suivantes soient remplies :

- Le contrôleur de débit de vapeur pour l'échelon spécifique (FI-221, FI-321 et FI-421) affiche zéro.
- La soupape de contrôle du débit de vapeur pour l'échelon spécifique (TV-223, TV-323 et TV-423) est fermée.

Ces conditions empêchent une poussée de vapeur subite dans l'échangeur de chaleur lors du redémarrage.

Lorsque le chauffage de l'évaporateur est neuf et que les tubes sont propres, la pression dans la coquille peut être basse (0,2 à 0,3 bar g) et est mesurée par le PI-228, le PI-328 et le PI-428 pour les échelons J, K et L, respectivement. Lorsque du tartre s'accumule dans les tubes, la pression augmente. Lorsque la pression dans la coquille du chauffage atteint environ 1 bar g avec le débit de vapeur nominal, un ébullantage est requis. L'augmentation de la pression est une preuve de tartre, provenant également d'une diminution du coefficient de transfert de chaleur. Un coefficient de transfert de chaleur plus faible empêchera l'acide de se concentrer.

Le débit de vapeur vers le chauffage doit être augmenté lentement pour éviter un choc thermique et mécanique susceptible d'entraîner une rupture des tubes en graphite fragiles. Après un arrêt prolongé, il est très important de préchauffer le chauffage lentement.

L'acide dans l'évaporateur est constamment recyclé à un taux élevé (11 000 m³/h). Le débit circule vers le haut à travers le chauffage, dans le bouilleur, et vers le bas vers l'aspiration de la pompe de circulation (404J/K/L AP04). Du côté du refoulement de la pompe, avant le chauffage, un filtre est installé pour piéger les grosses particules de tartre qui risqueraient d'obstruer les tubes de l'échangeur de chaleur.

Afin d'empêcher la surchauffe de l'acide, le débit de vapeur sera automatiquement arrêté si la pompe s'arrête.

7.2.2.4. Séparateur d'entraînement (404J/K/L AS02)

Le séparateur d'entraînement (404J/K/L AS02) récupère l'acide phosphorique entraîné dans le flux de vapeur à partir du bouilleur de l'évaporateur. L'acide phosphorique est renvoyé vers la conduite de débordement à partir du bouilleur vers la pompe à produit de l'évaporateur (404J/K/L AP05).

La vapeur entre à travers un port sur le côté de la cuve et crée un cyclone à l'intérieur qui remonte sur les côtés et est refoulé par la sortie située au fond. Le cyclone obtenu jette les particules plus denses sur les parois de la cuve qui reviennent sous l'effet de la gravité vers la conduite de débordement qui alimente la conduite d'aspiration de la pompe à produit de l'évaporateur.

7.2.2.5. Récepteur de condensat (404J/K/L AR03)

Le condensat provenant de chaque chauffage de l'évaporateur est collecté dans le récepteur de condensat (404J/K/L AR03) et pompé sous le contrôle de niveau (LIC-201, 301 et 401 pour les

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 111 sur 209

échelons J, K et L, respectivement) dans le refroidisseur de condensat vers le réservoir de récupération de condensat (404AAR08).

Le condensat est surveillé en termes de conductivité au niveau de chaque évaporateur par les AI-202, AI-302 et AI-402 dans le récepteur de condensat dans la conduite de refoulement de la pompe à condensat (404J/K/L AP03) et par les AI-210, 310 et 410 dans les canalisations après le refroidisseur de condensat pour les échelons J, K et L, respectivement.

Toute fuite ou rupture de tube dans le chauffage de l'évaporateur entraînera une augmentation de la conductivité et sera détectée par les AI-202, 302 et 402. Une fuite dans le refroidisseur de condensat sera détectée par les AI-210, 310 et 410 sans relevé de conductivité élevée par les AI-202, 302 et 402. Ces boucles de contrôle sont interverrouillées sur conductivité élevée-élevée afin que le condensat soit automatiquement réacheminé avec les déchets jusqu'à ce que le problème soit résolu, en ouvrant les valves de niveau LV-201/301/401-B et en fermant la vanne LV-201/301/401-A pour les échelons J, K et L, respectivement.

La majorité du condensat dans le réservoir de récupération de condensat est aspirée par la pompe de retour de condensat (404A A/KP08) vers la batterie limite sous le contrôle de niveau (LIC-081 et LV-081-A/B) avec une petite partie allant vers le désurchauffeur sous le contrôle de température (TIC/TV-068, 108 et 128 pour les échelons J, K et L, respectivement). Si une conductivité élevée est détectée dans le réservoir de récupération de condensat (404AAR08) par l'AI-082, une vanne de décharge (LV-081B), contrôlée par l'interverrouillage I-131, s'ouvre et envoie le condensat contaminé vers le réservoir d'eau de lavage (413AAR01).

Le débit total d'alimentation de vapeur vers l'usine est mesuré par les FI-063, 103, 123 et traverse une station de contrôle (PIC/PV-066, 106 et 126) avant de passer à travers le désurchauffeur et le séparateur, et avant d'aller vers chaque chauffage de l'évaporateur. Les caractéristiques de la vapeur vers les évaporateurs seront normalement contrôlées à environ 2,0 barg et à 136°C. Le débit de vapeur sera automatiquement arrêté à une température élevée (TAHH-068, 108 et 128 pour les échelons J, K et L, respectivement) à partir du désurchauffeur ou du déclenchement de la pompe de retour de condensat.

7.2.3. Récupération de FSA

7.2.3.1. Laveur de FSA (404J/K/L AD02)

La vapeur sortant du séparateur d'entraînement (404J/K/L AS02) traverse les deux étages du laveur de FSA avant d'être condensée dans le condensateur d'évaporateur (404J/K/L AD03). Les gaz entrent d'abord dans le laveur de FSA (404J/K/L AD02) où ils sont lavés avec un flux de recyclage de FSA concentré à partir du réservoir d'étanchéité de FSA (404J/K/L AR06). Le FSA concentré est constitué d'acide peu concentré pompé à partir du réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré (404J/K/L AR09) et ajouté au réservoir d'étanchéité de FSA sur le contrôle de niveau par les LIC/LV-261, 361, 461. Les LALL-261, 361, 461 sont interverrouillés avec les pompes de lavage de FSA (404J/K/L AP06) pour s'arrêter sur le niveau bas-bas dans les réservoirs d'étanchéité de FSA.

Le FSA est refoulé par le système via un courant de dérive à partir des pompes de lavage de FSA et envoyé vers les réservoirs de déplacement de FSA (404B A/BR01) lorsque la densité du

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 112 sur 209

FSA en circulation atteint le point de contrôle de FSA produit. Ce flux est contrôlé par la boucle de contrôle de densité DIC/DV-270, 370, 470. Le débit de FSA vers les réservoirs de déplacement de FSA est indiqué et calculé par les FI/FQI-272, 372, 472. Le débit de FSA vers le laveur de FSA est indiqué par les FI-277, 377, 477.

7.2.3.2. Laveur de FSA peu concentré (404J/K/L AD04)

La vapeur sortant du laveur de FSA entre dans le laveur de FSA peu concentré (404J/K/L AD04) où il est lavé avec un flux de recyclage de FSA peu concentré à partir du réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré (404J/K/L AR09). L'eau de traitement acide provenant du laveur des gaz est ajoutée sur le contrôle de niveau dans le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré comme eau d'appoint. Les LIC/LV-501, 521, 541 contrôlent le débit d'eau de traitement acide vers les réservoirs d'étanchéité de FSA peu concentré. Les LALL-501, 521, 541 sont interverrouillés avec les pompes de lavage de FSA peu concentré (404J/K/L AP12) pour s'arrêter sur le niveau bas-bas dans les réservoirs d'étanchéité de FSA peu concentré.

L'acide peu concentré est transféré à partir des réservoirs d'étanchéité d'acide peu concentré correspondant afin de maintenir le niveau dans les réservoirs d'étanchéité de FSA.

7.2.4. Condensation

7.2.4.1. Condensateur d'évaporateur (404J/K/L AD03)

Les gaz provenant du laveur de FSA peu concentré entrent dans le condensateur d'évaporateur où un pulvérisateur de condensat de traitement est utilisé pour éliminer les gaz condensables. Les gaz condensables et le condensat de traitement sont renvoyés au système de condensat de traitement via le puisard d'étanchéité du condensateur. Les gaz non-condensables sont éliminés par l'échelon à vide composé d'un éjecteur de vapeur, d'un condensateur interne et d'une pompe à vide.

Le condensateur d'évaporateur (404J/K/L AD03) est un condensateur barométrique à contact direct utilisant le condensat de traitement provenant du bassin chaud (425EAR02) pour condenser les gaz provenant du laveur de FSA peu concentré. Une boucle de contrôle de débit (FIC/FV-281, 381 et 481 pour les échelons J, K et L, respectivement) située sur la conduite d'eau de refroidissement sert à contrôler le débit du condensat de traitement de façon à ne pas dépasser une température de refoulement maximale de 46°C.

Une alarme de température élevée, TAH-283, 383 et 483 pour les échelons J, K et L, respectivement, signale toute température excessive dans la branche inférieure du condensateur.

7.2.4.2. Éjecteur de vapeur (404J/K/L AC02)

Le système d'éjection de vapeur est fourni pour chaque échelon de clarification. L'éjecteur introduit un flux à basse pression dans le flux de vapeur sortant du condensateur de l'évaporateur. Ensuite, ce flux de vapeur est condensé avec le condensat de traitement à partir du bassin chaud. La vapeur allant vers l'éjecteur est contrôlée par les PIC/PV-288, 388, 488 pour les échelons J, K et L, respectivement. Les PV-288, 388, 488 sont interverrouillés avec les alarmes de température élevée-élevée sur les gaz évacués de l'éjecteur (TAHH-289, 389, 489).

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 113 sur 209

et la branche inférieure provenant de l'éjecteur (TAHH-282, 382, 482) pour les échelons J, K et L, respectivement.

7.2.4.3. Pompe à vide de l'évaporateur (404J/K/L AC01)

La pompe à vide de l'évaporateur est une pompe à vide à anneau liquide. Le condensat de traitement provenant du bassin chaud (425EAR02) sert à former l'anneau liquide. La pression interne du bouilleur de l'évaporateur est contrôlée par les PIC/PV-242, 342 et 442 pour les échelons J, K et L, respectivement, via une purge d'air dans le flux de gaz avant d'entrer dans la pompe à vide. Le débit de condensat de traitement allant vers la pompe à vide est indiqué par les FI-293, 393, 493 pour les échelons J, K et L, respectivement. La pompe à vide est interverrouillée pour s'arrêter à un débit faible-faible de condensat de traitement.

7.2.5. Tableaux de contrôle

Écoulements pour chaque évaporateur (3 en marche)								
Taux de production d'évaporation (t/j de P ₂ O ₅)	200	240	280	320	360	400	440	480
Débit d'alimentation de l'évaporateur – m ³ /h	23	27,6	32,2	36,8	41,4	46	50,6	55,2
Débit de produit de l'évaporateur – m ³ /h	9	10,8	12,6	14,4	16,2	18	19,8	21,6
Flux de vapeur à basse pression – t/h	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39	42,9	46,8

Notes :

les débits ci-dessus sont indiqués par évaporateur, en supposant que trois évaporateurs fonctionnent et incluent de la pulpe recyclée à un taux de 38 t/j de P₂O₅

* Un minimum de 600 m³/h est requis pour entraîner les gaz non-condensables

7.3. Démarrage normal

Concentration		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Vérifiez que tout l'équipement et les conduites sont propres et vides et que toutes les vannes sont fermées.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.

Concentration		
Étape	Consignes	Remarques
3	Remplissez le bouilleur avec de l'acide à 54 %	Communiquez avec les opérateurs dans la zone de clarification pour vous assurer que suffisamment d'acide à 28 % est disponible pour faire fonctionner l'usine et que suffisamment d'acide à 54 % est disponible pour remplir le bouilleur. Vérifiez que la pompe de remplissage de l'évaporateur est alignée sur le bon évaporateur. Démarrez la pompe de remplissage de l'évaporateur et remplissez le bouilleur jusqu'au niveau de débordement normal. Ouvrez la soupape d'aspiration et la vanne de prélèvement sur la conduite d'acide produit. Lorsque de l'acide commence à sortir de la vanne de prélèvement, fermez les deux vannes et arrêtez d'ajouter de l'acide à 54 % dans le système.
4	Démarrez la pompe de circulation de l'évaporateur	Faites couler l'eau d'étanchéité vers la pompe avant le démarrage. Après le démarrage, vérifiez la pompe et l'ampérage.
5	Faites couler le condensat de traitement vers le condensateur de l'évaporateur	Réglez le débit sur la valeur nominale.
6	Démarrez le débit d'eau de traitement acide vers le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré et le réservoir d'étanchéité de FSA	Communiquez avec les opérateurs dans la zone du laveur des gaz pour vous assurer qu'il y a suffisamment d'eau de traitement acide disponible pour remplir les réservoirs d'étanchéité.
7	Démarrez la pompe de lavage de FSA peu concentré et la pompe de lavage de FSA	Faites couler l'eau d'étanchéité vers la pompe avant le démarrage.
8	Démarrez la pompe à vide de démarrage de l'évaporateur	Réglez le régulateur de vide en mode manuel et fermez lentement la vanne de purge d'air. Configurez le contrôleur de pression sur 76 mm Hg abs, qui devrait fonctionner à la pression de fonctionnement normale.
9	Démarrez la pompe d'alimentation de l'évaporateur	Démarrez la pompe lentement (par ex. à un débit de 50 %) en mode de contrôle manuel.
10	Démarrez la pompe à produit de l'évaporateur	Assurez-vous que les vannes sont alignées pour transférer vers la bonne destination dans la zone de clarification à 54 %. Surveillez le débit.
11	Démarrez le chauffage de l'évaporateur	<i>Il est important de faire cela lentement, sinon vous risquez d'endommager l'échangeur de chaleur.</i> Commencez à préchauffer lentement le chauffage en utilisant d'abord la soupape de dérivation manuelle autour de la soupape de contrôle du flux de vapeur à basse pression. Après avoir obtenu la pression de consigne du système, vidangez le résidu de condensat du collecteur.
12	Ajustez la vapeur pour correspondre au débit d'acide	Augmentez progressivement le débit de vapeur à basse pression à un taux de 50 %.
13	Démarrez la pompe à condensat	Démarrez la pompe lorsque le niveau apparaît dans le récepteur de condensat. Mettez le contrôle de niveau en mode automatique. Détournez le condensat d'abord vers la fosse.
14	Vérifiez la concentration d'acide.	Prélevez de l'acide en circulation à intervalles réguliers. Ajustez le débit de vapeur à basse pression et envoyez le débit d'acide de sorte que la concentration de l'acide augmente progressivement pour atteindre la valeur nominale et que le débit dans la pompe à produit de l'évaporateur reste constant. Notez le débit de vapeur, la pression de vapeur ainsi que la pression de fonctionnement de l'évaporateur et la température toutes les

Concentration		
Étape	Consignes	Remarques
		demi-heures lors du démarrage initial.
15	Orientez le condensat vers le réservoir de récupération	Vérifiez la conductivité du condensat. Si elle est inférieure à la limite acceptable, vous pouvez détourner l'écoulement vers le réservoir de récupération. Si l'instrumentation de la conductivité fonctionne correctement, passez en mode de contrôle automatique.
16	Augmentez le débit	Augmentez le débit à intervalles de 10 % jusqu'à atteindre le taux nominal (consultez le tableau de contrôle dans la section précédente). Laissez le système se stabiliser entre les augmentations de débit.
17	Arrêtez la pompe à vide de démarrage de l'évaporateur	Lorsque le système est stable, arrêtez la pompe à vide et surveillez la pression du système pour vous assurer que le fonctionnement de l'usine reste stable.

7.4. Arrêt normal et ébouillantage

7.4.1. Généralités

L'acide envoyé dans l'évaporateur contient des quantités de saturation de gypse dissout et de sels de fluosilicate. Pendant l'évaporation de l'acide, la concentration de ces solides augmente de manière appréciable en entraînant une précipitation continue de solides sous forme de particules en suspension et de tartre adhérent.

Les particules en suspension s'écoulent avec l'acide produit et ont un impact négligeable sur les performances de l'évaporateur. Mais le tartre adhérent augmente progressivement en épaisseur et a plusieurs effets néfastes sur les performances de l'évaporateur. Lorsqu'il se forme sur les surfaces de transfert de chaleur, il agit en tant qu'isolant et, par conséquent, réduit la transmission de chaleur entre la vapeur et l'acide. Lorsque l'épaisseur du tartre s'accumule sur les surfaces internes des tubes du chauffage, elle réduit le débit de liquide pompé dans les tubes. Lorsque du tartre se forme sur les parois internes du bouilleur, il peut s'effriter et passer dans la pompe de circulation et, si les particules sont assez petites pour traverser le filtre, elles circulent vers les tubes du chauffage et ont tendance à limiter davantage le débit de liquide dans le chauffage.

Les difficultés susmentionnées indiquent le besoin évident d'augmenter la pression du côté de la coquille du chauffage de l'évaporateur afin de maintenir la capacité nominale de l'évaporateur. Le taux de formation de tartre a tendance à augmenter avec le temps et, tôt ou tard, il devient nécessaire d'arrêter et d'ébouillanter l'ensemble de l'unité.

7.4.2. Arrêt normal

Dans la plupart des cas, un arrêt normal est requis afin de réaliser un ébouillantage normal. Même lorsque la raison principale d'un arrêt normal n'est pas liée à un besoin d'ébouillantage (par exemple, le manque d'acide d'alimentation ou de stockage d'acide évaporé), il convient généralement de faire suivre l'arrêt d'un ébouillantage.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 116 sur 209

Un arrêt normal implique : l'arrêt du débit d'acide, l'arrêt du débit de vapeur de chauffage, le relâchement du vide dans le système d'évaporateur et la vidange de contenu de l'évaporateur dans le stockage d'acide à 54 %.

En règle générale, arrêtez l'échelon d'évaporation de la manière suivante :

1. Vérifiez le niveau dans le réservoir de clarification à 54 % pour vous assurer qu'il peut accepter environ 180 m³ d'acide provenant de l'évaporateur.
2. Arrêtez la pompe d'alimentation de l'évaporateur.
3. Arrêtez la pompe d'acide concentré.
4. Arrêtez le débit de vapeur à basse pression vers le chauffage de l'évaporateur.
5. Arrêtez la pompe de condensat.
6. Réduisez progressivement le vide dans le système, d'abord en mode automatique, puis en ouvrant manuellement la vanne de purge d'air.
7. Arrêtez le débit de condensat de traitement vers le condensateur de l'évaporateur
8. Arrêtez la pompe de circulation de l'évaporateur. Pour dissiper la chaleur résiduelle dans l'échangeur de chaleur, la pompe de circulation devrait continuer à fonctionner pendant au moins 30 minutes après avoir arrêté le débit de vapeur à basse pression.
9. À l'aide de la pompe de vidange d'évaporateur, pompez complètement le système d'évaporateur (bouilleur et échangeur de chaleur) via le bassin de distribution à 54 % du clarificateur dans le réservoir de clarification à 54 %.

7.4.3. Ébouillantage

Le tartre de gypse et de sel de fluosilicate qui se dépose sur les surfaces internes de l'évaporateur n'est que légèrement soluble dans l'eau. L'eau ambiante circulant dans un évaporateur peut dissoudre le tartre, mais très lentement. Le tartre est plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide ; par conséquent, le fait de chauffer l'eau en circulation pourrait réduire dans une certaine mesure le temps de détartrage. L'ébullition réelle de l'eau en circulation augmente la turbulence et, par conséquent, réduirait davantage le temps de détartrage. Enfin, l'ajout d'acide sulfurique dans l'eau en circulation à environ 5 % du poids produit un niveau de pH plus favorable (inférieur à 1,0) pour dissoudre le tartre et réduit le temps d'ébouillantage requis à une durée raisonnable (entre 8 et 16 heures).

L'ébouillantage prévu doit avoir lieu environ une fois toutes les deux ou trois semaines. Chaque ébouillantage doit être minutieux et complet pour que l'unité soit détartrée à la fin de l'ébouillantage.

La formation de tartre se produit à deux endroits principaux – sur les parois internes des tubes de l'échangeur de chaleur et sur les parois internes du le bouilleur. Un nettoyage idéal doit complètement dissoudre tout le tartre dans la solution d'ébouillantage. Un nettoyage pratique élimine tout le tartre sur les parois mais redépose du tartre libre mais non dissout dans la conduite inférieure de circulation horizontale située avant le filtre. Ce tartre libre peut être évacué via les trous d'homme situés en face de la pompe de circulation après le drainage des unités.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 117 sur 209

Dans la plupart des cas, un arrêt normal est suivi d'un ébouillantage normal et tout l'acide doit être drainé du le bouilleur et du chauffage. En option, l'équipement peut simplement être rincé à l'eau. Des raccords d'eau de traitement sont prévus aux endroits suivants :

- vers la conduite d'alimentation de l'évaporateur
- vers le bouilleur (à l'aide d'un grand pulvérisateur)
- vers le séparateur d'entraînement (à l'aide d'un grand pulvérisateur)

Suite à un arrêt normal, un ébouillantage normal (sans acide sulfurique) utilise la séquence suivante :

ZONE DE CONCENTRATION – PROCÉDURE D'ÉBOUILLANTAGE		
1	Préparez l'ébouillantage	Attendez au moins une heure après l'arrêt normal et pompez l'unité pour la laisser refroidir. Fermez le robinet de vidange entre le chauffage et le bouilleur et ouvrez l'évent atmosphérique situé sur le chauffage. Fermez la vanne de purge manuelle sur la boucle de contrôle du vide. Fermez la vanne vers la pompe de vidange de l'évaporateur. Fermez la vanne dans la conduite de débordement du bouilleur.
2	Inspectez le haut du chauffage	Ouvrez le trou d'homme dans la chambre supérieure de liquide du chauffage de l'évaporateur et vérifiez que les tubes ne sont pas bouchés. Avant l'ébouillantage, la matière dans le système est généralement molle. Toutefois, après l'ébouillantage, la matière dans le système est généralement collée et difficile à éliminer. Nettoyez les obstructions à l'aide d'une lance à eau à haute pression.
3	Remplissez le bouilleur d'eau	Vous pouvez ajouter de l'eau de traitement via la connexion dans la conduite d'alimentation et/ou la connexion du pulvérisateur dans le bouilleur et le séparateur d'entraînement. Ajoutez de l'eau jusqu'à ce que le niveau soit un mètre au-dessus du niveau de débordement. Vous pouvez vérifier cela en ouvrant les vannes dans la conduite de débordement et la conduite de prélèvement sur l'évacuation de la pompe à produit de l'évaporateur. Fermez ces vannes lorsque l'eau a atteint ce niveau.
4	Démarrez la pompe de circulation de l'évaporateur	Vérifiez le bon fonctionnement du système d'étanchéité mécanique et ouvrez l'eau de barrage avec la pompe avant le démarrage.
5	Faites couler le condensat de traitement vers le condensateur de l'évaporateur	Réglez le débit sur la valeur normale.
6	Préparez le débit de démarrage	Fermez l'évent atmosphérique sur le chauffage et ouvrez le robinet de vidange situé entre le chauffage et le bouilleur. Configurez le contrôleur de pression de l'évaporateur sur une pression absolue d'environ 290 mm Hg. Cela permet de s'assurer que la température n'augmente pas trop.
7	Démarrez le débit de vapeur vers le chauffage	Démarrez le débit de vapeur à basse pression vers le chauffage à bas régime (environ 2 000 kg/h). Ajustez le débit de vapeur selon les besoins pour faire bouillir l'eau (à 75°C environ) dans un délai de trois heures maximum (4 000 à 5000 kg/h prévus). Observez et notez régulièrement la température dans la branche inférieure du bouilleur (TI-244 – Ensemble J, TI-344 – Ensemble K, TI-444 – Ensemble L)

ZONE DE CONCENTRATION – PROCÉDURE D'ÉBOUILLANTAGE		
8	Procédez à l'ébouillantage pendant la durée souhaitée	Prolongez la circulation dans l'évaporateur et le débit de vapeur pendant environ 8 heures, en maintenant la température à environ 75°C. Si vous souhaitez atteindre une température plus élevée, augmentez la pression du système en conséquence, mais ne dépassez pas 85°C. Ajoutez de l'eau de traitement via la buse de pulvérisation, tel que nécessaire pour maintenir le niveau
9	Arrêtez l'ébouillantage	Arrêtez la vapeur à basse pression vers le chauffage Cassez le vide en mettant le contrôle de pression en mode manuel et en ouvrant lentement la vanne de purge d'air jusqu'à ouverture complète
10	Pompez le système	Vérifiez le bon fonctionnement du système d'étanchéité mécanique de la pompe et ouvrez valve sur la conduite allant vers la pompe de vidange d'évaporateur et fermez la vanne de refoulement. Démarrez la pompe et ouvrez lentement la vanne de refoulement pour transférer la solution de lavage vers le réservoir d'eau de lavage Il est recommandé de rincer occasionnellement la pompe à produit et la tuyauterie à ce stade en pompant la solution de lavage vers la section de lavage du bassin de distribution à 54 %
11	Inspectez le système	Une fois le drainage terminé, ouvrez et inspectez ce qui suit : la section horizontale de la conduite de circulation sous le chauffage. Vérifiez qu'il n'y ait pas de tartre. Rincez avec le flexible d'eau. le filtre – nettoyez selon les besoins Abaissez le trou d'homme sur le bouilleur. Inspectez la cuve et le dispositif d'arrêt du tourbillon. Les trous d'homme en haut et en bas du chauffage. Inspectez les tubes pour voir s'ils sont tous ouverts. Dans le cas contraire, nettoyez à nouveau avec la lance à eau à haute pression.
12	Effectuez la maintenance de routine	C'est le moment idéal pour entretenir et/ou nettoyer le chauffage, la pompe de circulation, les condensateurs, etc. conformément aux consignes du fabricant.
13	Préparez le démarrage	Fermez tous les trous d'homme et remettez les vannes en position de démarrage.

7.5. Arrêt d'urgence

Même si un arrêt normal permet généralement de réaliser un ébouillantage normal, un arrêt d'urgence peut être requis dans plusieurs circonstances. En outre, alors qu'un arrêt normal présente l'avantage d'être planifié et supervisé, un arrêt d'urgence peut nécessiter une action immédiate de la part d'un opérateur seul.

Les circonstances exigeant un arrêt d'urgence sont imprévisibles, mais les exemples suivants indiquent certaines causes potentielles : la perte de vide, la perte de circulation d'acide, la perte d'alimentation d'acide, la rupture d'un tube de chauffage, la rupture d'une conduite, une panne de courant, la perte d'alimentation d'eau de refroidissement, la perte de vapeur, la perte d'alimentation d'air de l'instrument et la défaillance de la pompe d'acide produit.

Étant donné que les causes potentielles d'initiation d'un arrêt d'urgence sont nombreuses, il n'est pas pratique de fournir des procédures d'arrêt progressives qui s'adaptent à toutes les

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 119 sur 209

situations d'urgence. Par conséquent, ce manuel ne présente que certaines directives générales pour gérer un arrêt d'urgence.

Seules certaines urgences présentent un danger. Certaines mesures d'urgence sont déjà préprogrammées dans les dispositifs de contrôle de l'usine et le fait de connaître de manière générale les différentes boucles de contrôle est utile.

Certaines directives d'arrêt d'urgence incluent :

1. l'arrêt du débit de vapeur à basse pression vers l'échangeur de chaleur immédiatement dans une situation d'arrêt d'urgence.
2. Arrêtez l'alimentation d'acide à 28 % vers l'évaporateur immédiatement après avoir arrêté le débit de vapeur.
3. Si possible, laissez fonctionner la pompe de circulation pour éviter de surchauffer l'acide à l'intérieur des tubes de chauffage (en raison de la chaleur résiduelle dans la masse des tubes et la plaque tubulaire).
4. Si possible, maintenez le vide dans le système pour induire un refroidissement par vaporisation de l'acide et limiter le risque de points chauds localisés qui pourraient endommager la membrane en caoutchouc.
5. Arrêtez la pompe à condensat lorsque le débit de condensat est terminé.
6. S'il est nécessaire d'arrêter l'évaporateur pendant une période prolongée, drainez l'évaporateur comme pour un ébouillantage.

Le démarrage après un arrêt d'urgence pourrait consister simplement à réinitialiser quelques contrôleurs et à ouvrir une ou deux vannes pour la remise en service. En revanche, le démarrage pourrait impliquer un ébouillantage complet et des réparations de maintenance éventuelles de l'équipement affecté.

La première étape lors du démarrage après un arrêt d'urgence est un diagnostic visant à déterminer quel événement a initié l'arrêt d'urgence et quels dommages accidentels, le cas échéant, ont pu se produire en raison de l'arrêt.

Concernant un arrêt pour lequel la cause est évidente et facilement corrigée en suivant les procédures normales, le démarrage devrait correspondre aux compétences de l'opérateur. Ces arrêts peuvent être dus à un interverrouillage automatique, à la position de sécurité d'un instrument ou à une perte temporaire d'alimentation ou d'utilités.

Lorsque des dommages mécaniques sont évidents, l'opérateur devrait différer le démarrage jusqu'à ce que ces dommages aient été réparés. Une rupture d'un tube de chauffage, une rupture de conduite ou un moteur de pompe grillé sont des exemples de situations exigeant de différer le démarrage, ce qui peut impliquer de drainer l'évaporateur avec ou sans ébouillantage.

Le cas extrême de démarrage après un arrêt d'urgence implique :

1. un arrêt complet
2. un ébouillantage normal
3. des réparations mécaniques ou le remplacement de l'équipement
4. un test de l'eau et sous vide de l'équipement réparé

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 120 sur 209

5. le démarrage

7.6. Dépannage

Problème	Cause possible	Mesure
Impossible de réaliser le vide	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuite d'air excessive 2. Débit insuffisant de condensat de traitement vers le condensateur de l'évaporateur 3. Débit insuffisant de condensat de traitement vers la pompe à vide 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspectez les ouvertures, les tuyaux vendus, les vannes qui fuient 2. Vérifiez le débit, les pulvérisateurs 3. Vérifiez le débit, les crépines, les orifices de restriction
Transfert excessif de P_2O_5 (déecté dans le débordement du réservoir d'étanchéité)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Niveau élevé dans le bouilleur 2. Conditions de fonctionnement instables 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vérifiez l'instrument de niveau (LAH-241, LAH-341 et LAH-441 pour les échelons J, K et L respectivement) 2. Vérifiez l'état du système vapeur 3. Vérifiez l'état du système de vide
Taux de production faible	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dilution de l'eau 2. Coquille du chauffage inondée 3. Conduites bouchées ou trop de tartre sur les tubes de chauffage 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vérifiez le débit d'eau de barrage des pompes et le fonctionnement des garnitures. 2. Inspectez le système de condensat 3. Lavez l'évaporateur
Conductivité élevée dans le récepteur de condensat	Des tubes de l'échangeur de chaleur fuient ou sont cassés	Arrêtez et testez à l'eau des tubes de chauffage. Réparez les tubes cassés.
Conductivité élevée après le refroidisseur de condensat	Fuites dans le refroidisseur de condensat	Contournez et réparez lors du prochain arrêt.

Pour dépanner les pompes et les ventilateurs, consultez les directives en Annexe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 122 sur 209

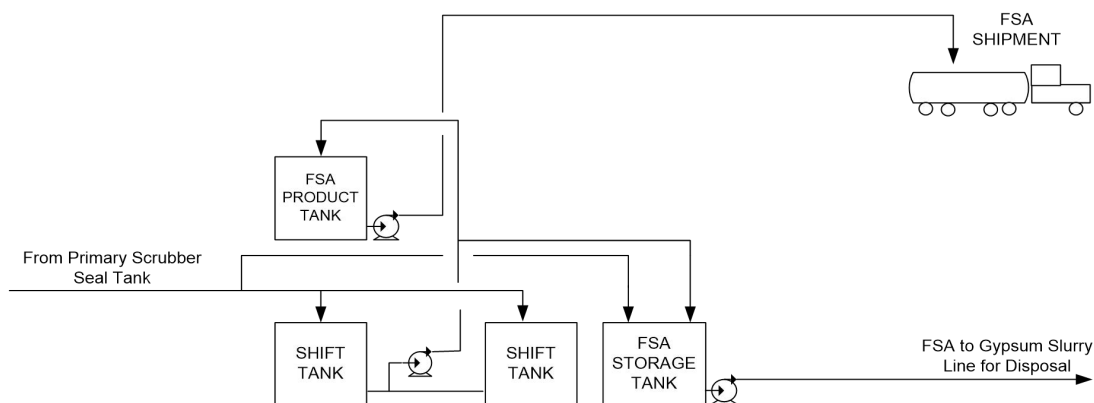
8. Fonctionnement du processus : Stockage, expédition et mise au rebut du FSA

8.1. Présentation du stockage, de l'expédition et de la mise au rebut du FSA

Le complexe ACF1 a la capacité de récupérer l'acide fluosilicique (FSA) à partir du flux de gaz des trois unités de concentration d'acide phosphorique. La concentration souhaitée du FSA produit est de 24 %.

Le flux de gaz provenant de chaque séparateur d'entraînement de l'évaporateur circule à travers deux laveurs de FSA installés en série. Les gaz de tétra fluorure de silicium et d'acide fluorhydrique sont lavés à partir du flux de gaz. Le laveur à haute résistance ou de FSA est le premier laveur de la série. Le deuxième laveur est le laveur à basse résistance ou FSA peu concentré, et les deux sont des laveurs à pulvérisation utilisant comme liquide la solution de FSA en circulation. Le laveur est drainé dans un réservoir d'étanchéité où le liquide est renvoyé au laveur.

La vidange du laveur de FSA renvoie aux réservoirs de déplacement de FSA. À partir des réservoirs de déplacement de FSA, le FSA à 24 % est pompé vers le réservoir de FSA produit jusqu'à la zone de chargement de FSA pour charger le camion. Si le FSA ne présente pas le niveau de concentration ou de qualité souhaité, il peut être pompé directement vers le réservoir de stockage de FSA puis vers la conduite de pulpe de gypse. Ce cheminement est également utilisé lorsque l'inventaire a atteint la limite.



L'équipement de protection individuel requis pour la zone de FSA est le suivant :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 123 sur 209



Dans tous les cas de figure de fonctionnement de la vanne manuelle, après avoir mis les vannes dans la bonne position et avant de démarrer des pompes, vérifiez à nouveau toutes les vannes pour vous assurer qu'elles sont complètement ouvertes ou fermées. Une mauvaise orientation du débit de FSA peut être très dangereuse et, par conséquent, toute modification du fonctionnement doit être vérifiée afin de garantir un fonctionnement sûr.

8.2. Fonctionnement normal

8.2.1. Réservoirs de déplacement du FSA (404B A/BR01)

Le FSA très concentré produit est constamment pompé à partir des trois réservoirs d'étanchéité de FSA (404J/K/L AR06) vers chaque réservoir de déplacement de FSA (404B A/BR01) de manière alternée. L'acide dans le réservoir de déviation est analysé. Si le FSA satisfait le niveau de qualité souhaité, le FSA est pompé vers le réservoir de FSA produit (414AAR14). Si le FSA provenant des réservoirs de déplacement ne satisfait pas le niveau de qualité ou si le réservoir de FSA produit est plein, il est pompé vers le réservoir de stockage de FSA (404BAR11) où il est pompé vers la conduite de mise au rebut de la pulpe de gypse.

Le débit des réservoirs de déplacement de FSA vers le réservoir de FSA produit est contrôlé par le FIC-473. Cette boucle de contrôle établit la vitesse des pompes du réservoir de déplacement de FSA (404B A/B/KP10). Ces pompes sont interverrouillées sur l'alarme de niveau bas-bas sur les réservoirs de déplacement de FSA, LALL-471 et LALL-479. Le niveau des réservoirs de déplacement de FSA est indiqué par le LI-471 et le LI-473.

8.2.2. Réservoir de FSA produit (414AAR14)

Le débit du réservoir de FSA produit vers les camions de transport est contrôlé par le FIC-333 qui établit la vitesse des pompes de chargement de FSA (414A A/KP34). La station de chargement est dotée d'un contacteur de niveau LSH-492 qui est interverrouillé pour bloquer la vanne de sectionnement HV-491 à un niveau élevé. Un commutateur de position sur le HV-491 est interverrouillé pour arrêter les pompes de chargement de FSA lorsque la vanne de sectionnement se ferme.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 124 sur 209

8.2.3. Réservoir de stockage de FSA (404BAR11)

Le débit de FSA du réservoir de stockage de FSA vers la conduite de pulpe de gypse est surveillé et contrôlé par le FIC-056 et en ajustant la vitesse sur les pompes de stockage de FSA 404B A/KP01. Les pompes de stockage de FSA sont interverrouillées au niveau bas-bas sur le réservoir de stockage de FSA LALL-051. Le niveau sur le réservoir de stockage de FSA est indiqué par le LI-051-C.

8.3. Démarrage normal pour la ZONE de FSA produit

STOCKAGE DE FSA PRODUIT		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Vérifiez que tout l'équipement et les conduites sont propres et vides et que toutes les vannes sont fermées. Vérifiez que l'eau du test d'eau a été pompée ou drainée à partir du système.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
3	Pour le débit de FSA à partir de l'ensemble J de l'évaporateur : vérifiez le DIC-270 pour vous assurer que la densité du laveur de FSA recyclé correspond à un FSA à 24 %.	Prélevez un échantillon d'acide du laveur et envoyez-le au laboratoire pour vérifier la concentration de FSA et le niveau de P ₂ O ₅ . Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre les pompes du laveur d'acide peu concentré et le réservoir d'étanchéité de FSA sont complètement ouvertes. Des vannes de sectionnement partiellement ouvertes peuvent entraîner une cavitation et causer des dommages mécaniques à la pompe. Mettez le LIC-261A/B en mode automatique. Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre le collecteur d'eau de traitement acide et le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré sont complètement ouvertes. Mettez le LIC-501A/B en mode automatique.
4	Pour le débit de FSA à partir de l'ensemble K de l'évaporateur : vérifiez le DIC-370 pour vous assurer que la densité du laveur de FSA recyclé correspond à un FSA à 24 %.	Prélevez un échantillon d'acide du laveur et envoyez-le au laboratoire pour vérifier la concentration de FSA et le niveau de P ₂ O ₅ . Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre les pompes du laveur d'acide peu concentré et le réservoir d'étanchéité de FSA sont complètement ouvertes. Des vannes de sectionnement partiellement ouvertes peuvent entraîner une cavitation et causer des dommages mécaniques à la pompe. Mettez le LIC-361A/B en mode automatique. Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre le collecteur d'eau de traitement acide et le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré sont complètement ouvertes. Mettez le LIC-521A/B en mode automatique.

STOCKAGE DE FSA PRODUIT		
Étape	Consignes	Remarques
5	Pour le débit de FSA à partir de l'ensemble L de l'évaporateur : vérifiez le DIC-470 pour vous assurer que la densité du laveur de FSA recyclé correspond à un FSA à 24 %.	Prélevez un échantillon d'acide du laveur et envoyez-le au laboratoire pour vérifier la concentration de FSA et le niveau de P ₂ O ₅ . Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre les pompes du laveur d'acide peu concentré et le réservoir d'étanchéité de FSA sont complètement ouvertes. Des vannes de sectionnement partiellement ouvertes peuvent entraîner une cavitation et causer des dommages mécaniques à la pompe. Mettez le LIC-461A/B en mode automatique. Vérifiez que les vannes de sectionnement situées entre le collecteur d'eau de traitement acide et le réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré sont complètement ouvertes. Mettez le LIC-541A/B en mode automatique.
6	Assurez-vous que toutes les vannes manuelles situées entre la pompe de lavage de FSA 404JAP06 et le réservoir de déplacement sélectionné sont ouvertes.	Mettez le DIC-270 en mode automatique. Vérifiez le FI-272 pour vous assurer que le FSA s'écoule vers le réservoir de déplacement
7	Assurez-vous que toutes les vannes manuelles situées entre la pompe de lavage de FSA 404KAP06 et le réservoir de déplacement sélectionné sont ouvertes.	Mettez le DIC-370 en mode automatique. Vérifiez le FI-372 pour vous assurer que le FSA s'écoule vers le réservoir de déplacement
8	Assurez-vous que toutes les vannes manuelles situées entre la pompe de lavage de FSA 404LAP06 et le réservoir de déplacement sélectionné sont ouvertes.	Mettez le DIC-470 en mode automatique. Vérifiez le FI-472 pour vous assurer que le FSA s'écoule vers le réservoir de déplacement
9	Surveillez le niveau dans le réservoir de déplacement.	Lorsque le niveau (LIC-471A/b ou LIC-479A/B) atteint 75 % de la capacité, envoyez un échantillon de FSA au laboratoire afin de contrôler la qualité
10	Lorsque la limite de niveau maximale du réservoir de déplacement est atteinte : fermez les vannes manuelles des conduites de transfert vers le premier réservoir de déplacement. ouvrez les vannes manuelles des conduites de transfert vers le deuxième réservoir de déplacement.	Vérifiez l'analyse de l'échantillon de FSA
11	Si les analyses correspondent au niveau de qualité souhaité, ouvrez les vannes manuelles de la conduite située entre le réservoir de déplacement et le réservoir de FSA produit. Démarrez la pompe de déplacement de FSA choisie.	Démarrez lentement la pompe en mode de contrôle manuel. Après le démarrage, vérifiez la pompe et l'ampérage. Configurez le FIC-473 sur le débit souhaité et faites passer le FIC-473 en mode de contrôle automatique.
12	Si les analyses ne correspondent pas au niveau de qualité souhaité du FSA, ouvrez les vannes manuelles de la conduite située entre le réservoir de déplacement et le réservoir de stockage de FSA. Démarrez la pompe de déplacement de	Dépannez les laveurs de FSA afin de déterminer quel laveur produit un acide de mauvaise qualité. Corrigez le problème. Démarrez le processus de mise au rebut. Si le problème ne peut être résolu et concerne un laveur isolé, orientez le flux de ce réservoir d'étanchéité loin du réservoir de déplacement vers le réservoir de stockage de FSA.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 126 sur 209

STOCKAGE DE FSA PRODUIT		
Étape	Consignes	Remarques
	FSA choisie.	
13	Sur l'alarme de niveau élevé du réservoir de déplacement, lorsque le deuxième réservoir de déplacement de FSA n'est pas disponible pour recevoir le FSA : ouvrez les vannes manuelles des conduites de transfert vers le réservoir de stockage de FSA. fermez les vannes manuelles vers les deux réservoirs de déplacement.	Vérifiez l'analyse de l'échantillon de FSA. Si le réservoir de déplacement de FSA se remplit à un taux supérieur à la normale, cela peut indiquer une défaillance du densimètre entraînant un FSA non conforme aux spécifications.
14	Si le niveau du réservoir journalier de FSA ne baisse pas pendant le transfert vers le réservoir de FSA produit ou le réservoir de stockage de FSA, utilisez la pompe de secours.	Démarrez lentement la pompe en mode de contrôle manuel. Après le démarrage, vérifiez la pompe et l'ampérage. Configurez le FIC-473 sur le débit souhaité et faites passer le FIC-473 en mode de contrôle automatique.
15	Prenez des notes lorsque vous utilisez les pompes de déplacement pour surveiller l'ampérage. Si l'ampérage chute, ce qui indique une absence de charge ou une vanne fermée, arrêtez la pompe.	Cela contribue à protéger la pompe contre les dommages mécaniques.

8.4. Démarrage normal de l'expédition de FSA produit

EXPÉDITION DE FSA PRODUIT		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système. Inspectez le camion pour vous assurer qu'il est propre avant de continuer.	Vérifiez que tout l'équipement et les conduites sont propres et vides et que toutes les vannes sont fermées.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
3	Ouvrez les vannes manuelles alignées entre le réservoir de FSA produit et la Station de chargement de camion. Vérifiez que tous les flexibles sont raccordés au camion-citerne et que le LSH-492 est correctement installé et sécurisé.	Configurez le FIC-533 sur le débit souhaité en mode de contrôle automatique. Configurez le LSH-492 sur le point de consigne de niveau élevé souhaité et vérifiez le contrôle automatique avec le HV-491.
4	Démarrez la pompe de chargement de FSA choisie.	Surveillez le FIC-333 avec la vitesse de pompe et surveillez le niveau dans le camion-citerne.
5	Lorsque le niveau atteint le point de consigne prédéfini, fermez les vannes manuelles sur la conduite de transfert	Assurez-vous que le HV-491 se ferme et arrête la pompe de déchargement du FSA.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 127 sur 209

EXPÉDITION DE FSA PRODUIT		
Étape	Consignes	Remarques
6	Prenez des notes lorsque vous utilisez la pompe de puisard pour surveiller l'ampérage. Si l'ampérage chute, ce qui indique une absence de charge ou une pompe bouchée, arrêtez la pompe.	Cela contribue à protéger la pompe contre les dommages mécaniques.
7	Prenez des notes lorsque vous utilisez les pompes de transfert/chargement pour surveiller l'ampérage. Si l'ampérage chute, ce qui indique une absence de charge ou des vannes fermées, arrêtez la pompe.	Cela contribue à protéger la pompe contre les dommages mécaniques.

8.5. Démarrage normal de la mise au rebut du FSA

MISE AU REBUT DU FSA		
Étape	Consignes	Remarques
1	Vérifiez le contenu du système	Vérifiez que toute l'équipement et les conduites sont propres et vides et que toutes les vannes sont fermées.
2	Confirmez et réglez tous les paramètres d'instrumentation du plan d'étanchéité de pompe s'y rapportant selon les besoins.	Consultez l'Annexe 13.7 pour obtenir les informations et les procédures associées.
3	Ouvrez les vannes manuelles alignées entre le réservoir de stockage de FSA et la conduite de pulpe de gypse.	Configurez le FIC-056 sur le débit souhaité et configurez le FIC-056 en mode de contrôle automatique à l'aide du régulateur de vitesse de la pompe de stockage de FSA SIC/HC-056A/B.
4	Démarrez la pompe de transfert de FSA choisie.	Surveillez le FIC-056 avec la vitesse de pompe et surveillez le niveau dans le réservoir de stockage de FSA LI-051A/B.
5	Lorsque le niveau chute pour atteindre le point de consigne de niveau bas prédéfini, fermez les vannes manuelles sur la conduite de transfert	Assurez-vous que le FIC et le régulateur de vitesse de la pompe arrêtent la pompe de transfert de FSA.

8.6. Arrêt normal et ébouillantage

8.6.1. Généralités

Le FSA contient des quantités de saturation de dioxyde de silicium.

8.6.2. Arrêt normal

Un arrêt normal de la section d'évaporation n'implique généralement pas d'arrêter la zone de stockage et de mise au rebut du FSA – seulement une interruption du débit d'acide. Toutefois, cela donne l'opportunité de laver les tuyaux d'alimentation et de produit et de réaliser des inspections et une maintenance de routine.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 128 sur 209

8.6.3. Inspection et lavage

Les opérations d'inspection et de nettoyage dans la zone de stockage de FSA sont généralement peu fréquentes et s'effectuent à intervalles irréguliers. Toutefois, il est recommandé au personnel opérant d'inspecter visuellement l'équipement dans la zone, les réservoirs et la tuyauterie, et de réaliser des inspections de maintenance complètes pendant l'arrêt des composants clés, tel que recommandé par les manuels du revendeur. Il convient également de noter que, pendant l'exploitation de la zone du FSA, il faut observer le fonctionnement des pompes afin de voir s'il dévie de la normale. Tous les systèmes doivent être inspectés pour vérifier qu'il n'y ait pas de fuites, qu'il s'agisse des garnitures mécaniques ou de toute la tuyauterie associée. Le puisard doit être inspecté régulièrement pour s'assurer que la zone ne contient pas de débris. Notez et rapportez les niveaux élevés inhabituels dans le puisard immédiatement aux opérateurs. Les opérateurs doivent toujours noter l'ampérage de fonctionnement normal de la pompe afin d'identifier une situation inhabituelle/déséquilibrée.

Lorsque le lavage est requis, il convient d'envisager plusieurs options : eau non traitée, acide sulfurique à 5 %, eau de traitement acide provenant du réservoir de lavage et eau de traitement disponible au niveau des stations d'utilités.

8.6.4. Arrêt d'urgence

Une cause type d'arrêt d'urgence pourrait être une panne d'électricité générale ou localisée. En général, la seule mesure à prendre dans la zone de clarification et de stockage d'acide dans de telles circonstances est de s'assurer que l'équipement essentiel redémarre sans problème lorsque l'électricité revient. En fonction du système de contrôle électrique, il est toujours préférable d'arrêter tout l'équipement rotatif, afin que les moteurs puissent redémarrer l'un après l'autre dans l'ordre souhaité.

D'autres types de défaillances électriques ou mécaniques peuvent entraîner des arrêts imprévus qui doivent être analysés et traités en fonction des circonstances spécifiques.

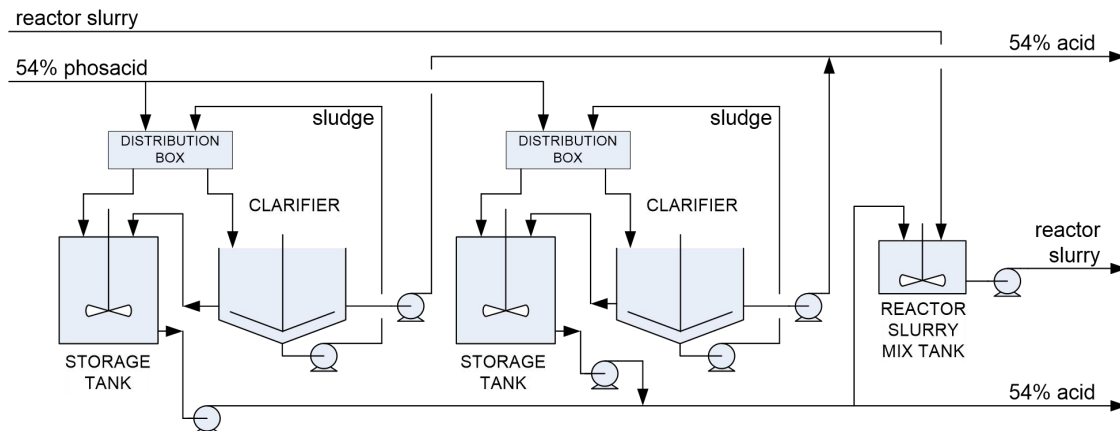
8.7. Dépannage

Problème	Cause possible	Mesure
Niveau élevé/bas dans les réservoirs de FSA	Problèmes de pompage	Vérifiez les débitmètres et inspectez les pompes et les plans d'étanchéité. Vérifiez l'obstruction, les problèmes mécaniques et l'alignement des vannes
	Les débits du système ne sont pas équilibrés	Modifiez les flux vers l'évaporateur

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 129 sur 209

9. Fonctionnement du processus : Clarification et stockage à 54 %

9.1. Présentation de la clarification et du stockage à 54 %



L'acide phosphorique concentré (54 % de P_2O_5) est envoyé par les évaporateurs vers le bassin de distribution de clarification à 54 % et dans l'un des deux réservoirs de refroidissement où l'acide vieillit et les solides commencent à précipiter. Chaque réservoir de refroidissement déborde dans un clarificateur qui déborde à son tour dans un petit réservoir de pompe à partir duquel l'acide est transféré vers le stockage.

L'objectif du processus du système d'élimination de pulpe dans le clarificateur est de maintenir le niveau de concentration de solides le plus élevé possible sans causer de problèmes mécaniques à l'équipement.

L'équipement de protection individuel (EPI) requis pour la zone de clarification et de stockage à 54 % est le suivant :



9.2. Fonctionnement normal

Le processus de clarification à 54 % comprend deux échelons, chacun avec un bassin de distribution, un clarificateur, un réservoir de stockage et des pompes associées. Les deux bassins de distribution d'acide à 54 % (414A A/BS01) reçoivent chacun un débit provenant des éléments suivants :

- les évaporateurs J, K et L
- la pompe de vidange de l'évaporateur

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 130 sur 209

- la pompe de puisard de clarification à 54 %
- la pulpe provenant des deux clarificateurs à 54 %

Les bassins de distribution fournissent un débit d'acide aux deux clarificateurs à 54 % (414A A/BR13) et aux deux réservoirs de stockage d'acide à 54 % (414A A/BR12). Le débit peut aussi être orienté vers les pompes de remplissage de l'évaporateur.

Chaque clarificateur est doté d'un racleur de clarificateur à 54 % (414A A/BA13). Les racleurs sont protégés par des alarmes de couple élevé, YAH-036 et YAH-066. Si le couple continue à augmenter au-delà de ce point, le racleur est interverrouillé pour arrêter et éviter les dommages. Cela actionnera également les mécanismes de levage et élèvera les racleurs.

La pulpe provenant du fond des clarificateurs s'écoule vers les pompes de clarificateur à 54 % (414A A/BP13). Le débit de pulpe est contrôlé par le FIC-040 et le FIC-070 dans lesquels chaque pompe est dotée d'un variateur de fréquence. Les vannes manuelles servent à orienter le débit vers le réservoir de mélange de pulpe du réacteur à 54 % ou à recycler la pulpe vers les clarificateurs via les bassins de distribution.

L'acide est aspiré dans les clarificateurs par les pompes à acide à 54 % à basse pression (414A A/BP21), les pompes à acide à 54 % à haute pression (414A A/BP33) et les pompes de remplissage de l'évaporateur (414A A/BP01). La conduite d'aspiration des pompes est également raccordée aux réservoirs de stockage d'acide à 54 %. Les pompes à basse pression délivrent de l'acide dans le réservoir de mélange de pulpe du réacteur à 54 % (414AAR03) et dans le DAP. La vitesse des deux pompes à basse pression est contrôlée par le 407A-FIC-053. Les pompes à haute pression délivrent l'acide directement à la conduite de réacteur et au DAP. Les pompes de remplissage de l'évaporateur envoient l'acide aux bouilleurs J, K et L.

Le niveau des clarificateurs est surveillé par le LI-045 et le LI-075. À bas niveau, les interverrouillages arrêtent les pompes à haute pression, les pompes à basse pression, les pompes à pulpe et les pompes de remplissage de l'évaporateur.

L'acide clarifié déborde dans les réservoirs de stockage d'acide à 54 %. Les alarmes de niveau élevé et bas, LAH/L-095 et LAH/L-125, indiquent si les réservoirs seront bientôt pleins ou vides. Chaque réservoir est doté d'un agitateur. Les réservoirs débordent vers le puisard de clarification à 54 %. Lorsque le niveau est bas dans les réservoirs de stockage, les interverrouillages arrêtent les agitateurs et les pompes de remplissage de l'évaporateur pour éviter les dommages.

Le puisard de clarification à 54 % (414AAR01) collecte l'eau de pluie dans la zone immédiate et le débordement des réservoirs de stockage d'acide à 54 % et le réservoir de mélange de pulpe du réacteur à 54 %. Le puisard est doté de l'agitateur de puisard de clarification à 54 % (414AAA01) et de la pompe de puisard de clarification à 54 % (414AAP02). Le contenu du puisard est pompé vers les bassins de distribution à 54 % ou vers le réservoir d'eau de lavage. Le niveau dans le puisard est surveillé et doté d'une alarme de niveau élevé et de niveau bas, LAH/L-151. Lorsque le niveau est bas dans le puisard, l'interverrouillage I-325 arrête l'agitateur et la pompe de puisard.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 131 sur 209

L'objectif du processus des clarificateurs est de maintenir la concentration de solides maximale dans le sous-écoulement sans causer de problèmes pour le pompage ou le fonctionnement des racleurs. L'optimisation de la concentration de solides a pour but de minimiser la quantité de liquide renvoyée vers le réacteur. Lorsque le filtre offre une capacité supplémentaire, ce liquide supplémentaire peut ne pas poser de problèmes, mais à des débits élevés ou lorsque la filtration n'est pas efficace, cela pourrait entraîner une augmentation des pertes et une capacité limitée. Dans la zone de clarification et de stockage à 54 %, la conception du processus était fondée sur le fait de maintenir 15 % de solides (en poids) dans le flux. En pratique, il est nécessaire de déterminer la plage optimale pour le pourcentage de solides en fonction de l'échantillonnage et de l'expérience de l'opérateur.

Il est plus pratique de contrôler le débit en fonction du volume de solides plutôt que du pourcentage en poids de solides, étant donné que cette analyse peut être réalisée dans la salle de commande de l'usine avec une centrifugeuse de laboratoire. Au besoin, une corrélation peut être développée entre le pourcentage en poids de solides et le pourcentage apparent de volume de solides. La relation variera en fonction de la concentration d'acide, de la viscosité, de la nature des solides et du temps et de la vitesse de la centrifugeuse. Consultez le Manuel analytique pour connaître la méthode d'analyse suggérée.

La surveillance fréquente des puisards de clarification et de stockage et la vérification des positions des vannes de refoulement de la pompe de puisard font partie des exigences les plus importantes dans cette zone. Les pompes de puisard démarrent automatiquement lorsque le niveau est élevé et s'arrêtent lorsque le niveau est bas. La pluie est la cause la plus probable de niveau élevé et la position des vannes manuelles et/ou du bassin de distribution doit être configurée pour envoyer cette eau dans le réservoir de stockage d'eau de lavage. Comme il risque d'y avoir un déversement d'acide à tout moment, la gravité spécifique du liquide du puisard doit être contrôlée à chaque fois que la pompe démarre. La bonne position des vannes et du bassin de distribution peut ensuite être choisie pour orienter l'acide vers le réservoir d'acide adéquat, en fonction de la concentration.

Le réservoir de mélange de pulpe du réacteur à 54 % réceptionne le débit provenant des éléments suivants :

- la pompe de transfert de pulpe du réacteur
- le recyclage issu du pré-neutralisateur
- les pompes à acide à basse pression à 54 %
- la pulpe provenant des pompes de clarificateur à 54 %

Le réservoir de mélange est doté d'un agitateur (414AAA03) et d'alarmes de niveau LAH/L-181. Deux pompes de réservoir de mélange de pulpe du réacteur à 54 % (414AA/KP03) transfèrent le contenu du réservoir au pré-neutralisateur. L'eau non traitée et l'eau de traitement acide sont également connectées vers l'aspiration des deux pompes. Lorsque le niveau est bas dans le réservoir, l'interverrouillage I-326 arrête l'agitateur et les pompes.

L'eau non traitée est pompée par deux pompes d'eau de barrage (414AA/KP04) vers un collecteur de distribution d'eau de barrage. La vitesse des pompes est contrôlée en termes de pression par le PIC-216.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 132 sur 209

Le réservoir de FSA produit (414AAR14) réceptionne le FSA provenant des réservoirs de déplacement de FSA. Le réservoir de produit est fermé et les gaz sont entraînés vers le laveur des gaz. Lorsque le niveau est élevé dans le réservoir de collecte, l'interverrouillage arrête les pompes de déplacement de FSA au niveau des réservoirs de déplacement.

Le FSA est envoyé par le réservoir de collecte vers la station de chargement des camions par les deux pompes de transfert/chargement de FSA à 24 % (414AA/KP34). Le débit de refoulement est mesuré par le FE-333 et le débit des pompes est contrôlé par le FIC-333. L'interverrouillage I-327 arrête les pompes si le niveau bas est atteint dans le réservoir de collecte et l'interverrouillage I-159 arrête les pompes si le niveau élevé est atteint dans la station de chargement des camions. L'eau non traitée est également raccordée à l'aspiration des pompes.

9.3. Démarrage normal

Sauf si un réservoir a été vidé intentionnellement à des fins de maintenance, de nettoyage ou pour une autre raison, après le remplissage initial, il y a normalement une certaine quantité d'acide dans chacun des réservoirs de stockage. De ce point de vue, un démarrage normal peut impliquer simplement de changer le débit d'un réservoir à un autre.

Les boîtes de lavage sont conçues pour pouvoir modifier la position des flexibles de refoulement sans interrompre le débit d'acide. Toutefois, cette pratique présente au moins deux inconvénients. Une faible quantité d'acide sera perdue dans la section de drainage centrale pendant que le flexible est déplacé. En outre, toute éclaboussure entraînera une accumulation de solides sur les partitions et la couverture, ce qui pourrait empêcher le mouvement de glissement des sections de couverture. Par conséquent, il est préférable d'arrêter le débit momentanément lorsque cela est possible en arrêtant la pompe.

Après avoir modifié la position du flexible de refoulement, une inspection visuelle devrait avoir lieu pour s'assurer qu'il n'y a aucune fuite d'acide vers le drainage de lavage. Une goupille de verrouillage est fournie pour éviter que la couverture coulissante bouge accidentellement.

Suivez les recommandations du fabricant pour le démarrage normal des plans d'étanchéité de pompe, des pompes, des racleurs et des agitateurs. En général, les racleurs, les pompes à pulpe et les agitateurs continuent à fonctionner tant qu'il y a de l'acide dans un réservoir.

Après un ébouillantage d'évaporateur ou un arrêt impliquant le rinçage de l'équipement ou de la tuyauterie avec de l'eau ou de la solution de lavage, il est recommandé de drainer le système le plus possible avant de le remplir à nouveau d'acide. Avant de remettre de l'acide dans le système, vérifiez que tous les robinets de vidange sont fermés et que les purgeurs d'air sont ouverts selon les besoins.

Lorsque l'une des pompes à pulpe redémarre après avoir été arrêtée, une inspection visuelle devrait avoir lieu pour s'assurer que le débit a été rétabli dans la pompe. Le manomètre sur la conduite de refoulement indique généralement si les conditions sont normales. Les raccords à l'air et à l'eau sont fournis pour rincer la vidange du réservoir en cas de blocage.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 133 sur 209

9.4. Arrêt normal

Un arrêt normal de la section d'évaporation n'implique généralement pas d'arrêter la zone de stockage et de clarification de l'acide – seulement une interruption du débit d'acide. Les racleurs, les pompes à pulpe et les agitateurs continuent normalement à fonctionner selon les besoins. Toutefois, cela donne l'opportunité de laver les tuyaux d'alimentation et de produit et de réaliser des inspections et une maintenance de routine.

Comme la zone de stockage et de clarification d'acide ne requiert généralement pas autant d'attention que les autres zones de traitement et que son emplacement l'isole physiquement des zones plus fréquentées de l'usine, nous avons tendance à minimiser son importance dans l'efficacité globale de l'usine. Toutefois, le fait de laisser accidentellement un robinet de vidange ouvert ou un flexible en position de lavage peut entraîner une perte importante d'acide tout simplement car cela peut passer inaperçu pendant très longtemps. Ainsi, il peut être utile de constituer une liste de vérification des points d'inspection et des activités de routine pour les opérateurs dans cette zone. Cela s'applique particulièrement lorsque d'autres sections de l'usine sont fermées, car c'est pendant ces périodes que le lavage des conduites est de l'équipement a le plus souvent lieu et que le personnel peut se voir attribuer temporairement des tâches supplémentaires ou différentes en lien avec les activités de maintenance dans d'autres zones.

9.5. Inspection et lavage

Les opérations d'inspection et de nettoyage dans la zone de clarification et de stockage d'acide sont généralement peu fréquentes et s'effectuent à intervalles irréguliers. À moins que des problèmes inattendus ne surviennent, il ne sera peut-être pas nécessaire de vidanger complètement un réservoir de stockage pendant un an ou plus. Dans la mesure du possible, il est préférable de réaliser une inspection complète de cet équipement chaque année afin de coïncider avec l'arrêt annuel du système de réaction. Toutefois, cela nécessite généralement un réservoir de produit pour remplir l'évaporateur. Ces réservoirs peuvent ensuite être inspectés en fonction des exigences de production ou pendant l'arrêt annuel successif. L'équipement tel que les pompes, les agitateurs et les racleurs doivent être entretenus et réparés conformément aux recommandations du fabricant.

Le lavage des conduites d'acide à 28 %, d'acide à 54 % et de pulpe est recommandé pendant les temps d'arrêt.

9.6. Arrêt d'urgence

Une cause type d'arrêt d'urgence pourrait être une panne d'électricité générale ou localisée. En général, la seule mesure à prendre dans la zone de clarification et de stockage d'acide dans de telles circonstances est de s'assurer que l'équipement essentiel redémarre sans problème lorsque l'électricité revient. En fonction du système de contrôle électrique, il est toujours préférable d'arrêter tout l'équipement rotatif, afin que les moteurs puissent redémarrer l'un après l'autre dans l'ordre souhaité.

Une autre situation susceptible d'entraîner un arrêt d'urgence serait l'activation de l'interverrouillage de couple élevé sur l'un des racleurs. Dans ce cas, le racleur s'arrête

automatiquement et un moteur et un mécanisme de levage font monter l'ensemble du racleur de plusieurs centaines de millimètres au-dessus du fond du réservoir. Dans cette situation, vous devez suivre les recommandations du fabricant du racleur, mais la procédure normale consiste à redémarrer le moteur d'entraînement et à abaisser progressivement le mécanisme en mode manuel ou électrique jusqu'à ce qu'il se déclenche à nouveau ou jusqu'à ce qu'il revienne en position initiale. Si des tentatives répétées ne donnent aucun résultat, il peut être nécessaire de vidanger le réservoir et de résorber l'obstruction.

D'autres types de défaillances électriques ou mécaniques peuvent entraîner des arrêts imprévus qui doivent être analysés et traités en fonction des circonstances spécifiques. Des procédures plus spécifiques peuvent être établies et modifiées à mesure que ces situations se produisent.

9.7. Dépannage

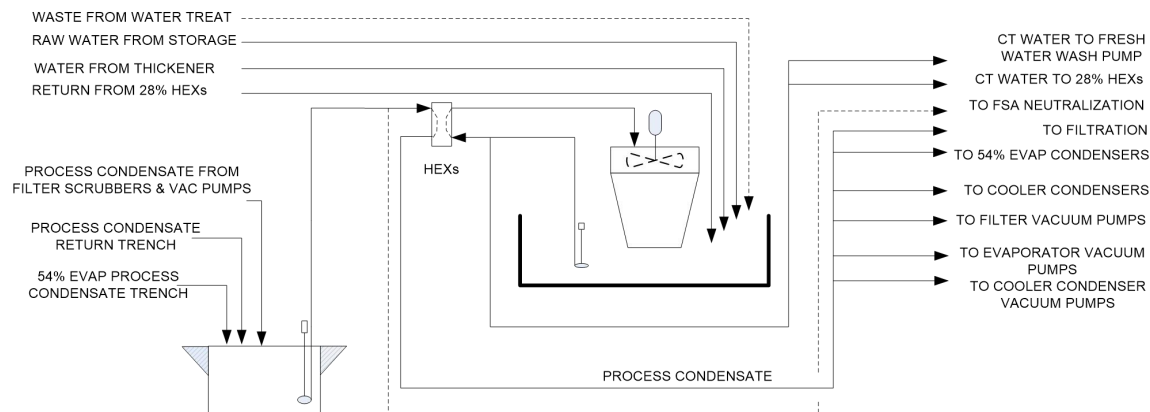
Problème	Cause possible	Mesure
Élimination inadéquate des solides	Teneur élevée en solides dans l'alimentation	Vérifiez le débit et le % de solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Réduisez le débit à partir de l'opération en amont (si possible)
	Purge inadéquate des solides dans le sous-écoulement	Vérifiez les solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Augmentez le débit de solides dans le sous-écoulement
	Opération de clarification inefficace	Vérifiez le fonctionnement et le dosage du floculant Vérifiez le fonctionnement du racleur
Faible teneur en solides dans le sous-écoulement	Faible teneur en solides dans l'alimentation Le sous-écoulement est trop élevé	Réduisez le débit de solides dans le sous-écoulement
Couple élevé du racleur de clarification	Teneur élevée en solides dans le clarificateur	Vérifiez le débit et le % de solides dans l'alimentation et le sous-écoulement Réduisez le débit à partir de l'opération en amont (si possible) Augmentez le débit de solides dans le sous-écoulement
	Problème mécanique avec le racleur	Vérifiez la bonne lubrification Vérifiez l'interférence physique avec le racleur
Niveau bas/élevé dans le réservoir de la pompe d'acide à 54 %	Problèmes de pompage	Vérifiez les débitmètres et inspectez les pompes et les plans d'étanchéité Vérifiez qu'il n'y a pas de problèmes d'obstruction ou mécaniques
	Problèmes d'instrument	Vérifiez les instruments de contrôle de niveau

Pour dépanner les pompes et les ventilateurs, consultez les directives jointes en Annexe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 135 sur 209

10. Fonctionnement du processus : Tour de refroidissement et condensat de traitement

10.1. Présentation de la tour de refroidissement et du condensat de traitement



Pour minimiser la consommation d'eau et réduire les coûts de pompage, la P1 utilise le condensat de traitement recyclé pour éliminer le processus de chauffe dans le réacteur et les évaporateurs. Cela est réalisé dans les condensateurs à contact direct. Le condensat de traitement recyclé sert également d'eau de barrage pour les pompes à vide à anneau liquide qui maintiennent le vide au niveau des filtres, des évaporateurs et du condensateur de refroidisseur.

La chaleur provenant du condensat de traitement ne peut pas être rejetée directement vers la tour de refroidissement en raison des émissions potentielles de fluorure. Au lieu de cela, le condensat de traitement est indirectement refroidi en recyclant l'eau de la tour de refroidissement dans sept échangeurs de chaleur à plaque en alliage et à cadre.

Comme l'eau de traitement est condensée dans le condensateur et les pompes à vide, l'équilibre condensat/eau de traitement est positif. L'excédent d'eau s'écoule du réservoir d'étanchéité du pré-condensateur vers le réservoir de lavage de tissus. Après avoir été utilisé pour laver les tissus du filtre, l'excédent d'eau quitte le système via le refoulement de gypse.

La tour de refroidissement utilise un contre-courant à six-cellules avec un remplissage goutte à goutte ; un bassin commun et trois pompes de circulation d'eau de refroidissement (dont une de rechange).

L'objectif du processus de la tour de refroidissement et du système de condensat de traitement est d'éliminer la chaleur de traitement et les gaz de condensat dans les processus de réaction et de filtration. La tour de refroidissement fournit également de l'eau pour refroidir l'acide à 28 % dans les refroidisseurs d'acide, ce qui permet aux solides de précipiter dans les clarificateurs à 28 %.

L'équipement de protection individuel (EPI) requis pour la tour de refroidissement et le système de condensat de traitement à 28 % est le suivant :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 136 sur 209



10.2. Fonctionnement normal

10.2.1. Système d'eau de refroidissement

La tour de refroidissement (425EAW01) refroidit l'eau de refroidissement renvoyée par le refroidissement par évaporation. La conductivité de l'eau de refroidissement est indiquée par l'AI-002 et contrôlée en ajustant manuellement le point de consigne du FIC-054 sur la soupape de contrôle FV-066 sur la conduite de vidange de 150 mm. De l'eau d'appoint est requise pour remplacer l'eau de refroidissement perdue via l'évaporation, la dérive et la vidange.

De l'eau d'appoint est fournie par la vidange d'élimination des déchets à partir du traitement de l'eau par osmose inverse, de l'eau de traitement provenant de la pompe d'alimentation de débordement de l'épaississeur et de l'eau non traitée provenant du collecteur de distribution. L'eau d'appoint provenant de la pompe d'alimentation de débordement de l'épaississeur et du collecteur de distribution d'eau non traitée est contrôlée par un régulateur « split range » LIC-005, LV005-A et LV-005-B.

Le régulateur « split range » fonctionne de la manière suivante : la boucle de contrôle du DCS 425E-LIC-005 envoie un signal en milliampères au dispositif IP sur la soupape de contrôle. À 4 mA, le LV-005-A et le LV-005-B sont fermés. Entre 4 mA et 12 mA, le LIC-005 contrôle le LV-005-A sur la conduite de refoulement de la pompe d'alimentation de débordement de l'épaississeur. Le débit dans cette conduite est indiqué par le FI-018. À 12 mA, le LV-005-A est ouvert à 100 %. Entre 12 mA et 20 mA, le LIC-005 contrôle le niveau dans le bassin de la tour de refroidissement en modulant le débit via le LV-005-B sur la conduite d'appoint d'eau non traitée.

L'eau de refroidissement est fournie par la tour de refroidissement aux utilisateurs par deux des trois pompes à turbine verticale installées (425EA/B/KP02). Ces trois pompes évacuent dans un collecteur d'alimentation d'eau de refroidissement (WCS) de 1 200 mm. Chaque conduite de refoulement de pompe comprend un clapet anti-retour et une vanne d'isolement motorisée.

L'eau de refroidissement est fournie aux sept échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (425EA/B/C/D/E/F/GE01) par une conduite de 1 200 mm provenant du collecteur WCS. Le débit vers les échangeurs de chaleur individuels est contrôlé par les vannes manuelles qui surveillent les températures du condensat de traitement. La fonction de la tour de refroidissement implique d'entraîner de l'air ambiant dans la tour. Les débris pénètrent dans la tour sous l'effet de ce débit d'air aspiré et des vents dominants. Les débris qui pénètrent dans les échangeurs de chaleur peuvent limiter le débit d'eau de refroidissement et le transfert de chaleur. Les crépines en Y sont installées en amont de chaque échangeur afin de les protéger contre les débris. Les indicateurs de pression en amont et en aval doivent être vérifiés

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 137 sur 209

régulièrement. Nettoyez les crépines en Y pour éliminer les débris et maintenir le débit d'eau de refroidissement.

L'eau de refroidissement sortant de chaque échangeur circule vers le collecteur de renvoi d'eau de refroidissement (WCR) de 1 200 mm. Le collecteur WCR renvoie l'eau de refroidissement vers la tour dans laquelle des vannes papillons manuelles sont utilisées pour ajuster la répartition d'eau chaude dans les six cellules individuelles. Une conduite de vidange de 50 mm allant du collecteur WCR au bassin de la tour de refroidissement contient un contrôleur de conductivité AI-002 et un contrôleur de pH AI-003 dont les sorties sont affichées dans le DCS.

De l'eau de refroidissement est fournie en tant qu'eau d'appoint dans le puisard d'eau douce (403AAR05) via une conduite de 200 mm provenant du collecteur WCS. Le débit est indiqué par le FI-064 et contrôlé par le contrôleur de niveau « split-range » LIC-309 et le LV-309-A pour contrôler le niveau d'eau dans le puisard d'eau douce lorsque le niveau est compris entre 0 et 50 %. Lorsque le niveau est compris entre 50 et 100 %, l'eau d'appoint est fournie par la conduite d'eau non traitée via le LV-309-B.

De l'eau de refroidissement est fournie aux garnitures des pompes à condensat pour les pompes à condensat de l'évaporateur (404J/K/L AP03 et 404A A/KP08) dans la zone de l'évaporateur via une conduite de 50 mm à partir du collecteur WCS. L'eau rejetée par ces garnitures est renvoyée au bassin chaud de condensat de traitement via la fosse de retour de condensat de traitement.

De l'eau de refroidissement est fournie dans les refroidisseurs d'acide à 28 % (413AA/BE01) via une conduite de 300 mm provenant du collecteur WCS. Le débit d'eau vers les refroidisseurs d'acide à 28 % est indiqué par le 425E-FI-053. L'eau de refroidissement évacuée provenant des deux refroidisseurs est raccordée à une conduite WCR de 300 mm qui transfère l'eau vers le collecteur WCR de 1 200 mm.

L'inhibiteur de tartre est envoyé à partir d'un bac de manutention du revendeur au bassin de la tour de refroidissement par la pompe de dosage 425EAP03. L'inhibiteur de corrosion est envoyé à partir d'un bac de manutention du revendeur au bassin de la tour de refroidissement par la pompe de dosage 425EAP04. Un agent de contrôle du pH est envoyé à partir d'un bac de manutention du revendeur au bassin de la tour de refroidissement par la pompe de dosage 425EAP05. Du biocide est envoyé à partir d'un bac de manutention du revendeur au bassin de la tour de refroidissement par la pompe de dosage 425EAP06. Les taux de pompage des pompes de dosage de produits chimiques doivent être ajustés selon les besoins pour que l'inhibiteur de tartre, l'inhibiteur de corrosion et le biocide correspondent toujours à la plage de contrôle recommandée. La pompe de dosage d'acide doit être ajustée pour que le pH corresponde toujours à la plage de contrôle recommandée. L'inventaire des produits chimiques dans les bacs de manutention doit être surveillé et les bacs de manutention remplacés selon les besoins. En général, les bacs de manutention sont remplacés avant d'être complètement vides et le bac presque vide est placé au-dessus du nouveau bac de manutention et son contenu est évacué dans le nouveau bac de manutention.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 138 sur 209

10.2.2. Système de condensat de traitement

Un système de condensat de traitement (CT) recyclé est utilisé pour satisfaire les exigences en termes de refroidissement du processus du réacteur, du filtre et de l'évaporateur.

En cas de niveau bas dans le bassin chaud de condensat de traitement (CT) (425EAR01), le LIC-109 ouvrira la vanne LV-109 et ajoutera l'eau de la tour de refroidissement à partir du collecteur WCS. Tout débordement du bassin de la tour de refroidissement renvoie également au bassin chaud de CT.

Le condensat de traitement est fourni par le bassin chaud de CT aux utilisateurs par deux des trois pompes à turbine verticale installées (425EA/B/KP01). Ces trois pompes évacuent dans un collecteur d'alimentation de condensat de traitement (CT) de 1 000 mm. Chaque conduite de refoulement de pompe comprend un clapet anti-retour et une vanne d'isolement motorisée. Un petit filet de CT chaud est mélangé à la vidange de la tour de refroidissement et envoyé à la conduite de pulpe de gypse. Le flux de CT est indiqué par le FI-102 et contrôlé par une vanne papillon à commande manuelle.

La majeure partie du CT s'écoule dans sept échangeurs de chaleur à plaque en alliage et à cadre installés en parallèle dans lesquels elle est refroidie à 29°C par l'eau recyclée de la tour de refroidissement. Des crépines en Y sont installées sur les conduites d'alimentation afin d'empêcher les débris de pénétrer dans les échangeurs. Les chutes de pression dans les crépines doivent être surveillées et les crépines nettoyées selon les besoins. Les sept échangeurs se vident dans un collecteur de distribution commun de 1 000 mm.

Une conduite de 750 mm sortant du collecteur de CT distribue le CT à :

- la conduite de gaz SP13/du piège à acide A
- le laveur de filtre A
- le laveur de filtre B
- le condensateur du refroidisseur (refroidisseur du réacteur Flash)
- le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur du refroidisseur
- la conduite de gaz SP13/du piège à acide B
- la pompe à vide du filtre A
- la pompe à vide du filtre B
- la pompe à vide du refroidisseur

Une conduite de 500 mm sortant du collecteur de CT distribue le CT vers le condensateur J de l'évaporateur et la pompe à vide.

Une conduite de 500 mm sortant du collecteur de CT distribue le CT vers le condensateur K de l'évaporateur et la pompe à vide.

Une conduite de 500 mm sortant du collecteur de CT distribue le CT vers le condensateur L de l'évaporateur et la pompe à vide.

Le condensat de traitement provenant du laveur de filtre A, du laveur de filtre B, du condensateur de refroidisseur, de la pompe à vide du filtre A, de la pompe à vide du filtre B et

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 139 sur 209

de la pompe à vide du refroidisseur est renvoyé dans le bassin chaud de CT sous l'effet de la gravité via la fosse de renvoi du condensat de traitement dans la zone 403.

Le condensat de traitement provenant des réservoirs d'étanchéité du condenseur d'évaporateur J, K et L et des séparateurs de la pompe à vide est renvoyé dans le bassin chaud de CT sous l'effet de la gravité via la fosse de renvoi du condensat de traitement.

10.3. Système de traitement des eaux de la tour de refroidissement

Un système de traitement des eaux surveille l'état du bassin de la tour de refroidissement et délivre des produits chimiques pour conserver la qualité de l'eau. Ce système de traitement des eaux est composé de : quatre (4) bacs de manutention de produits chimiques fournis par le revendeur (contrôle du tartre, contrôle de la corrosion, contrôle du pH et contrôle biologique), de quatre (4) pompes de dosage et de sondes de conductivité et de pH.

10.3.1. Conductivité et pH

Une conduite de vidange de 50 mm allant du collecteur WCR au bassin de la tour de refroidissement contient un contrôleur de conductivité AI-002 et un contrôleur de pH AI-003 dont les sorties sont affichées dans le DCS. La conductivité de l'eau de refroidissement, indiquée par l'AI-002, est contrôlée en ajustant manuellement le point de consigne sur 425E-FIC-054 sur la soupape de contrôle 425E-FV-066 sur la conduite de vidange de 150 mm. Le pH de l'eau de refroidissement, indiqué par l'AI-003, sert à ajuster le débit de la pompe de dosage de produits chimiques (425EAP05) vers le bassin de la tour.

10.3.2. Contrôle de la corrosion et antitartre

L'eau du bassin de la tour de refroidissement doit être échantillonnée régulièrement pour s'assurer que les produits chimiques de traitement de l'eau sont délivrés dans les bonnes quantités. En fonction des résultats de test des échantillons, des ajustements doivent être apportés aux pompes de dosage des produits chimiques.

10.3.3. Test et étalonnage des instruments de traitement des eaux

Un réétalonnage périodique des sondes de pH et de conductivité est requis pour maintenir une bonne qualité de l'eau dans la tour de refroidissement.

10.4. Fonctionnement du ventilateur à cellules et contrôle de la température

La température de sortie de l'eau de refroidissement est contrôlée en fermant ou en démarrant les ventilateurs à cellules tel que cela est nécessaire pour maintenir la température souhaitée de l'eau de refroidissement.

10.5. Contrôle de la pression et du débit de l'eau

La pression d'entrée d'eau maximale recommandée vers la tour sur la buse d'entrée est de 0,15 Bar(g) au niveau du raccord à bride d'entrée de l'eau dans la tour de refroidissement. Les pressions d'entrée supérieures peuvent causer des dommages à l'intérieur des tours. Vous

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 140 sur 209

trouvez ci-dessous un tableau indiquant le nombre minimal d'échangeurs de chaleur pour une charge thermique spécifique. En général, la tour de refroidissement dans le système hydraulique comprend autant de cellules ou une de plus que les échangeurs de chaleur en service. La raison principale est que les limites hydrauliques sont très similaires pour ces deux types d'équipement. Le nombre de pompes utilisées est limité par le nombre de cellules de tour de refroidissement choisies.

Various Configurations for Cooling System

Number Filters	Number of Evaporators	Number of Acid Coolers	% of Design Plate & Frame Heat Load	Number of Heat Exchangers Required	Cooling Tower Cells Required	Process Condensate Flow (m3/h)	Process Condensate Pumps Required	Cooling Tower Circulation Flow (m3/h)	Cooling Tower Pumps Required
2	3	2	100%	6	6	9,817	2	12,216	2
2	2	2	75%	5	5	7,410	2	9,370	2
2	1	2	51%	4	4	5,002	1	7,496	2
2	0	2	26%	2	2	2,800	1	3,748	1
2	3	1	100%	6	6	9,817	2	11,928	2
2	2	1	75%	5	5	7,410	2	9,370	2
2	1	1	51%	4	4	5,002	1	7,496	2
2	0	1	26%	2	2	2,800	1	3,748	1
2	3	0	100%	6	6	9,817	2	11,640	2
2	2	0	75%	5	5	7,410	2	9,370	2
2	1	0	51%	4	3	5,002	1	5,931	1
2	0	0	26%	2	2	2,800	1	3,748	1
1	3	1	89%	6	6	8,769	2	11,244	2
1	2	1	65%	4	4	6,362	2	7,831	2
1	1	1	40%	3	3	3,954	1	5,622	1
1	0	1	16%	2	2	2,800	1	3,748	1
1	3	0	89%	6	6	8,769	2	11,244	2
1	2	0	65%	4	4	6,362	2	7,543	2
1	1	0	40%	3	3	3,954	1	5,622	1
1	0	0	16%	2	2	2,800	1	3,748	1
0	3	0	74%	5	5	7,222	2	9,370	2
0	2	0	49%	3	3	4,815	1	5,709	1
0	1	0	25%	2	2	2,800	1	3,748	1

Notes: If a Configuration is not shown then it is not recommended.

Process Condensate Pumps

Flows greater than 5,600 m3/h require 2 pump operation.

Flows less than 5,600 m3/h require 1 pump operation.

Minimum flow requirement can be met by increasing flow to the barometric condensers.

To Protect the Heat Exchangers from over pressurization do not operate 1 pump unless the total flow is greater than 2,800 m3/h.

To Protect the Heat Exchangers from over pressurization do not operate 2 pumps unless the total flow is greater than 5,600 m3/h.

Minimum pump flow is 1,800 m3/h per pump.

Maximum pump flow is 5,800 m3/h per pump.

Cooling Tower Pumps

Flows less than 4,000 m3/h requires 1 pump operation.

Flow Greater than 6,700 m3/h requires 2 pump operation.

Flows between 4,000 m3/h and 6,700 m3/h can be operated with 1 or 2 pumps.

Minimum pump flow is 2,000 m3/h per pump.

Maximum pump flow is 6,800 m3/h per pump.

Cooling Tower Parameters

A water flow of 1872 m3/h per cell will lead to a water head of 0.74 meter above the cell inlet flange axis.

A water flow of 2540 m3/h per cell will lead to a water head of 1.5 meter above the cell inlet flange axis.

A water flow greater than 2540 m3/h per cell is not recommended as it may lead to damage of the cooling tower components.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 142 sur 209

10.6. Démarrage normal

Sauf si le bassin chaud ou un bassin de refroidissement ont été vidés intentionnellement à des fins de maintenance, de nettoyage ou pour une autre raison, après le remplissage initial, il y a toujours une certaine quantité de liquide dans chacun d'eux. De ce point de vue, un démarrage normal peut impliquer simplement de vérifier les niveaux dans le bassin ou le bassin chaud et d'ajouter de l'eau ou du condensat de traitement selon les besoins pour atteindre les niveaux de démarrage adéquats.

Les pompes doivent être démarrées par un opérateur en mode local avec la liste de vérification suivante.

1. Vérifiez les niveaux dans les puisards du bassin froid et du bassin chaud pour faire fonctionner la pompe avant de démarrer des pompes.
2. Les pompes de la tour de refroidissement (425EA/B/KP02) doivent être démarrées en premier avec deux pompes actives et une pompe de rechange.
3. Assurez-vous que l'eau de rinçage des garnitures est ouverte.
4. Assurez-vous que les vannes de refoulement des pompes sont fermées.
5. Démarrez la première pompe et observez l'ouverture de la vanne de refoulement (HV055, HV057 ou HV059) à mesure que la pression augmente dans la pompe.
6. Démarrez la deuxième pompe en répétant les étapes 2 à 4.
7. Une fois que les pompes de la tour de refroidissement fonctionnent de manière stable, démarrez les pompes à condensat de traitement (425EA/B/KP01) en suivant les étapes 2 à 5 ci-dessus

Suivez les recommandations du fabricant pour le démarrage normal des plans d'étanchéité de pompe et des pompes. En général, les pompes continuent à fonctionner tant qu'une partie de l'usine est opérationnelle.

10.7. Arrêt normal

L'arrêt normal du bassin chaud du système de condensat de traitement ou de la tour de refroidissement devrait uniquement avoir lieu pendant la période de révision annuelle étant donné que cela nécessite un arrêt potentiel de toute l'usine de PAP. Des parties du système de condensat de traitement ou de la tour de refroidissement peuvent être restreintes ou arrêtées pour être entretenues pendant que d'autres sections de l'usine sont fermées.

Ainsi, il peut être utile de constituer des listes de vérification des points d'inspection et des activités de routine pour les opérateurs dans cette zone. Cela s'applique particulièrement lorsque d'autres sections de l'usine sont fermées, car c'est pendant ces périodes que le lavage des conduites est de l'équipement a le plus souvent lieu et que le personnel peut se voir attribuer temporairement des tâches supplémentaires ou différentes en lien avec les activités de maintenance dans d'autres zones.

10.8. Inspection et nettoyage

En général, il est inutile d'inspecter et de nettoyer fréquemment le bassin de la tour de refroidissement et le bassin chaud de condensat de traitement et cela aura lieu à intervalles

irréguliers. À moins que des problèmes inattendus ne surviennent, il ne sera peut-être pas nécessaire de vidanger complètement un bassin ou un bassin chaud pendant un an ou plus. Dans la mesure du possible, il est préférable de réaliser une inspection complète de cet équipement chaque année afin de coïncider avec l'arrêt annuel du système de réaction. Toutefois, cela nécessite généralement de remplir le système avant le démarrage. L'équipement tel que les pompes doit être entretenu et réparé conformément aux recommandations du fabricant.

10.9. Arrêt d'urgence

Une cause type d'arrêt d'urgence pourrait être une panne d'électricité générale ou localisée. En général, la seule mesure à prendre concernant le bassin de la tour de refroidissement et le bassin chaud de condensat de traitement dans de telles circonstances est de s'assurer que l'équipement essentiel redémarre sans problème lorsque l'électricité revient. En fonction du système de contrôle électrique, il est toujours préférable d'arrêter tout l'équipement rotatif, afin que les moteurs puissent redémarrer l'un après l'autre dans l'ordre souhaité.

D'autres types de défaillances électriques ou mécaniques peuvent entraîner des arrêts imprévus qui doivent être analysés et traités en fonction des circonstances spécifiques. Des procédures plus spécifiques peuvent être établies et modifiées à mesure que ces situations se produisent. Les systèmes de condensat de traitement et de la tour de refroidissement sont dotés de pompes de rechange en ligne pour maintenir les opérations en cas de défaillance d'une pompe.

10.10. Dépannage

Problème	Cause possible	Mesure
Refroidissement incorrect du condensat de traitement	Les échangeurs de chaleur à plaque et à cadre sont encrassés	Vérifiez le débit et la pression dans l'échangeur de chaleur et nettoyez les échangeurs selon les besoins.
	Débit incorrect vers l'échangeur de chaleur	Vérifiez les crépines en Y et nettoyez-les au besoin.
	La tour de refroidissement ou les pompes à condensat de traitement ne fonctionnent pas normalement	Vérifiez que les pompes fonctionnent bien. Remplacez par les pompes de rechange en ligne au besoin et programmez une réparation immédiate de la pompe défaillante.
Conductivité élevée dans la tour de refroidissement	Défaillance de l'échangeur de chaleur	Isolez l'échangeur défaillant et programmez une réparation immédiate. Ajustez le traitement de l'eau selon les besoins pour restaurer les niveaux de conductivité adéquats
	D'autres sources de contamination sont présentes	Localisez la source de contamination et isolez-la.
pH faible dans le bassin de la tour de refroidissement	Perte de contrôle du dosage des produits chimiques	Vérifiez le bon fonctionnement du système de dosage
	Défaillance de l'échangeur de chaleur	Vérifiez que les échangeurs de chaleur ne fuient pas dans l'eau de refroidissement
Refroidissement inadéquat dans la tour de	L'enveloppe est obstruée	Inspectez les cellules et l'enveloppe pour voir si elles sont contaminées, Nettoyez l'enveloppe conformément au manuel d'utilisation

refroidissement		du fabricant.
	Température ambiante trop élevée	Ajustez les cellules de la tour pour un refroidissement maximal. Réduisez la charge thermique de l'usine si possible.
	Le(s) ventilateur(s) à tirage ne fonctionnent pas correctement	Inspectez les ventilateurs, corrigez/réparez selon les besoins. Consultez le manuel d'utilisation du fabricant.
La tour de refroidissement requiert un volume excessif d'eau d'appoint	Les conduites de vidange sont mal configurées.	Configurez correctement les conduites de vidange.
	Dérive excessive	Ajustez les ventilateurs et les ouvertures d'aération pour réduire la dérive.
	Utilisation d'eau excessive dans le laveur	Vérifiez la section d'eau douce du laveur.

Pour dépanner les pompes et les ventilateurs, consultez les directives jointes en Annexe.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 145 sur 209

11. Feuilles de contrôle de l'opérateur, échantillonnage, lavage de routine et maintenance

11.1. Feuilles de contrôle de l'opérateur

Les feuilles de contrôle de l'opérateur permettant de noter les données de fonctionnement de l'équipement sont situées à l'Annexe 13.10.

11.2. Échantillonnage

Les tableaux suivants établissent les points et fréquences d'échantillonnage raisonnables qui ont été jugés nécessaires pour bien contrôler le processus. Ils doivent vous servir de guide pour la programmation et la budgétisation des effectifs et ne doivent pas être négligés. Lors d'un bon fonctionnement, ces mesures permettront aux opérateurs de traitement d'être certains que l'usine est sous contrôle tout en soulignant rapidement les modifications de flux hors de contrôle.

Les tableaux de contrôle sont souvent utiles pour indiquer les tendances de variables importantes. Ils peuvent être tracés à partir de la fonction d'historique du DCS ou dessinés à la main. L'objectif est de porter l'attention de l'opérateur sur les variables de contrôle importantes.

11.2.1. Échantillons à analyser dans le laboratoire de l'usine

Nombre d'échantillons	Description	Fréquence	Volume ou poids	Analyse	Méthode
1	Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur	2 heures	200 g	% de solides	Jacobs 4.1.1
2	Pulpe de Phosphate vers le réacteur	2 heures	200 g	% de solides	Jacobs 4.1.1
3	Pulpe du réacteur	1 heure	en fonction de l'appareil	Densité	Jacobs 4.1.3
4	Pulpe du réacteur	1 heure	500 ml	SO ₄ et sp. gr. à °C en liqueur	Jacobs 4.1.5 Jacobs 4.1.2
5	Filtrat n°4 (chaque filtre)	1 heure	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
6	Filtrat n°3 (chaque filtre)	1 heure	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
7	Acide produit du filtre (chaque filtre)	1 heure	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
8	Acide de retour (chaque filtre)	1 heure	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
9	Pulpe (28 %)	2 heures	250 ml	% volume	Jacobs 4.1.4
10	Pulpe (clarificateurs à 54 %)	2 heures	250 ml	% volume	Jacobs 4.1.4
11	Pulpe (stockage à 54 %)	2 heures	250 ml	% volume	Jacobs 4.1.4
12	Acide à 28 % vers le clarificateur	Deux fois par période de travail	-	Température :	
13	Alimentation de l'évaporateur	Deux fois par période de travail	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.4
14	Produit d'évaporateur (chaque	1 heure	250 ml	sp. gr. à °C	Champ

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 146 sur 209

Nombre d'échantillons	Description	Fréquence	Volume ou poids	Analyse	Méthode
	évaporateur)				Jacobs 4.1.2
15	Acide provenant du clarificateur à 54 %	Deux fois par période de travail	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
16	Acide provenant du stockage à 54 %	Deux fois par période de travail	250 ml	sp. gr. à °C	Champ Jacobs 4.1.2
17	Condensat de vapeur	Une fois par jour ou selon les besoins	250 ml	Conductivité	Jacobs 4.1.7

11.2.2. Échantillons à analyser dans le laboratoire principal

Nombre d'échantillons	Description	Fréquence	Volume ou poids	Total	Analyse	Méthode
1	Pulpe de Phosphate vers le réacteur	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ CaO % de solides	AFPC IX-3C AFPC IX-12C Jacobs 4.3.3
2	Pulpe de Phosphate vers le réacteur	Quotidienne	Mélange de ce qui précède		P ₂ O ₅ CaO SO ₃ Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ MgO MnO K ₂ O Na ₂ O CO ₂ F Cl dans la roche Cl dans le liquide Analyse de filtre % de solides Acide insol. LOI	AFPC IX-3C AFPC IX-12C AFPC IX-18A AFPC IX-6B & 6B Note 2 AFPC IX-7B & 7B Note 1 AFPC IX-8A AFPC IX-10A AFPC IX-10A AFPC IX-9A AFPC IX-13B AFPC IX-14B Ion spécifique Électrode Ion spécifique Électrode Jacobs 4.3.1 Jacobs 4.3.3 AFPC IX-8A AFPC IX-19A
3	Acide sulfurique	Une fois par période de travail	50 ml par période de travail	500 ml	H ₂ SO ₄	Jacobs 4.2.1

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 147 sur 209

Nombre d'échantillons	Description	Fréquence	Volume ou poids	Total	Analyse	Méthode
4	Acide produit phosphorique	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ H ₂ SO ₄ F CaO Sp.Gr. à °C % de solides	AFPC XI-3C (échant. de filtre) AFPC XI-18A (échant. de filtre) AFPC XI-17B (échant. de filtre) AFPC XI-18A (échant. de filtre) Jacobs 4.1.2 (échant. de filtre) Jacobs 4.4.2 (échant. de filtre)
Note : (échant. de filtre) indique que l'échantillon doit être filtré dans le laboratoire afin d'éliminer les solides avant l'analyse.						
5	Gâteau de gypse du filtre	Une fois par période de travail	150 gm par heure	1200 gm	Préparation C.I. P ₂ O ₅ W. Sol. P ₂ O ₅ Total de P ₂ O ₅ SO ₄ CaO H ₂ O libre	Jacobs 4.5.1 AFPC XI-4C et Jacobs 4.5.2 AFPC XI-1-3 et Jacobs 4.5.2 AFPC XI-3C et Jacobs 4.5.2 Jacobs 4.5.5 AFPC IX-12C Jacobs 4.5.1
6	Condensat de traitement vers le condensateur barométrique du Flash Cooler	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ F Cl	AFPC XI-3C AFPC XI-16B Ion spécifique Électrode
7	Condensat de traitement provenant du condensateur barométrique du Flash Cooler	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅	AFPC XI-3C
8	Eau de lavage du gâteau de filtre	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅	AFPC XI-3C
9	Puisard d'eau de récupération	Une fois par période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅	AFPC XI-3C
10	Test du laveur des gaz	Une fois par jour pendant 3 jours, selon les besoins			F	EPA-13B
11	Acide phos. d'alimentation de l'évaporateur	Période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ F Sp. Gr. à °C % de solides	AFPC XI-3C AFPC XI-16B Jacobs 4.1.2 Jacobs 4.4.2
12	Acide phos. d'alimentation de l'évaporateur	Période de travail	Mélange de ce qui précède	2 litres	Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ MgO	AFPC XI-8A AFPC XI-9A AFPC XI-11A

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 148 sur 209

Nombre d'échantillons	Description	Fréquence	Volume ou poids	Total	Analyse	Méthode
13	Évap. Acide phos. produit	Période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ F Sp. Gr. à °C % de solides	AFPC XI-3C AFPC XI-16B Jacobs 4.1.2 Jacobs 4.4.2
14	P ₂ O ₅ clarifié à 54 %	Quotidienne	250 ml toutes les 4h	1,5 litres	P ₂ O ₅ % de solides	AFPC XI-3C Jacobs 4.4.2
15	P ₂ O ₅ produit à 54 %	Quotidienne	250 ml toutes les 4h	1,5 litres	P ₂ O ₅ CaO F SO ₃ Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ MgO Sp. Gr. à °C % de solides	AFPC XI-3C AFPC XI-10A ou AFPC IX-12B AFPC XI-16B Jacobs 5.5 AFPC XI-8A AFPC XI-9° AFPC XI-11° Jacobs 4.4.2 Jacobs 4.1.2
16	Acide fluosilicique (chaque évaporateur)	Période de travail	250 ml par heure	2 litres	F P ₂ O ₅ Sp. Gr. à °C	Jacobs 4.6.1 ou XIII-2A AFPC XIII-3 Jacobs 4.1.6
17	Réservoir d'acide fluosilicique	Période de travail au besoin	250 ml par heure	2 litres	F H ₂ SiF ₆ P ₂ O ₅ Sp. Gr. à °C	AFPC XIII-2 AFPC XIII-2 AFPC XIII-3 Jacobs 4.1.6
18	Eau d'étang	Période de travail	250 ml par heure	2 litres	P ₂ O ₅ F Sp. Gr. à °C	AFPC XI-3C AFPC XI-16B Jacobs 4.1.2
19	Liqueur du réacteur*	4 fois par heure		100 mL	P ₂ O ₅ SO ₄ Sp. Gr. à °C	AFPC XI-3C Jacobs 4.5.5 Jacobs 4.1.2
Notes : * 6 analyses de contrôle chaque jour sur les échantillons du laboratoire d'usine.						
20	Pulpe à 28 % de P ₂ O ₅	Selon les besoins		100 ml	% de solides*	Jacobs 4.4.2
21	Pulpe à 54 % de P ₂ O ₅	Selon les besoins		100 ml	% de solides	Jacobs 4.4.2

11.3. Lavage de routine

11.3.1. Épaississement de la pulpe de Phosphate

Comme de la pulpe de Phosphate peut facilement se déposer et boucher les conduites, les conduites d'aspiration et de refoulement des pompes dans la zone d'épaississement de la pulpe de Phosphate sont dotées de raccords spéciaux permettant de les rincer facilement à l'eau. De l'eau est toujours disponible pour chacun de ces raccords via le collecteur de distribution d'eau de traitement et elle doit être utilisée pour rincer les conduites d'aspiration pendant 20 secondes lors de l'arrêt de pompes ou du changement de conduites. Les conduites de refoulement sont

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 149 sur 209

ensuite rincées pendant 2 minutes jusqu'au réservoir d'alimentation de pulpe de Phosphate ou aux réservoirs de réception de pulpe de Phosphate.

Lorsqu'une pompe est arrêtée, il est généralement possible de laisser la conduite s'égoutter dans la cuve d'alimentation tout en configurant la vanne pour qu'elle fournisse de l'eau de rinçage à partir du collecteur de distribution d'eau de traitement. L'eau de rinçage doit ensuite s'écouler pendant 20 secondes pour rincer les solides provenant de la conduite d'aspiration. Ensuite, la soupape d'aspiration de la pompe est immédiatement fermée et l'eau de rinçage appliquée à la conduite de refoulement pendant deux (2) minutes. Pour la plupart des conduites, il sera nécessaire de fermer la vanne vers la destination de traitement actif (destination initiale) au bout d'une (1) minute pour éviter toute dilution de traitement inutile.

Les conduites peuvent se boucher de temps en temps. L'opérateur de traitement doit d'abord essayer d'éliminer le blocage en prolongeant l'application d'eau provenant du collecteur de distribution d'eau de traitement, et en veillant à prévenir toute dilution inutile des principaux flux de traitement. Tous les coudes et tuyauteries sont dotés de brides pour être facilement enlevés et des flexibles d'eau utilitaires peuvent être insérés dans les sections ouvertes de la tuyauterie pour éliminer la roche du puisard de récupération dans la zone rocheuse.

La zone d'épaississement de pulpe de Phosphate est conçue avec une capacité de retenue importante dans les réservoirs de pulpe de Phosphate afin que le nettoyage et la maintenance de routine puissent être réalisés tout en continuant à alimenter le réacteur. Les réservoirs de pulpe de Phosphate ont un volume utile d'environ 1 200 m³. Lorsque l'usine fonctionne à pleine capacité, le taux d'alimentation prévu provenant des réservoirs de pulpe de Phosphate vers le réacteur est de 161 m³/h. Par conséquent, les réservoirs de pulpe de Phosphate ont une capacité de retenue de plus de sept heures à niveau plein et même plus si le débit est réduit. Pendant ce temps, le nettoyage et la maintenance dans la zone d'épaississement de pulpe de Phosphate peuvent être réalisés selon les besoins.

11.3.2. Réacteur

Le réacteur est conçu pour fonctionner d'un arrêt annuel à l'arrêt annuel suivant avec un temps d'interruption minimal. La vidange et l'entrée dans le réacteur doivent avoir lieu conformément aux exigences en matière de sécurité de la Section 12 de ce manuel d'utilisation, y compris les Procédures d'accès aux espaces confinés et un Examen complet des analyses de risques.

Il est prévu que le contenu du réacteur soit éliminé en étant pompé vers l'un des deux filtres d'exploitation, ou les deux, sans renvoyer l'acide de retour dans les tés de mélange du réacteur. Les pompes de circulation du Flash Cooler doivent être arrêtées lorsque l'ampérage des pompes commence à varier afin d'éviter d'endommager les roues et les boîtiers. Ensuite, vous pouvez arrêter la pompe à vide et laisser le Flash Cooler s'égoutter dans les réservoirs de maturation.

Lorsque le niveau de pulpe dans le réacteur approche du fond de la turbine des agitateurs d'attaque, vous devez arrêter les agitateurs pour éviter les charges excessives sur les arbres et les entraînements.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 150 sur 209

Il restera de la pulpe dans les réservoirs de maturation et le réacteur qui doit être éliminée à l'aide des pompes mobile de bouillie phosphorique vers l'alimentation du filtre. Pendant ce temps, les couvercles agitateurs du réacteur doivent être ramenés en arrière et les flexibles d'eau utilitaires utilisés pour diluer et rincer le plus de pulpe possible. L'eau et la pulpe résiduelles s'écouleront dans les fosses et vers le puisard d'acide du réacteur/filtre 403AAR04. Lorsque le réacteur est arrêté, il est normal que le drainage contienne des morceaux de tartre, des dépôts et des solides étrangers. Des mesures temporaires peuvent être requises pour empêcher les solides de grande taille de pénétrer dans la pompe de puisard du réacteur/filtre, qui a été conçue pour une taille de particules max. de 10 mm.

Le puisard d'acide du filtre/réacteur peut revenir dans le compartiment n°2 du réacteur ou dans le réservoir d'eau de lavage. Le réservoir d'eau de lavage est raccordé à la conduite souterraine de retour de gypse/eau de mer par un tuyau de 100 mm. Si le réacteur doit être vidangé en urgence, par exemple après un lavage (voir ci-dessous), il peut être souhaitable d'augmenter ce débit en configurant les pompes mobiles de bouillie phosphorique pour refouler vers la trémie de gypse dans l'un des filtres.

Une fois le reste de la pulpe éliminé du réacteur, de l'eau est acheminée depuis le réservoir d'eau de lavage et depuis le système de condensat de traitement afin de remplir le réacteur jusqu'au niveau de liquide de fonctionnement maximal. Il est préférable d'utiliser de l'eau chaude et claire. Avec les agitateurs activés, le contenu du réacteur doit s'écouler dans le Flash Cooler et le réacteur par le biais des pompes du Flash Cooler pendant au moins 24 heures. Ensuite, videz à nouveau le réacteur via le filtre à l'aide des pompes mobiles de bouillie phosphorique afin de transférer les résidus vers les pompes d'alimentation du filtre ou vers la conduite de gypse, selon les besoins.

Vous pouvez ensuite ouvrir le réacteur pour l'inspecter. Il s'agit d'une opération dangereuse, et aucun travailleur seul ne doit être autorisé à entrer dans le réacteur seul, sans être accompagné d'au moins un observateur se trouvant toujours dans sa ligne mire. Assurez-vous que les matières peuvent toujours tomber des structures surélevées. Observez attentivement les exigences PIP et les procédures de verrouillage et d'étiquetage.

11.3.3. Laveur des gaz

La garniture du laveur des gaz est attentivement sélectionnée pour permettre un excellent drainage des solides formés dans les couches de patins. Au bout d'une période de fonctionnement prévue de plusieurs semaines ou de plusieurs mois, certains solides peuvent adhérer aux couches individuelles et la garniture doit être retirée pour être nettoyée. Des cassettes de garniture individuelles peuvent être retirées pendant le fonctionnement de manière soigneuse et en faisant en sorte que les émissions au niveau de l'analyseur de cheminée ne dépassent pas 5 mg de fluorure par mètre cube. Des cassettes de rechange doivent immédiatement être réinsérées.

Le nettoyage peut être réalisé en séparant les couches individuelles de garniture et en lavant le support sur une surface plane à l'aide du pulvérisateur à partir d'une pompe haute pression ne dépassant pas une pression de 75 Bar(g). Au moins une cassette propre dotée d'une garniture propre doit être accessible à tout moment.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 151 sur 209

Lorsque le laveur des gaz est ouvert, des tests doivent être réalisés pour respecter les profils de jet des buses. Les buses ne pulvérisant plus ou avec des profils de jet tordus doivent être nettoyées ou changées. Chaque rampe de pulvérisation portant les buses est conçue pour être retirée par le haut et réinsérée pendant le fonctionnement, au besoin. Le fonctionnement adéquat du laveur des gaz et la durée de service prolongée de la garniture dépendent de la couverture uniforme de la garniture avec le liquide de lavage.

Le ventilateur du laveur des gaz doit être nettoyé en pulvérisant de l'eau de traitement dans le boîtier du ventilateur pendant (5) minutes lors de chaque période de travail ou plus souvent si besoin est. Les buses de pulvérisation dans le ventilateur, la tuyauterie et les raccords de conduite doivent être entretenus toutes les semaines pour éviter l'obstruction des conduites et une mauvaise ventilation.

11.3.4. Filtre

Le système de filtration doit être lavé une fois par semaine pendant au moins 8 heures par filtre, en suivant la procédure d'arrêt normal et de lavage décrite à la Section 5. L'idée générale consiste à rincer le filtre avec de l'eau douce chaude pendant plusieurs heures, en évacuant l'effluent dans le réservoir d'eau de lavage. La lavage initial sera suivi d'un lavage plus long en utilisant l'eau chaude de lavage recyclée provenant du réservoir de lavage de gâteau via l'extrémité arrière du filtre, via la pompe à acide de retour, en contournant le réacteur, via la pompe d'alimentation du filtre, via l'extrémité avant du filtre, via la pompe à acide produit, en contournant le bassin de distribution à 28 %, et renvoyée au réservoir de lavage de gâteau.

11.3.5. Concentration

La fréquence de la procédure d'ébouillantage de l'évaporateur dépendra de facteurs différents tels que les exigences en matière de production, les tendances d'entartrage de l'acide, la capacité d'alimentation et de stockage de produit et la programmation de la maintenance et des réparations de l'équipement associé. En général, il est prévu que le drainage de l'évaporateur et l'ébouillantage de routine soient réalisés toutes les deux à quatre semaines. Cela donne l'opportunité de nettoyer les pompes d'alimentation et de produit et l'accumulation de tartre dans les tuyaux. Cela donne aussi l'opportunité de réaliser la maintenance de routine et d'inspecter visuellement l'intérieur du système. La procédure d'ébouillantage pour un évaporateur est décrite dans la Section 7 sur l'arrêt normal et l'ébouillantage.

11.3.6. Clarification et stockage

En général, il est inutile d'inspecter et de nettoyer fréquemment la zone de clarification et de stockage d'acide et cela aura lieu à intervalles irréguliers. À moins que des problèmes inattendus surviennent, il ne sera peut-être pas nécessaire de vidanger complètement un réservoir de stockage pendant un an ou plus. Dans la mesure du possible, il est préférable de réaliser une inspection complète de cet équipement chaque année afin de coïncider avec l'arrêt annuel du système de réaction. Toutefois, il vaut mieux qu'un réservoir reste rempli avec du produit évaporé à 54 % pour pouvoir redémarrer facilement l'évaporateur.

11.3.7. Stockage et gestion de l'eau de lavage

Le système de collecte et de distribution de l'eau de lavage de l'usine est assez complexe. Ce qui suit résume les différents réservoirs et puisards de collecte et les différentes sources et destinations du liquide collecté :

Cuve de récupération	N° de zone/équip.	Sources	Destinations *
Puisard de récupération	402AAR01	Drainage	Réservoir de réception de pulpe de Phosphate
Puisard d'acide du réacteur/filtre	403AAR04	Drainage	- Réacteur (s'il s'agit principalement d'acide) - Réservoir de lavage (s'il s'agit principalement d'eau)
Puisard d'eau de traitement	403AAR07	- Laveur des gaz - Fourniture de l'eau de traitement (sur le régulateur de niveau)	- Laveur des gaz - Conduites de pulvérisation du réacteur - Pré-condensateur du refroidisseur - Réservoir d'eau de lavage (sur le régulateur de niveau)
Puisard de concentration	404AAR01	Drainage	Bassin de distribution de clarification à 28 % qui alimente : <ul style="list-style-type: none"> • 28 clarificateurs • Réservoir d'eau de lavage
Réservoir d'eau de lavage	413AAR01	- Puisard d'eau de traitement - Eau de lavage de l'évap. (à partir de la pompe de drainage de l'évap.) - Puisard d'acide du réacteur/filtre - Alimentation d'eau de traitement	Zone de broyage Réacteur
Un puisard de clarification à 28 %	413AAR03	Drainage	Bassin de distribution de clarification à 28 % qui répartit le liquide vers : <ul style="list-style-type: none"> • 28 clarificateurs • Réservoir d'eau de lavage Conduite de refoulement du réservoir d'eau de lavage qui alimente : <ul style="list-style-type: none"> • Réacteur • Zone de broyage
Puisard de clarification à 54 %	414AAR01	Drainage	Bassin de distribution de clarification à 28 % qui répartit le liquide vers : <ul style="list-style-type: none"> • 28 clarificateurs • Réservoir d'eau de lavage Bassin de distribution de clarification à 54 % qui alimente : <ul style="list-style-type: none"> • 54 clarificateurs • Fosse

* Note : Tous les puisards débordent également dans la conduite de gypse souterraine en revenant dans la mer
Les cuves les plus importantes régulant l'équilibre de l'eau dans le système sont le puisard d'eau de traitement et le réservoir d'eau de lavage.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 153 sur 209

Le puisard d'eau de traitement est réglé sur le régulateur de niveau automatique « split range ». Lorsque de l'eau est requise (lors du fonctionnement normal), le régulateur de niveau ouvre une soupape de contrôle sur la conduite d'alimentation d'eau de traitement. Lorsqu'il y a un excédent d'eau (pendant le lavage initial du filtre), le régulateur de niveau ouvre une soupape de contrôle sur la conduite d'eau de purge vers le réservoir d'eau de lavage.

Le réservoir d'eau de lavage est doté d'un indicateur de niveau uniquement avec des alarmes de niveau élevé et bas. À partir de ce réservoir, l'eau collectée est pompée manuellement vers la zone d'épaississement ou le réacteur via la commande de débit.

Comme il est important de minimiser l'utilisation de l'eau, les opérateurs doivent superviser étroitement l'utilisation d'eau de traitement d'appoint et de l'eau de traitement recyclée. Les utilisateurs normaux de l'eau douce de traitement sont les suivants :

- la zone d'épaississement de la pulpe de Phosphate (pour diluer la pulpe de Phosphate)
- le laveur des gaz (la phase finale de lavage et par intermittence sur le déviscuteur)
- l'eau de barrage (pour les pompes)
- Puisard d'eau de traitement
- Lavage initial du filtre
- Lavage de l'évaporateur

Les utilisateurs normaux de l'eau de traitement recyclée sont les suivants:

- la zone d'épaississement de pulpe de Phosphate (un faible pourcentage du total)
- le laveur des gaz (phases initiales)
- les conduites de pulvérisation du réacteur
- le pré-condensateur du refroidisseur
- le lavage normal du gâteau et du tissu du filtre

Dans les différents autres puisards, le déversement dans la zone est drainé vers le puisard. Chaque puisard est doté d'une alarme de niveau élevé pour prévenir l'opérateur que le puisard se remplit de liquide. À ce moment-là, la pompe de puisard démarre automatiquement pour transférer le contenu vers une destination prédéterminée. Le choix de la destination est déterminé par les vannes d'isolement de conduite manuelles et/ou l'emplacement du flexible dans un bassin de distribution. Comme le liquide dans le puisard est normalement de l'eau de pluie, la vanne vers le réservoir d'eau de lavage est normalement ouverte. Lorsque la pompe démarre, la personne responsable de la zone doit prélever un échantillon de fluide et vérifier la composition. Pour cela, le moyen le plus simple consiste à vérifier le pH et la gravité spécifique. Si le fluide est de l'eau, l'opérateur doit laisser ouverte la vanne manuelle sur la conduite du réservoir d'eau de lavage. Si le fluide est de l'acide, la personne responsable doit inspecter la zone de stockage pour détecter s'il y a une fuite et déterminer à partir de la densité de l'acide s'il faut pomper l'acide vers le réacteur ou vers le stockage d'acide à 28 % ou à 54 %. La pompe de puisard s'arrête automatiquement lorsque le niveau bas est atteint dans le puisard.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 154 sur 209

11.4. Maintenance minimale recommandée

Le tableau suivant indique le programme de maintenance minimale recommandé. Les opérateurs doivent examiner tout l'équipement pendant leur travail et signaler les bruits anormaux, les fuites, les vibrations et/ou les problèmes de maintenance potentiels.

Lorsque les opérations de l'usine sont établies, des informations peuvent être développées pour indiquer que la fréquence d'inspection peut être modifiée afin de maintenir des conditions et une efficacité optimales.

Le moment idéal pour la maintenance est pendant les arrêts programmés. Concernant le réacteur, les zones de clarification et de stockage, une grande partie de l'équipement ne pourra pas être entretenue jusqu'à l'arrêt annuel. Concernant le filtre et les évaporateurs, la maintenance de routine sera beaucoup plus simple avec des arrêts programmés plus fréquents. Concernant la zone d'épaississement de la pulpe de Phosphate, la plupart de la maintenance normale peut avoir lieu pendant le fonctionnement normal, comme indiqué à la Section 4.

Pendant les arrêts et la maintenance, l'équipement tel que les pompes et les plans d'étanchéité des pompes, les agitateurs et les racleurs doit être entretenu conformément aux recommandations du fabricant. Les problèmes en termes d'alignement, d'étanchéité ou de bruits anormaux doivent également être identifiés et résolus à ce moment-là.

		FRÉQUENCE				
ÉQUIPEMENT		Quotidienne	1 semaine	2 semaines	8 semaines	12 semaines
1	Épaississeur	Selon les besoins				
2	Réservoirs de réception de pulpe de Phosphate et agitateurs	Selon les besoins				
3	Épaississeur à cône profond et réservoir et racleurs de pulpe de Phosphate	Selon les besoins				
4	Pompes à pulpe de Phosphate		3			
5	Réacteur et agitateurs	Selon les besoins				
6	Pompe du Flash Cooler	Selon les besoins				
7	Flash Cooler, pré-condensateur et système du condensateur					1
8	Tés de mélange et tuyaux plongeurs				1	
9	Laveur des gaz et conduites	Selon les besoins – 1,3				
10	Ventilateur du laveur des gaz	3				1
11	Système d'alimentation du filtre	3				
12	Filtre		2,3	1		
13	Séparateurs de filtrat et branches inférieures		3		1	

14	Pompes à filtrat		3	1		
15	Pompe à vide					1
16	Laveur de filtre					1
17	Pompe de lavage de tissu du filtre		3		1	
18	Puisard et fosses	Selon les besoins				
19	Pompes et courroie en V des ventilateurs			2		
20	Crépines	Selon les besoins, lorsque la baisse de pression dépasse 10 psi.				
21	Évaporateur HEX, Bouilleur, séparateur, laveurs et condensateur		3		1	

Légende

- 1- Vidangez et/ou ouvrez pour inspecter visuellement l'intérieur de l'équipement et le nettoyer au besoin.
- 2- Vérifiez et ajustez
- 3- Lavez

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 157 sur 209

12. Sécurité

12.1. Introduction à la sécurité

Il est tout aussi important de connaître les facteurs de sécurité concernant l'exploitation de l'usine que de connaître les principes de fonctionnement et les fonctions de l'équipement. Cette section du Manuel d'utilisation présente des informations sur les produits chimiques et les dangers qui peuvent se présenter pendant l'exploitation de l'usine. Elle a pour but de compléter le Manuel de sécurité de l'usine qui inclura les politiques et procédures générales en matière de sécurité pour prévenir les accidents.

Pendant le fonctionnement normal de l'usine, il y a généralement moins de risque d'être exposé à des opérations et à des dangereuses que lors d'un arrêt partiel ou d'une situation anormale pouvant nécessiter des travaux de maintenance ou entraîner des conditions inattendues. En raison de la nature répétitive des tâches de routine telles que le démarrage des pompes, le changement des réservoirs, le prélèvement d'échantillons, etc., il est plus facile d'identifier les situations dangereuses potentielles et de planifier à l'avance la manière dont les tâches devraient être réalisées et l'équipement et les mesures de protection requis. Pour leur propre sécurité et celle de leurs collègues, tous les employés sont encouragés à rechercher constamment un moyen plus sûr de faire leur travail. Cette « sensibilisation à la sécurité » doit donc être communiquée à tous les employés concernés et à ceux responsables de mettre en œuvre des pratiques de travail sûres dans toute l'usine. Les réunions sur la sécurité, les affiches, les tableaux d'information, les programmes de suggestions aux employés et d'autres politiques administratives sont tous des moyens utiles de promouvoir la sécurité.

L'exposition à l'équipement et aux produits chimiques dangereux ne peut être complètement évitée dans une usine d'acide phosphorique, mais toutes les opérations dans l'usine peuvent être réalisées de manière sûre.

Les informations et précautions suggérées dans cette section doivent être modifiées et complétées avec des procédures plus spécifiques à mesure qu'elles deviennent connues suite au démarrage initial et à l'exploitation de l'usine.

12.2. Équipement de protection individuel (EPI)

12.2.1. Déterminer l'EPI adapté

Pour choisir l'EPI le plus adapté, envisagez soigneusement ce qui suit :

1. Cet équipement est-il adéquat pour les risques impliqués et les conditions là où l'exposition aux risques est probable ? Par exemple, une protection oculaire normale contre les produits chimiques dangereux ne protégera pas une personne utilisant un broyeur pour découper de l'acier ou de la pierre.
2. Quels sont les besoins de la tâche et les exigences pour l'utilisateur ? Par exemple, l'effort physique requis pour faire le travail, la durée d'utilisation de l'EPI requis et les exigences de visibilité et de communication.
3. Cet équipement empêche-t-il ou contrôle-t-il de manière adéquate les risques impliqués sans augmenter le niveau de risque global ?

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 158 sur 209

4. Peut-il être ajusté pour aller parfaitement à l'utilisateur ?
5. Si plusieurs types d'EPI sont portés, sont-ils compatibles ? Par exemple, est-ce qu'un type spécifique de respirateur empêche de porter correctement une protection oculaire ?
6. La santé des personnes qui le portent a-t-elle été prise en compte ?

12.2.2. Protection oculaire



Dangers : projections de produits chimiques ou de métaux, poussières, projectiles, gaz et rayonnement

Options : lunettes de protection (écrans latéraux), écrans faciaux, visières

12.2.3. Protection de la tête



Dangers : impact provenant de la chute d'objets ou d'objets volants, risque de se cogner la tête, emmêlement des cheveux

Options : une large gamme de casques et de casquettes antichocs

12.2.4. Protection auditive



Dangers : bruit de l'équipement ou du processus (>85 décibels)

Options : bouchons d'oreilles, protège-oreilles

12.2.5. Protection respiratoire

Dangers : poussières, gaz, atmosphère faible en oxygène

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 159 sur 209

Options : masque filtrant ou demi-masque respiratoire, respirateurs complets ou, casque doté d'une alimentation d'air, appareils respiratoires

12.2.6. Protection de mains et des bras

Dangers : abrasion, température extrêmes, coupures et piqûres, impact, produits chimiques, choc électrique, infection cutanée, maladie ou contamination

Options : gants, gantelets, moufles, bracelets, brassards

12.2.7. Protection des pieds et des jambes



Dangers : surface mouillée, accumulation électrostatique, dérapage, coupures et piqûres, chutes d'objets, produits chimiques

Options : souliers ou bottes de sécurité avec des embouts protecteurs et une semelle intermédiaire imperméable, guêtres, collant, rabats

12.2.8. Protection corporelle

Dangers : température extrêmes, intempéries, éclaboussure de produits chimiques ou de métaux, pression du pulvérisateur, impact ou pénétration, poussière contaminée, happement des vêtements, chute de hauteur

Options : salopettes conventionnelles ou jetables, combinaisons, vêtements de protection spécialisés (tabliers en cote de mailles), vêtements à haute visibilité, harnais de protection contre les chutes ou d'éloignement de la cuve

12.2.9. Formation à l'EPI

Le fait de ne pas utiliser un EPI correctement ou de manière continue peut être aussi dangereux que de ne pas en porter un.

- Assurez-vous que toutes les personnes qui utilisent un EPI savent pourquoi il est requis, quand il doit être utilisé, réparé ou remplacé et ses limites.
- Indiquez aux personnes comment l'utiliser correctement et vérifiez qu'elles suivent vos indications.
- Comme l'EPI est un dernier recours après avoir envisagé d'autres moyens de protection, il est important que les utilisateurs le portent tant qu'elles sont exposées au risque. Ne faites pas d'exceptions pour les tâches qui ne prennent « que quelques minutes ».
- Vérifiez régulièrement que l'EPI est utilisé et renseignez-vous lorsqu'il n'est pas utilisé. Les panneaux de sécurité sont un bon rappel.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 160 sur 209

12.2.10. Maintenance de l'EPI

Assurez-vous que l'EPI est :

- correctement stocké lorsqu'il est inutilisé. Par exemple, dans une armoire ou un boîtier sec et propre.
- maintenu propre et en bon état – suivez le programme de maintenance du fabricant (y compris les périodes de remplacement et la durée d'entreposage). Une maintenance simple peut être réalisée par l'utilisateur formé, mais les réparations plus complexes doivent être réalisées par un spécialiste.

12.3. Produits chimiques

12.3.1. Acide phosphorique (consulter également la Section 12.8.8 Informations de l'EFMA)

L'acide phosphorique peut causer des brûlures graves lorsqu'il est chaud. Si l'acide est chaud et concentré, les dommages seront plus graves en raison de l'effet de déshydratations et de carbonisation.

Si vous recevez de l'acide phosphorique dans les yeux, rincez-vous les yeux avec de grandes quantités d'eau. Il est recommandé de consulter un médecin après un accident aux yeux avec de l'acide phosphorique.

Les premiers secours en cas de brûlure consistent à rincer la partie affectée avec de grandes quantités d'eau propre. L'acide peut provoquer des douleurs lorsqu'il se dépose sous les ongles ou entre en contact avec des parties tendres du corps. Les contacts peuvent également accroître le risque d'infection provenant de coupures et de blessures.

Il est recommandé de porter des vêtements protecteurs en caoutchouc si une personne risque d'entrer en contact avec de l'acide phosphorique. Ces vêtements doivent être nettoyés à l'intérieur et à l'extérieur après chaque utilisation.

L'acide phosphorique n'est pas inflammable mais, une fois en contact avec des métaux, il peut dégager de l'hydrogène qui est un gaz inflammable.

12.3.2. Acide sulfurique (consulter également la Section 12.8.8 Informations de l'EFMA)

L'acide sulfurique est un liquide incolore à trouble très dangereux et susceptible de causer une grave irritation de la peau, des yeux et des muqueuses.

Tout contact entre la peau et l'acide concentré provoque des brûlures douloureuses et il est très important d'éliminer l'acide en le rinçant immédiatement à l'eau. Les vêtements contaminés à l'acide doivent être retirés pendant le rinçage de la peau à l'eau. Les zones brûlées doivent être traitées comme dans le cas de brûlures thermiques.

Toute projection d'acide sulfurique dans les yeux peut entraîner des dommages et même la cécité. En cas de contact, il est nécessaire de se rincer immédiatement les yeux à l'eau pendant

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 161 sur 209

au moins 15 minutes les yeux grands ouverts pour nettoyer toute la zone de l'œil. Répétez le rinçage selon les besoins et consultez immédiatement un médecin ensuite.

Les brouillards ou vapeurs d'acide sulfurique sont irritants pour les voies respiratoires et les poumons et peuvent entraîner des lésions tissulaires. Toute personne exposée aux brouillards ou vapeurs d'acide sulfurique doit être transférée dans une zone non contaminée et examinée par un médecin. De l'oxygène peut être administré si cela est autorisé par un médecin. Si la personne ne respire plus, commencez la respiration artificielle et appelez un médecin.

L'ingestion peut causer des blessures ou même la mort. La personne affectée doit boire de grandes quantités d'eau ainsi que du lait et des blancs d'œuf ou du lait de magnésie. Ne provoquez PAS de vomissement.

Un vêtement de protection adéquat doit être porté par toute personne risquant d'entrer en contact avec de l'acide sulfurique. Cela inclut les bottes en caoutchouc, les combinaisons contre les acides, les lunettes, les chapeaux à bord large, les gants et les écrans faciaux.

Des flexibles à eau doivent être disponibles pendant les opérations de réparation lorsqu'il risque d'y avoir de l'acide. Soyez extrêmement prudent en cas de rupture de brides ou d'ouverture de cuves. Les déversements doivent être lavés à l'eau et neutralisés avec de la chaux ou du carbonate de sodium.

Il est important de suivre les bonnes procédures d'exploitation lorsque vous travaillez avec de l'acide sulfurique. Lors de la dilution d'acide, cela peut dégager une chaleur considérable. La dilution d'acide concentré peut générer suffisamment de chaleur pour faire bouillir l'acide dilué. Lorsque du mélange d'acide et d'eau, ajoutez toujours l'acide à l'eau et non l'inverse. Le fait d'ajouter de l'eau à de l'acide sulfurique concentré produira des explosions de vapeur violentes.

L'acide sulfurique n'est pas inflammable mais peut causer un allumage en cas de contact avec certains combustibles. L'acide peut également générer de l'hydrogène hautement inflammable à l'intérieur des citernes ou des réservoirs. Avant d'effectuer des travaux de soudage dans une zone contenant de l'acide sulfurique, appliquez les mesures de sécurité adéquates, et utilisez des détecteurs d'hydrogène.

Les points de congélation de l'acide sulfurique varient en fonction de la concentration et vous devez faire attention dans les climats froids afin d'éviter que les conduites se bouchent.

12.3.3. Acide fluosilicique (consulter également la Section 12.8.8 Informations de l'EFMA)

L'acide fluosilicique est un liquide clair, incolore à jaunâtre ou beige, à l'odeur âcre irritante. Il peut être irritant pour la peau, les yeux ou les muqueuses. Il peut contenir des quantités importantes d'acide fluorhydrique qui attaque le verre, ce qui complique la collecte et la manipulation d'échantillons.

En cas de contact avec la peau, rincez abondamment à l'eau.

Toute projection d'acide dans les yeux peut entraîner des dommages et même la cécité. En cas de contact, il est nécessaire de se rincer immédiatement les yeux à l'eau pendant au moins 15

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 162 sur 209

minutes les yeux grands ouverts pour nettoyer toute la zone de l'œil. Répétez le rinçage selon les besoins et consultez immédiatement un médecin ensuite.

Les vapeurs d'acide fluorhydrique sont irritantes pour les voies respiratoires et les poumons et peuvent entraîner des lésions tissulaires. Toute personne exposée aux vapeurs d'acide doit être transférée dans une zone non contaminée et examinée par un médecin.

L'acide fluorhydrique n'est pas inflammable mais, une fois en contact avec certains métaux, il peut dégager de l'hydrogène qui est un gaz inflammable.

12.3.4. Eau de traitement

L'eau de traitement est acide et peut causer des brûlures à l'acide au niveau de la peau, des yeux ou d'autres parties tendres du corps. Les zones touchées doivent être rincées à l'eau potable afin d'éliminer les substances acides. Utilisez une bonne protection oculaire lorsque vous travaillez avec de l'eau de traitement.

12.4. Températures élevées

Les conduites de vapeur et de condensat sont isolées afin de protéger le personnel contre les brûlures thermiques et de conserver la chaleur. Toutefois, les conduites d'acide chaud et l'équipement revêtus de caoutchouc ne sont pas isolés de façon à refroidir l'acier et à prolonger la durée de vie du revêtement en caoutchouc. Soyez prudent lorsque vous travaillez à proximité de l'équipement chaud revêtu de caoutchouc pour empêcher tout contact avec la peau. Les gants de travail sont utiles pour protéger le personnel contre les expositions accidentelles.

Soyez prudent lorsque vous prélevez des échantillons de vapeur chaude afin d'éviter les brûlures.

12.5. Douches d'urgence et stations de lavage oculaire

Des douches d'urgence et des stations de lavage oculaire ont été fournies aux endroits appropriés pour pouvoir éliminer les substances dangereuses du personnel en cas de contact accidentel. Tous les employés doivent connaître l'emplacement exact des douches d'urgence et leur mode de fonctionnement. Il est aussi important que celles-ci soient maintenues en bon état de fonctionnement.

L'emplacement exact des douches d'urgence et des stations de lavage oculaire n'a pas été établi au moment de la rédaction de cette section, mais les emplacements suivants sont recommandés :

- zone de stockage de la pulpe de Phosphate
- zone du réacteur
- zone du Flash Cooler
- zone de filtration
- zone du laveur des gaz
- zone de clarification et de stockage à 28 %
- zone d'évaporation

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 163 sur 209

- zone de clarification et de stockage à 54 %

Certains de ces emplacements seront dotés de douches d'urgence et de stations de lavage oculaire à plusieurs niveaux (par exemple, en haut d'un réservoir mais aussi à proximité des pompes). Dans tous les cas, il est utile de connaître l'emplacement exact de la douche d'urgence la plus proche lorsque vous travaillez dans une zone où vous risquez d'être exposé à de l'acide.

Des dispositifs de sécurité ont été indiqués pour l'équipement à pièces mobiles afin de protéger contre les accidents. Ces dispositifs de sécurité doivent toujours être en place lorsque les machines fonctionnent ou sont sur le point de démarrer.

12.6. Règles de sécurité générales

1. Les employés doivent signaler tous les accidents immédiatement à leur superviseur.
2. Respectez l'ensemble des règles, panneaux et réglementations en matière de sécurité. Si vous n'avez pas compris les règles, un superviseur vous les expliquera.
3. Tout équipement défectueux ou dangereux doit être signalé à un superviseur afin de pouvoir être réparé rapidement.
4. Les conditions dangereuses doivent être signalées à un superviseur et corrigées, si cela relève de la responsabilité de la personne.
5. Signalez à un superviseur tout acte dangereux.
6. Faites part à un superviseur de vos suggestions pour améliorer la sécurité.
7. Vous devez porter un harnais avec une ligne de vie (longe) correctement relié, ancré et ajusté lorsque vous travaillez dans un lieu sans rambardes ou barrières importantes, si ce lieu se trouve à plus de 2 mètres au-dessus d'un étage inférieur ou du niveau du sol.
8. Ne jouez pas à des jeux enfantins et ne faites pas de farces sur le lieu de travail.
9. L'accès aux extincteurs ou aux autres équipements de lutte contre le feu ne doit pas être bloqué.
10. Les protections des machines doivent être en place avant le démarrage et pendant le fonctionnement de l'équipement.
11. N'utilisez pas l'équipement dans des conditions dangereuses.
12. N'utilisez pas l'équipement si cela crée des conditions dangereuses.
13. Seuls les outils appropriés (dans des conditions sûres) aux travaux seront utilisés. (N'utilisez pas d'outils défectueux ou endommagés).

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 164 sur 209

14. Si vous voyez un autre employé ou visiteur commettre un acte dangereux, arrêtez-le et rappelez-lui avec diplomatie la bonne manière d'agir.
15. Les réparations électriques doivent uniquement être réalisées par le personnel autorisé.
16. Les employés ne doivent pas utiliser d'équipement s'ils n'ont pas été autorisés à le faire.
17. Ne regardez jamais de soudures sans porter d'équipement de protection.
18. N'utilisez pas d'échafaudages, d'échelles, de cordes, de câbles ou de harnais défectueux de fortune.
19. Utilisez toujours les outils et les équipements appropriés.
20. Ne jetez pas et ne faites pas tomber d'objets d'un endroit en hauteur à moins qu'une personne ne surveille en-dessous et que la zone ait été délimitée ou bloquée à l'aide des panneaux adéquats.
21. N'utilisez pas d'air comprimé pour vous nettoyer une partie du corps ou vos vêtements pendant que vous les portez.
22. Les boissons alcoolisées et les drogues sont interdites sur le lieu de travail. Il est interdit de travailler sous l'influence de boissons alcoolisées et/ou de drogues.
23. Utilisez uniquement de l'essence pour les véhicules motorisés et l'équipement similaire et en aucun cas pour nettoyer ou démarrer des feux.
24. N'approchez aucune partie du corps des points de pincement lorsque vous vous trouvez sur ou à proximité d'équipement mobile.
25. Ne portez pas de montres, de bagues ou d'autres bijoux métalliques lorsque vous travaillez sur ou à proximité de circuits sous tension.
26. Il est interdit de se battre.
27. Les employés doivent marcher et ne pas courir, sauf en cas d'urgence extrême. Lorsque vous montez ou descendez des escaliers, utilisez les rampes fournies.
28. Portez des chemises et des pantalons longs, ou une tenue équivalente. Les vêtements amples ou déchirés risquent d'être happés dans les machines et sont interdits.
29. N'utilisez pas de tétrachlorure de carbone dans l'usine. Tout contact avec de l'électricité peut produire du gaz chloré toxique.
30. Portez toujours les équipements de protection appropriés lorsque cela est nécessaire.
31. Ne rentrez pas dans les cuves, les réservoirs ou les fosses sans respecter strictement les procédures d'accès aux espaces confinés.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 165 sur 209

32. Appliquez strictement la procédure d'étiquetage et de verrouillage.
33. Ne bloquez ou ne gênez pas l'accès aux douches d'urgence et aux douches oculaires.
34. Respectez les exigences figurant dans le permis pour travaux à chaud.
35. Utilisez uniquement des éclairages antidéflagrants à basse tension (12 volts ou moins) dans les réservoirs, les cuves, les chauffe-eau, etc.
36. Portez toujours des lunettes de protection dans les zones désignées du complexe de l'usine.
37. Portez toujours des casques de chantier dans les zones désignées du complexe de l'usine.
38. Portez toujours des souliers de sécurité dans les zones désignées du complexe de l'usine.
39. Tenez les zones de travail propres et rangées.

12.7. Procédure d'accès aux espaces confinés

12.7.1. Objectif

L'objectif de cette procédure modèle est de garantir la sécurité et la santé des employés qui accèdent à ou travaillent dans n'importe quel type d'espace confiné tel que des cuves, des réservoirs, des conduites, des fosses, des voûtes ou des espaces confinés similaires dans lesquels il peut y avoir une atmosphère pauvre en oxygène ou gazeuse ou dans lesquels une évacuation d'urgence serait restreinte.

12.7.2. Champ d'application

Cette procédure s'applique à tous les employés pouvant être tenus d'accéder à des réservoirs et à d'autres espaces clos, tels que définis ci-dessus.

12.7.3. Description

Parfois, les employés doivent accéder à des espaces clos afin de nettoyer, inspecter, réparer et réaliser d'autres tâches associées à l'équipement ou au traitement de différentes activités de test. Les espaces clos potentiellement dangereux incluent, entre autres :

- les espaces clos avec des ouvertures d'accès limitées pour le personnel tels que les réservoirs de stockage fermés et les cuves de traitement.
- les réservoirs, les fosses, les bacs, les voûtes, les cuves ou d'autres espaces confinés.
- les espaces confinés tels que les conduites de ventilation ou d'échappement, les égouts, les tunnels de service souterrains, les canalisations ou la tuyauterie de n'importe quel type.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 166 sur 209

12.7.4. Dangers

- Des vapeurs toxiques avec des niveaux de concentration dangereux ou mortels peuvent être dégagées par les résidus de la dernière matière présente dans le réservoir, par dégagement progressif de la pulpe ou du tartre, être introduites par la fuite de systèmes interconnectés, ou être introduites par l'utilisation de solvants de nettoyage, de soudures, de découpes, etc.
- Les gaz ou poussières inflammables présentent un risque d'incendie ou d'explosion.
- Le manque d'oxygène, qui entraîne l'asphyxie, peut résulter de produits chimiques absorbant ou remplaçant l'oxygène dans le réservoir ou de gaz inertes utilisés pour éliminer l'oxygène dans une zone de travail spécifique. L'air dans les réservoirs propres fermés pendant une période prolongée peut manquer d'oxygène en raison de l'oxydation du métal dans le réservoir. Une ventilation insuffisante ou inadéquate pendant la réalisation de travaux dans le réservoir peut également entraîner un manque d'oxygène.
- Les éclairages portatifs, les outils ou l'équipement électrique associé peuvent causer un choc électrique.
- L'équipement mécanique défectueux ou mal verrouillé peut causer des blessures.
- Vous pouvez rencontrer des difficultés lors du déplacement de travailleurs gravement blessés ou ayant perdu connaissance.
- Tout contact direct avec des substances corrosives ou des produits chimiques causant des dermatites peut provoquer des blessures.
- Il existe des dangers physiques potentiels tels que les dérapages, les chutes ou les chutes d'objets.

12.7.5. Généralités (Équipement de protection individuel et respiratoire)

Les superviseurs et tous les employés pouvant être tenus d'accéder à des cuves et d'autres espaces clos doivent lire ces instructions afin de veiller au respect de tous les paragraphes applicables.

- Les employés souffrant de problèmes respiratoires ne sont pas autorisés à accéder aux espaces confinés.
- Tous les employés doivent porter l'équipement de protection individuel et respiratoire lorsqu'ils accèdent à des espaces clos dangereux, selon les besoins.
- Tout l'équipement de protection individuel et respiratoire sera maintenu en bon état, stocké de préférence dans des armoires ventilées et nettoyé ou désinfecté conformément aux normes d'entretien et d'hygiène applicables.
- Les superviseurs de la zone dans laquelle se trouvent les cuves auxquelles des employés doivent accéder et les superviseurs responsables des autres travaux réalisés dans ces zones coordonneront et réguleront les opérations de leurs organisations de sorte à limiter les dangers pour les employés accédant à ces cuves.
- Les superviseurs envisageant l'accès d'employés dans des espaces confinés devront consulter le Département de sécurité. Aucun écart par rapport aux exigences en matière de sécurité figurant dans ces instructions ne sera autorisé sans approbation préalable du Département de sécurité.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 167 sur 209

12.7.6. Procédures d'accès aux réservoirs

Les dangers inhérents à l'accès à la cuve peuvent être évités ou surmontés si vous appliquez correctement les principes suivants à chaque fois que vous accédez à une cuve.

- Préparation de la cuve
- Nettoyage – En fonction de la nature de son contenu, la cuve ou l'espace confiné doivent être vidés, nettoyés et débarrassés des résidus par le biais d'un rinçage à l'eau froide ou chaude, d'un nettoyage à la vapeur, d'une neutralisation chimique ou d'une purge d'air évacuant les gaz nocifs sans danger à l'extérieur, dans la mesure du possible.
- Ventilation – L'espace doit être complètement ventilé, de préférence via une méthode positive d'échappement mécanique afin d'éviter le recyclage d'air contaminé. Tout l'équipement de ventilation ou à circulation d'air sera immobilisé sur la cuve pour éviter les étincelles statiques. Une fois la cuve nettoyée et ventilée, le système de ventilation mécanique doit continuer à fonctionner. Si la décontamination implique des liquides, des vapeurs, des gaz ou des poussières inflammables, toutes les sources d'allumage doivent être éliminées.

12.7.7. Isolement

La cuve doit être complètement isolée de tous les autres systèmes et équipements. Des mesures positives et adéquates doivent être prises pour empêcher les matières solides, les liquides ou les gaz dangereux de pénétrer dans la cuve pendant que des travailleurs sont à l'intérieur. Dans tous les cas, si les conduites ont contenu des fluides ou des gaz inertes nocifs, ou si elles contiennent des fluides à des pressions ou des températures élevées, les conduites doivent être physiquement déconnectées et isolées en installant un dispositif d'isolement dans les conduites le plus près possible du réservoir. Les drains ou conduites de débordement doivent être déconnectés ou obturés s'ils se prolongent dans un égout à partir duquel de la vapeur ou les fumées peuvent être renvoyés dans la cuve ou s'ils sont raccordés à d'autres équipements ou se prolongent dans un endroit éloigné. Déconnectez, obturez ou limitez toutes les conduites pour empêcher l'écoulement des extrémités déconnectées de pénétrer dans l'ouverture d'une cuve ou d'être évacué sur les assistants à l'extérieur. Toutes les obturations doivent être suffisamment épaisses et résistantes à la traction pour supporter les pressions maximales pouvant être imposées et fabriquées dans un matériau qui supportera la corrosion des produits chimiques auxquels elles peuvent être exposées.

12.7.8. Verrouillage

Les sectionneurs du centre de commande du moteur alimentant les mélangeurs, les agitateurs, les pompes et les actionneurs de couverture ou de porte mécaniques doivent être étiquetés et verrouillés en position « ARRÊT ». Il est inutile de verrouiller une station à boutons-poussoirs locale étant donné que cela n'empêche pas de mettre le circuit sous tension. La clé doit être conservée par la personne se trouvant dans la cuve qui sera seule autorisée à déverrouiller l'interrupteur et à retirer l'étiquette une fois les travaux terminés. Si plusieurs personnes sont exposées, chacune doit mettre en place son propre verrou sur la déconnexion. Dans certains cas, il peut être recommandé de demander à un électricien d'enlever les fusibles de ligne dans le circuit électrique en plus des exigences en matière de verrouillage et d'étiquetage.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 168 sur 209

12.7.9. Test de l'oxygène et des gaz

Avant d'accéder à une cuve, un test d'oxygène et des gaz inflammables et toxiques sera réalisé et un Permis d'accès à la cuve sera émis. La dernière substance contenue par la cuve doit être prise en compte pour test des gaz complet. Les résidus de cette substance peuvent laisser ou générer des fumées toxiques non détectables par une vérification normale de l'O₂/des gaz combustibles. Il est interdit d'accéder à la cuve tant que cette procédure est en cours et que tous les gaz potentiels sont vérifiés.

12.7.10. Elaboration de l'Autorisation d'accès à la cuve

L'Autorisation d'accès à la cuve certifie et confirme l'approbation d'accès à la cuve. Elle sert de méthode permettant de formaliser les procédures convenues mais aussi de liste de vérification pour s'assurer que tous les dangers existants sont pris en compte, évalués et que des mesures de protection adéquates sont prises. Aucun employé n'est autorisé à accéder à une cuve sans qu'un Permis d'accès aux espaces confinés écrit n'ait été émis par la Production. Ce permis doit être signé par son superviseur et par le Département de sécurité. Le superviseur doit discuter du projet en détail avec les personnes accédant à la cuve. Il doit examiner les dangers du produit et des autres matières auxquels elles peuvent être exposées et documenter cette formation. Les superviseurs de toutes les personnes impliquées doivent ensuite examiner et remplir conjointement le formulaire d'autorisation. Les superviseurs concernés doivent s'assurer en menant une enquête personnelle immédiatement avant l'accès à la cuve et avant de signer l'autorisation que l'accès et les travaux accessoires ne présentent pas de danger. Afin de garantir que les conditions de travail restent sûres si une interruption assez longue a lieu pendant l'exécution de travaux, les superviseurs doivent à nouveau inspecter le site avant que les travaux puissent reprendre. Le début d'une nouvelle période de travail requiert toujours une nouvelle inspection et l'approbation d'une nouvelle autorisation par les superviseurs de la nouvelle équipe de travail. L'autorisation sera uniquement valide pour les travaux, le lieu, les personnes et les délais spécifiés.

12.7.11. Précautions

Outils et équipement – Les outils à main doivent être propres, en bon état, et seront soigneusement sélectionnés en fonction des usages prévus. Les outils et les équipements électriques tels que les lampes baladeuses ou les rallonges doivent fonctionner sur un système de 12 volts ou être branchés sur un disjoncteur différentiel de fuite à la terre (DDFT). Dans le cadre d'une exposition de Classe I ou de Classe II (avec des concentrations de poussière dangereuses et inflammables), utilisez des outils électriques à air comprimé. Les échelles utilisées dans les réservoirs doivent être arrimées en haut et, si possible, en bas. Les employés réalisant des travaux de soudure électrique dans les réservoirs recevront et devront utiliser l'équipement de protection individuel requis.

Ils doivent également recevoir des permis pour travaux à chaud. Emportez les chalumeaux de soudage et de coupage dans le réservoir uniquement lorsqu'ils sont prêts à être utilisés et sortez-les du réservoir immédiatement après les avoir utilisés. N'emportez jamais de bouteilles d'oxygène ou d'autres gaz dans les réservoirs et fermez le robinet de la bouteille lorsqu'elle est inutilisée. Les extincteurs doivent être facilement accessibles.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 169 sur 209

N'utilisez jamais d'azote ou d'autres gaz inertes en tant qu'air d'appoint pour l'usine.

12.7.12. Panneaux

Tous les espaces confinés doivent être signalés en permanence par des panneaux. En outre, les panneaux installés à proximité de la cuve permettent d'éloigner les personnes non indispensables, de s'assurer que des opérations potentiellement dangereuses ne seront pas démarrées de manière indépendante à proximité et de guider les sauveteurs si cela est nécessaire.

- Les lieux de Classe I correspondent aux espaces clos dans lesquels des liquides, des gaz, des vapeurs ou des mélanges inflammables et volatiles sont ou peuvent être présents dans des quantités suffisantes pour produire des mélanges explosifs ou inflammables.
- Les lieux de Classe II correspondent aux espaces clos dangereux en raison de la présence de poussière combustible.

12.7.13. Barricades (balisages)

Les opérations dangereuses dans les fosses ouvertes et les cuves requièrent la mise en place de barricades comprenant une balustrade importante d'un mètre de haut avec des plinthes ou une protection équivalente pour empêcher de faire tomber les objets qui se trouvent sur le sol dans la fosse. Il est recommandé de mettre en place une corde avec des banderoles à un mètre de haut pour fermer les allées dans les zones adjacentes. Il est nécessaire d'installer des lumières clignotantes sur les barricades lorsque les fosses sont ouvertes la nuit ou dans les zones mal éclairées à l'intérieur.

12.7.14. Équipement de protection individuel

Une protection adéquate peut comprendre des combinaisons couvrantes complètes spécialement conçues pour protéger contre les produits chimiques hautement toxiques qui sont dangereux lorsqu'ils sont absorbés par la peau intacte, les lunettes protectrices contre les agents chimiques, les casques de chantier, les gants et les souliers de sécurité utilisés normalement comme protection contre les dangers ordinaires. Les employés ne doivent jamais exposer inutilement leur peau lorsqu'ils travaillent dans des cuves et doivent toujours porter une tenue complètement couvrante.

12.7.15. Masques respiratoires

- Les masques à cartouche filtrante qui fonctionnent en absorbant et en filtrant mécaniquement les produits chimiques ne constituent pas une protection adéquate et ne doivent pas être utilisés.
- Pour connaître la protection spécifiquement recommandée contre les dangers des substances contaminants, consultez le Département de sécurité.
- Des masques respiratoires doivent être distribués aux personnes qui sont responsables de les entretenir et de les conserver en lieu sûr. Les masques respiratoires doivent être désinfectés avant d'être remis à d'autres personnes. Vous ne pouvez pas utiliser de

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 170 sur 209

masques respiratoires tant qu'une formation, des essais d'ajustement et une évaluation médicale sont en cours.

12.7.16. Urgence et secours

- Tous les employés accédant à un espace confiné doivent utiliser un harnais et une ligne de vie les reliant à l'extérieur. La seule exception est lorsque l'espace confiné risque d'entraîner un emmêlement de la ligne de vie, par exemple, s'il y a beaucoup d'échafaudages à l'intérieur d'un réservoir.
- Une procédure de secours doit être mise au point pour tous les Accès aux espaces confinés. Une procédure spécifique de secours du personnel doit être établie pendant la phase de planification préalable des travaux d'accès à la cuve et incluse spécifiquement dans les permis d'accès aux cuves. Dans certains cas, il est recommandé d'avoir un palan installé sur un trépied ou attaché au-dessus du trou d'homme. Si le trou d'homme est situé à l'intérieur de l'espace confiné, un autre mode de secours doit être établi. Pour des raisons évidentes, des trous d'hommes suffisamment grands pour laisser passer un employé et son matériel de sécurité doivent être prévus avec, par exemple, un diamètre de 600 mm pour les trous d'hommes circulaires. Si la dimension maximale des trous d'hommes existants est inférieure à 800 mm, il faut envisager d'utiliser des harnais de poignet. L'extrémité libre de la ligne de vie doit être attachée à un objet fixe et surveillée par un observateur (un homme qui monte la garde) qui fera en sorte que le travailleur dans le réservoir se trouve toujours dans son champ de vision ou de pouvoir toujours communiquer avec lui. L'observateur peut passer des outils, mais il ne doit effectuer aucune autre tâche qui détournerait son attention de l'homme travaillant dans la cuve et/ou qui l'empêcherait de faire dégager la victime à l'aide de la ligne de vie ou qui exigerait qu'il ne soit plus à proximité de la cuve pendant une quelconque durée. Toutes les personnes accédant à ou surveillant des espaces confinés doivent être formées.
- En cas d'urgence, l'observateur extérieur ne doit jamais entrer dans la cuve tant qu'il n'a pas été remplacé à son poste. Il est responsable d'appeler les secours immédiatement, d'essayer de dégager la victime en utilisant la ligne de vie et de réaliser toutes les autres fonctions de sauvetage nécessaires de l'extérieur. Il doit disposer de moyens pour appeler les secours tels qu'une radio ou un klaxon. Lorsque les secours arrivent, il peut entrer dans la cuve pour les travaux de sauvetage uniquement lorsqu'il est certain que l'aide adéquate est présente à l'extérieur et qu'il porte tout l'équipement de protection recommandé. Cet observateur de sécurité ou cet homme montant la garde doit être bien formé à la sécurité dans les espaces confinés et aux principes de premiers secours de base tels que les techniques de respiration artificielle. Les sauveteurs accédant à la cuve doivent être protégés par les installations de secours requises, c.-à-d., la ligne de vie et le harnais ainsi que l'équipement adéquat de protection et respiratoire personnel. Tous les sauveteurs doivent être formés.
- Le nombre d'hommes dans un réservoir, en particulier lors de travaux de brûlure et de soudage, doit être limité au nombre minimal nécessaire pour réaliser les travaux.
- Un système de signal clairement compris sera établi avant le début du fonctionnement, par exemple :

Tirer trois fois Laisser plus de jeu à la ligne de vie

Tirer deux fois Diminuer le jeu de la ligne de vie

Tirer une fois Urgence, sortir la personne du réservoir

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 171 sur 209

- Personne n'est autorisé à entrer dans un espace confiné tant qu'une personne montant la garde correctement formée et équipée n'est pas présente.
- Les personnes travaillant dans des cuves doivent entrer et sortir à partir du même endroit, sauf en cas d'urgence.
- Une ligne de sécurité supplémentaire sera mise à la disposition de chaque personne se trouvant dans la cuve afin que, si l'homme à l'entrée a abîmé la sienne sur un élément de structure dans une telle mesure que le dégagement de la ligne affectant un sauvetage serait trop long et trop dangereux, la ligne de vie attachée à l'homme puisse être détachée. Une nouvelle ligne de vie sera accrochée et le sauvetage aura lieu.
- Le Représentant de la sécurité et/ou les superviseurs seront responsables de déterminer les conditions environnementales à l'intérieur de la cuve et de recommander les précautions nécessaires requises pour accéder de manière sûre à la cuve, comme indiqué dans le présent document, et de les noter dans le Permis d'accès aux espaces confinés
- Un nombre minimal d'hommes seront autorisés à travailler dans une cuve à n'importe quel moment. L'homme montant la garde devra tenir à jour le nombre de personnes se trouvant dans la cuve à tout moment. Il doit enregistrer le nom et les heures d'entrée et de sortie de chaque personne.
- Pendant que des personnes se trouvent dans la cuve, un surveillant qualifié et certifié observera les opérations de l'extérieur du réservoir. Les surveillants auront à leur disposition un équipement d'accès de sécurité. Le surveillant devra connaître à tout moment l'état du personnel se trouvant dans la cuve. Il ne quittera pas son poste sans que la cuve ne soit pas vide ou qu'il n'aura pas été remplacé par un autre employé compétent et correctement équipé.
- Les superviseurs concernés doivent être alertés avant et pendant les travaux afin de détecter et de corriger immédiatement les dangers nouveaux et différents ou d'arrêter les travaux jusqu'à ce que les nouveaux dangers aient été corrigés.

12.8. Procédure de verrouillage et d'étiquetage de sécurité

12.8.1. Objectif

L'objectif de cet exemple de procédure de verrouillage et d'étiquetage est d'empêcher les blessures et/ou la mort d'employés en les obligeant à prendre certaines précautions avant d'entretenir ou de réparer tout l'équipement électrique. Cela inclut l'arrêt et le verrouillage de la principale source d'alimentation électrique de l'équipement. Sur les systèmes pneumatiques et hydrauliques, la pression doit être évacuée et la soupape de contrôle verrouillée. En outre, une étiquette « DANGER, NE PAS UTILISER » sera placée au niveau de la source d'alimentation de tout l'équipement en cours de maintenance.

Cette procédure inclura tous les employés dont les tâches consistent à entretenir, réparer, ajuster, lubrifier ou réaliser des travaux sur l'équipement électrique (c.-à-d., à chaque fois qu'un démarrage accidentel pourrait mettre l'employé en danger).

12.8.2. Responsabilité des superviseurs

Tous les superviseurs de l'ensemble des employés réalisant ces opérations sont responsables de :

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 172 sur 209

- informer les employés du contenu de cette procédure.
- les suivre constamment afin de s'assurer qu'ils respectent cette procédure. veiller à ce que des verrous, des étiquettes et des dispositifs de verrouillage multiple soient mis à leur disposition.

12.8.3. Généralités

Les verrous et les étiquettes seront uniquement utilisés pour empêcher l'utilisation d'une vanne, d'un interrupteur ou d'un équipement si cela risque de causer des blessures ou d'endommager le matériel. Aucun travail ne doit être effectué sur un équipement fonctionnel tant que son utilisation est interdite par le biais de cette procédure. Le cas échéant, le Département des opérations doit être informé avant de mettre l'équipement hors service.

- Seule l'étiquette de danger standard sera utilisée.
- Toutes les étiquettes seront datées, signées et le numéro de badge des employés sera clairement visible et le badge bien attaché.
- Ne recyclez jamais les étiquettes et détruisez-les immédiatement après les avoir retirées. Aucune altération n'est autorisée.
- Il est interdit d'utiliser un dispositif portant une étiquette ou un verrou, quelles que soient les circonstances.
- Il est interdit de retirer l'étiquette ou le verrou d'une autre personne.
- Le surintendant de la zone est responsable de veiller à ce qu'aucun travail ne soit réalisé au-delà des verrous et étiquettes mis en place.
- Les électriciens installeront des dispositifs « de verrouillage multiple » si d'autres travailleurs sont impliqués. Toutes les personnes travaillant sur le dispositif doivent avoir mis en place un verrou et une étiquette.

12.8.4. Équipement ou installations de construction

Systèmes électriques :

- le Département électricité ouvre l'interrupteur, retire les fusibles, met en place les premiers verrous et étiquettes requis et essaye de faire fonctionner l'équipement.
- les autres travailleurs mettent en place des verrous et des étiquettes sur le dispositif de verrouillage de l'électricien.
- une fois les travaux terminés, les travailleurs retirent leurs verrous et étiquettes.
- l'électricien est le dernier à retirer les premiers verrous et étiquettes requis. après s'être assuré que tout le monde était hors de danger, il remet sous tension le système.

Autres systèmes :

- une personne adéquate met le dispositif hors tension, place les étiquettes et les verrous, et « teste » le système.
- les travailleurs réalisant les travaux mettent en place leurs verrous et étiquettes.
- les travailleurs retirent leurs verrous et étiquettes une fois leur travail terminé puis la personne concernée retire ses verrous et étiquettes puis remet l'équipement sous tension.

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 173 sur 209

12.8.5. Équipement d'atelier

- L'opérateur qualifié de l'équipement d'atelier doit verrouiller son équipement pour changer les outils, les mandrins, les lames et réaliser des tâches similaires.
- Pour cela, un interrupteur électrique doit être à disposition sur ou à proximité de l'équipement à moins que l'équipement puisse être débranché.
- N'utilisez pas de bouton-poussoir ou de commande papillon à des fins de verrouillage.
- Pour cela, vous pouvez utiliser un verrou sans étiquette.

(Ce qui précède ne s'applique pas aux travaux de maintenance ou de réparation réalisés par un opérateur autre que l'opérateur autorisé.)

12.8.6. Verrous

Seuls des verrous à clé individuels seront utilisés. La personne mettant en place le verrou conservera la clé et elle seule pourra retirer le verrou. Une procédure doit être mise en place pour retirer les verrous lorsqu'un employé rentre chez lui et oublie de retirer des verrous.

12.8.7. Avertissement

En raison des conséquences graves suite au non-respect de cette procédure :

- Toute personne qui utilise un interrupteur ou un dispositif comportant des étiquettes « DANGER » et/ou des verrous, ou qui retire une étiquette ou un verrou sans autorisation sera immédiatement licenciée.
- La même chose s'applique aux personnes travaillant sur un équipement électrique et qui ne suivent pas cette procédure.
- Une approbation écrite préalable du Département de sécurité est le seul moyen acceptable de contourner cette procédure.

12.9. Fiches de données de sécurité (FDS) Consultez l'Annexe 13.11

- Flocculant Flomin 905 MC
- Acide sulfurique, concentré
- Acide phosphorique
- Agent antimousse Cybreak 675
- Agent antimousse Nalco 9763
- Acide fluorhydrique

JACOBS	Usine de production d'acide phosphorique Manuel Opérateur	Document :	Rév. : C
AFC1			Page 174 sur 209

13. Annexes

13.1. Diagrammes des opérations

Numéros PFD	Titre PFD
402A-PF-001	Épaississement de la pulpe de Phosphate
403A-PF-001	Zone de réaction
403A-PF-002	Laveur des gaz et divers
403A-PF-003	Filtration
404A-PF-001	Concentration et laveur à deux étages avec production commerciale de FSA
404A-PF-002	Systèmes auxiliaires
404B-PF-003	Manipulation du FSA
413A-PF-001	Clarification et stockage d'acide à 28 %
414A-PF-001	Stockage d'acide à 54 % avec stockage commercial de FSA
425A-BK-000	ACID PHOS OSBL Cas un (1) de diagramme d'écoulement de l'échangeur (1)
425E-PF-004	Distribution d'eau de la tour de refroidissement

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 175 sur 209

13.2. Schémas de tuyauterie et d'instrumentation (consultez JPI pour obtenir la dernière version)

Numéros de P&ID	Titres des P&IDs
	Épaississement de la pulpe de Phosphate
402A-PI-001	Réservoirs de réception de pulpe de Phosphate
402A-PI-002	Pompes d'alimentation d'épaississeur
402A-PI-003	Épaississeur de pulpe
402A-PI-004	Pompes de transfert d'épaississeur
402A-PI-005	Pompes de recyclage d'épaississeur
402A-PI-006	Puisard de récupération
402A-PI-007	Réservoir de débordement d'épaississeur
402A-PI-008	Réservoir A de pulpe de Phosphate
402A-PI-009	Réservoir B de pulpe de Phosphate
402A-PI-010	Pompes d'alimentation du réacteur
402A-PI-011	Distribution de pulpe de Phosphate et distribution d'eau de traitement
402A-PI-012	Distributions de services
402A-PI-013	Usine de distribution de service et air d'instrumentation pour la zone 402A
402A-PI-014	Stations d'utilités pour la zone 402A
402A-PI-015	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 402A
402A-PI-016	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 402A
402A-PI-017	Système de dilution d'air d'épaississeur
402A-PI-018	Trémie de polymère sec
402A-PI-019	Réservoirs et distribution de mélange de polymère sec
	Zone de réaction, laveur des gaz et filtre
403A-PI-001	Laveur des gaz et divers
403A-PI-002	Filtration
403A-PI-003	Réacteur – Compartiments n°5 et n°6
403A-PI-004	Réacteur – Compartiments n°7 et central
403A-PI-005	Réacteur – Compartiment d'alimentation du refroidisseur, Pompes de circulation de refroidisseur
403A-PI-006	Réservoir de maturation n°1 et compartiments d'étanchéité du refroidisseur
403A-PI-007	Réservoir de maturation – Compartiment d'ajustement n°2
403A-PI-008	Réservoir de maturation – Compartiment d'alimentation du filtre
403A-PI-009	Pré-condensateur du refroidisseur et réservoir d'étanchéité
403A-PI-010	Condensateur de refroidisseur
403A-PI-011	Pompe à vide du refroidisseur
403A-PI-012	Réacteur/Pompe à acide du filtre
403A-PI-013	Laveur des gaz – Entrée, section vide, 1 ^{er} étage 2 ^{ème} étage

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 176 sur 209

Numéros de P&ID	Titres des P&IDs
403A-PI-014	Laveur des gaz – 2 ^{ème} étage et éliminateur de brouillard
403A-PI-015	Ventilateur et cheminée du laveur des gaz
403A-PI-016	Puisard d'eau de traitement
403A-PI-017	Conduits du laveur des gaz
403A-PI-018	Rép. des utilités – Agent antimousse, eau de mer et condensat de traitement pour la zone 403A
403A-PI-019	Zone de distribution d'eau de mer 403A
403A-PI-020	Répartition des utilités – Air d'instrumentation pour la zone 403A
403A-PI-021	Répartition des utilités – Eau non traitée et condensat pour la zone 403A
403A-PI-022	Répartition des utilités – Vapeur à 5 Bar et air d'usine pour la zone 403A
403A-PI-023	Stations d'utilités 1 à 10 pour la zone 403A
403A-PI-024	Stations d'utilités 11 à 20 pour la zone 403A
403A-PI-025	Répartition des utilités – Eau potable pour la zone 403A
403A-PI-026	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 403A
403A-PI-027	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 403A
403A-PI-028	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 403A
403A-PI-100	Filtre à cellules basculantes A
403A-PI-101	Pompes du filtre à cellules basculantes
403A-PI-102	Séparateur de cellule sèche du filtre A, souffleurs et piège à acide
403A-PI-103	Système de lavage du filtre A
403A-PI-104	Laveur et pompe à vide du filtre A
403A-PI-200	Filtre à cellules basculantes B
403A-PI-201	Pompes du filtre à cellules basculantes B
403A-PI-202	Séparateur de cellule sèche du filtre B, souffleurs et piège à acide
403A-PI-203	Système de lavage du filtre B
403A-PI-204	Laveur et pompe à vide du filtre B
	Systèmes auxiliaires
404A-PI-001	Puisard de concertation
404A-PI-002	Répartition des utilités pour les zones 404A/J/K/L
404A-PI-003	Réservoir d'agent antimousse
404A-PI-004	Pompes à agent antimousse
404A-PI-005	Pompes à agent antimousse de l'évaporateur
404A-PI-006	Désurchauffeur de vapeur vers l'évaporateur J
404A-PI-007	Réservoir de condensat
404A-PI-008	Désurchauffeur de vapeur vers l'évaporateur K
404A-PI-009	Désurchauffeur de vapeur vers l'évaporateur L
404A-PI-010	Répartition de l'eau de barrage pour les zones 404A/J/K/L
404A-PI-011	Répartition des utilités pour les zones 404A/J/K/L
404A-PI-012	Collecte de condensat – Toutes les zones
404A-PI-013	Stations d'utilités pour les zones 404J/K/L

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 177 sur 209

Numéros de P&ID	Titres des P&IDs
404A-PI-014	Répartition des utilités – Eau potable pour les zones 404J/K/L
404A-PI-015	Détails sur l'étanchéité de pompe pour les zones 404A/J/K/L
404A-PI-016	Détails sur l'étanchéité de pompe pour la zone 404A
404A-PI-017	Détails sur l'étanchéité de pompe pour les zones 404J/K/L
	Manipulation du FSA
404B-PI-002	Réservoir de stockage de FSA
404B-PI-009	Répartition des utilités – eau non traitée, FSA et eau de barrage pour la zone 404B
404B-PI-010	Répartition des utilités – Air de l'instrument, air de l'usine, vapeur pour la zone 404B
404B-PI-011	Stations d'utilités 1 à 2, eau potable pour la zone 404B
404B-PI-014	Réservoirs de déplacement de FSA
404B-PI-015	Station de chargement de FSA
	Concentration et laveur à deux étages avec production commerciale de FSA
404J-PI-001	Refroidisseur de condensat J
404J-PI-002	Pompe J de chauffage de l'évaporateur et de circulation
404J-PI-003	Séparateur d'entraînement J du bouilleur
404J-PI-004	Laveur de FSA J
404J-PI-005	Réservoir d'étanchéité J du condensateur de l'évaporateur
404J-PI-006	Pompe à vide J de l'évaporateur
404J-PI-007	Laveur J de FSA peu concentré
404K-PI-001	Refroidisseur de condensat K
404K-PI-002	Pompe K de chauffage de l'évaporateur et de circulation
404K-PI-003	Séparateur d'entraînement K du bouilleur
404K-PI-004	Laveur de FSA K
404K-PI-005	Réservoir d'étanchéité K du condensateur de l'évaporateur
404K-PI-006	Pompe à vide K de l'évaporateur
404K-PI-007	Laveur K de FSA peu concentré
404L-PI-001	Refroidisseur de condensat L
404L-PI-002	Pompe L de chauffage de l'évaporateur et de circulation
404L-PI-003	Séparateur d'entraînement L du bouilleur
404L-PI-004	Laveur de FSA L
404L-PI-005	Réservoir d'étanchéité L du condensateur de l'évaporateur
404L-PI-006	Pompe à vide L de l'évaporateur
404L-PI-007	Laveur L de FSA peu concentré
	Clarification et stockage d'acide à 28 %
413A-PI-001	Bassin de distribution du clarificateur à 28 %
413A-PI-002	Répartition des utilités – Acide sulfurique, eau non traitée et de barrage pour la zone 413A

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 178 sur 209

Numéros de P&ID	Titres des P&IDs
413A-PI-003	Clarificateur d'acide à 28 % A
413A-PI-004	Réservoir d'alimentation de l'évaporateur A
413A-PI-006	Clarificateur d'acide à 28 % B
413A-PI-007	Réservoir d'alimentation de l'évaporateur B
413A-PI-008	Système de lavage
413A-PI-009	Stockage d'acide à 28 % A
413A-PI-010	Stockage d'acide à 28 % B
413A-PI-011	Répartition des utilités – Air de l'instrument/usine et vapeur à 5 Barg pour la zone 413A
413A-PI-012	Répartition des utilités – Collecte d'eau potable et de condensat pour la zone 413A
413A-PI-013	Stations d'utilités pour la zone 413A
413A-PI-014	Détails sur le joint de pompe pour la zone 413A
413A-PI-015	Détails sur le joint de pompe pour la zone 413A
413A-PI-016	Détails sur le joint de pompe pour la zone 413A
	Stockage d'acide à 54 % avec stockage commercial de FSA
414A-PI-001	Bassin de distribution à 54 %
414A-PI-002	Clarificateur à 54 % A
414A-PI-003	Clarificateur à 54 % B
414A-PI-004	Stockage à 54 % A
414A-PI-005	Stockage à 54 % B
414A-PI-006	Un puisard de clarification à 54 %
414A-PI-007	Réservoir de mélange de pulpe dans le réacteur
414A-PI-008	Pompes à eau de barrage
414A-PI-009	Répartition des utilités – Eau non traitée/de barrage et de traitement acide pour la zone 414A
414A-PI-010	Répartition des utilités – Air de l'instrument/usine et vapeur à 5 Barg pour la zone 414A
414A-PI-011	Répartition des utilités – Collecte d'eau potable et de condensat pour la zone 414A
414A-PI-012	Stations d'utilités pour la zone 414A
414A-PI-013	Détails sur le joint de pompe pour la zone 414A
414A-PI-014	Détails sur le joint de pompe pour la zone 414A
414A-PI-015	Réservoir de FSA produit
	Distribution d'eau de la tour de refroidissement
425E-PI-001	Enveloppe de la tour de refroidissement
425E-PI-002	Pompes de la tour de refroidissement
425E-PI-003	Bassin chaud
425E-PI-004	Échangeurs de chaleur de l'eau de refroidissement (Feuille 1 sur 5)
425E-PI-005	Échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (Feuille 2 sur 5)
425E-PI-006	Échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (Feuille 3 sur 5)

Numéros de P&ID	Titres des P&IDs
425E-PI-007	Échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (Feuille 4 sur 5)
425E-PI-008	Échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement (Feuille 5 sur 5)
425E-PI-009	Répartition des utilités – Eau non traitée/potable et cond. Collecte pour la zone 425E
425E-PI-010	Répartition des utilités – Air de l'instrument/usine et vapeur à 5 Barg pour la zone 425E
425E-PI-011	Stations d'utilités pour la zone 425E

13.3. Schémas de la matrice d'interverrouillage (consultez JPI pour obtenir la dernière version)

Numéros de document	Titres des schémas de la matrice d'interverrouillage
Matrice d'interverrouillage 402A –	Matrice d'interverrouillage PAP 402A
Matrice d'interverrouillage 403A –	Matrice d'interverrouillage PAP 403A
Matrice d'interverrouillage 404A –	Matrice d'interverrouillage PAP 404A
Matrice d'interverrouillage 404B –	Matrice d'interverrouillage PAP 404B
Matrice d'interverrouillage 404J –	Matrice d'interverrouillage PAP 404J
Matrice d'interverrouillage 404K –	Matrice d'interverrouillage PAP 404K
Matrice d'interverrouillage 404L –	Matrice d'interverrouillage PAP 404L
Matrice d'interverrouillage 413A –	Matrice d'interverrouillage PAP 413A
Matrice d'interverrouillage 414A –	Matrice d'interverrouillage PAP 414A
Matrice d'interverrouillage 425E –	Matrice d'interverrouillage PAP 425E

13.4. Schémas logiques complexes (consultez JPI pour obtenir la dernière version)

Numéros de document	Titres des schémas logiques complexes
402A-IZ-001	Symbologie et indice des schémas logiques complexes
402A-IZ-002	Débit massique de la pulpe de Phosphate
402A-IZ-003	Contrôle d'alimentation de l'épaississeur
402A-IZ-004	Épaississeur de pulpe
402A-IZ-005	Débordement de l'épaississeur
402A-IZ-006	Alimentation du réacteur de pulpe de Phosphate
402A-IZ-009	Mélange de flocculant
402A-IZ-010	Régulateur de pression de débordement de l'épaississeur
402A-IZ-011	Dilution d'air de l'épaississeur
403A-IZ-001	Symbologie et indice des schémas logiques complexes
403A-IZ-002	Compartiments du réacteur
403A-IZ-004	Système de lavage du filtre A
403A-IZ-005	Système de lavage du filtre B
403A-IZ-006	Réaction et maturation
404-IZ-001	Symbologie et indice des schémas logiques complexes
404-IZ-003	Vieillissement du FSA
414A-IZ-001	Symbologie et indice des schémas logiques complexes
414A-IZ-002	Réservoir de mélange de pulpe dans le réacteur

13.5. Tableaux opérationnels

Pourcentage (%) de production normale	50	60	70	80	90	100	110	120
Taux de réaction/production de filtration – t/j de P₂O₅	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800
Taux d'alimentation de pulpe de Phosphate – m ³ /h	131	157	183	210	236	262	288	314
Taux d'alimentation d'acide sulfurique – m ³ /h	55	66	77	88	99	110	121	132
Condensat de traitement du condensateur de refroidisseur – m ³ /h	1122	1346	1570	1794	2019	2243	2467	2692
Flux de chaque filtre								
Taux d'alimentation du filtre – m ³ /h	162	194	227	259	292	324	356	389
Taux d'acide produit du filtre – m ³ /h	45	54	63	72	81	90	99	108
Flux d'acide de retour – m ³ /h	114	137	160	182	205	228	251	274
Flux d'eau de lavage de gâteau – m ³ /h	32	38	45	51	58	64	70	77
Les débits de chaque évaporateur (3 actifs) incluent la pulpe								
Taux de production d'évaporation – t/j de P ₂ O ₅	200	240	280	320	360	400	440	480
Taux d'alimentation de l'évaporateur – m ³ /h	23	28	32	37	41	46	51	55
Taux de produit de l'évaporateur – m ³ /h	9	11	13	14	16	18	20	22
Flux de vapeur à basse pression – t/h	20	23	27	31	35	39	43	47

Notes :

- ce tableau est fondé sur un état opérationnel stable dans des conditions normales pour le phosphate K-09 et une production nette du filtre de 1500t/j de P₂O₅ (acide produit à 28 % de P₂O₅, 65 % de solides dans la pulpe de Phosphate et 33 % de solides dans l'alimentation du filtre). Toute modification de la concentration et de la qualité de la pulpe recyclée, des matières premières et des produits, des gravités spécifiques, de la température et des autres paramètres de fonctionnement entraînera des modifications des valeurs indiquées.
- Les débits d'évaporation sont conformes à l'évaporateur, en supposant que 3 évaporateurs sont actifs

13.6. Dépannage des pompes et des ventilateurs

Problème avec les pompes	Cause possible	Mesure
Aucun liquide délivré	Pompe non amorcée	Réamorcez la pompe et assurez-vous que la conduite est pleine de liquide.
	Conduite d'aspiration bouchée	Éliminez les obstructions
	Roue obstruée par des corps étrangers	Rincez la pompe pour nettoyer la roue
	Mauvais sens de rotation	Changez le sens de rotation pour qu'il corresponde au sens indiqué par la flèche sur le logement du roulement ou de la pompe
	L'ouverture du clapet de pied ou de la conduite d'aspiration n'est pas suffisamment immergée	Consultez l'usine pour connaître la bonne profondeur. Utilisez le déflecteur pour éliminer les tourbillons
	La hauteur d'aspiration est trop élevée	Raccourcissez la conduite d'aspiration
La pompe ne produit pas le débit ou la tête nominaux	Fuite d'air dans le joint d'étanchéité	Remplacez le joint d'étanchéité
	Fuite d'air dans le presse-étoupe	Remplacez ou réajustez l'étanchéité d'étanchéité/mécanique
	La roue est partiellement obstruée	Rincez la pompe pour nettoyer la roue
	Plaque latérale d'aspiration ou bagues d'usure usées	Remplacez la pièce défectueuse selon les besoins
	Tête d'aspiration insuffisante	Assurez-vous que la soupape d'aspiration est ouverte et que la conduite est débouchée
	Roue usée ou cassée	Inspectez et remplacez au besoin
La pompe démarre et s'arrête de pomper	Pompe mal amorcée	Réamorcez la pompe
	Poches d'air ou de gaz dans la conduite d'aspiration	Reconfigurez la tuyauterie pour éliminer les poches d'air
	Fuite d'air dans la conduite d'aspiration	Réparez (bouchez) la fuite
Les roulements surchauffent	Mauvais alignement	Réalignez la pompe et l'entraînement
	Mauvaise lubrification	Vérifiez la qualité et le niveau du lubrifiant
	Refroidissement du lubrifiant	Vérifiez le système de refroidissement
La pompe est bruyante ou vibre	Mauvais alignement de la pompe/l'entraînement	Alignez les arbres
	La roue est partiellement obstruée et cause un déséquilibre	Rincez la pompe pour nettoyer la roue
	Roue ou arbre cassés ou pliés	Remplacez selon les besoins
	Les fondations ne sont pas rigides	Serrez les boulons de la pompe et le moteur ou ajustez les vérins
Fuite excessive provenant du presse-étoupe/de la chambre d'étanchéité	Le joint de presse-étoupe est mal ajusté	Resserrez les écrous du joint
	Le presse-étoupe est mal garni	Vérifiez l'étanchéité et regarnissez le presse-étoupe
	Pièces d'étanchéité mécanique usées	Remplacez les pièces usées
	Surchauffe de l'étanchéité mécanique	Vérifiez les conduites de lubrification et de refroidissement
	La chemise d'arbre est marquée	Réusinez ou remplacez selon les besoins
Le moteur requiert trop d'énergie	Le collecteur est inférieur à la valeur nominale, les pompes sont trop élevées	Consultez le fabricant. Installez une vanne, changez la roue
	Le liquide est plus lourd que prévu	Vérifiez la gravité et la viscosité spécifiques
	l'étanchéité du presse-étoupe est trop serrée	Réajustez l'étanchéité. Remplacez-la si elle est usée
	Les pièces rotatives s'accrochent	Vérifiez que les pièces à l'intérieur sont bien espacées

PROBLÈME DE VENTILATEUR :	VÉRIFIEZ :
Vibrations	<ol style="list-style-type: none"> 1. Boulons desserrés dans les roulements et les socles, ou mauvaise installation. 2. Roulements défectueux. 3. Mauvais alignement des roulements et du raccord. 4. Roue de ventilateur déséquilibrée. 5. Les vis maintenant la roue à l'arbre sont lâches. 6. Fissure des soudures. 7. La roue du ventilateur n'est pas assez éloignée de la/des pièce(s) d'admission. 8. Accumulation de matière et/ou usure des roues. 9. Assurez-vous que les joints de dilatation dans les conduites sont complètement comprimés. 10. L'entraînement de la courroie en V est mal aligné. 11. Mauvaise rotation de la roue. 12. Fonctionnement proche de la vitesse critique du système. 13. Arbre plié ou tordu pendant l'arrêt à température élevée. 14. Moteur défectueux. 15. Fréquences de résonance de la structure en acier. 16. Courroies en V lâches. 17. Fréquence de battement avec les autres ventilateurs sur une base commune. 18. Installation arbres-moyeux lâche.
Pulsation de conduite	<p>Cela se produit souvent lorsqu'un ventilateur centrifuge est utilisé sur un système présentant une résistance élevée. Le ventilateur est obligé de fonctionner bien en-dessous du volume normal ou nominal. Si le volume de fonctionnement est inférieur à la valeur correspondant à la pression statique de crête du ventilateur, cela peut entraîner une instabilité (surpression). Les solutions possibles incluent :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter le volume de fonctionnement (réduire la résistance du système). 2. Contrôler le volume à l'aide d'un amortisseur d'entrée radial. 3. Ajouter une vanne de « purge » sur l'évacuation du ventilateur pour pouvoir évacuer une partie du flux de gaz dans l'atmosphère. 4. Faire recirculer une partie du flux de gaz vers l'entrée du ventilateur. 5. Utiliser une conception de souffleur « sans surpression » spéciale. (Brevet Robinson n°4 708 593).
Température élevée du moteur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augmenter le volume de fonctionnement (réduire la résistance du système). 2. Mauvaise ventilation de l'air de refroidissement vers le moteur (peut être bouché par la saleté). 3. Problèmes concernant la puissance d'entrée (en particulier la basse tension). Ampérage élevé. 4. Température ambiante élevée 5. Le ventilateur de refroidissement du moteur tourne dans le mauvais sens pour un refroidissement complet.
Bruit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grincement des courroies en V dû à un mauvais alignement ou à une mauvaise tension. 2. Frottement défectueux du joint de roulement. 3. Joint de roulement mal aligné. 4. Mauvais alignement du joint d'arbre du boîtier. 5. Corps étranger dans le boîtier du ventilateur. 6. Frottement du joint d'arbre, de la roue sur la pièce d'entrée ou de la roue sur le boîtier. 7. Le déflecteur thermique touche la protection. 8. Raccord défilant. 9. Joints de dilatation non traités. 10. Les conduites sont plus fines que le boîtier.
Mauvaises performances	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mauvaise rotation du ventilateur. 2. La roue est désaxée : la mauvaise installation de la pièce d'admission permet de recycler l'air. 3. Les poulies d'entraînement du ventilateur correspondent à un nombre de TPM trop bas ou trop élevé. 4. Une mauvaise conception de la tuyauterie, l'installation de coudes répartiteurs ou d'ailettes directrices pourraient résoudre le problème. 5. Pré-rotation à la sortie du ventilateur ; ajouter une plaque de répartition au boîtier d'entrée. 6. Amortisseur d'entrée, installé à l'envers (contre-rotation). 7. La résistance du système est excessive par rapport aux exigences nominales, (cela peut être dû à un amortisseur partiellement fermé). 8. La vitesse du ventilateur est trop basse/élevée. 9. La densité est peut-être différente de la valeur nominale.

Température de roulement élevée	<ol style="list-style-type: none"> 1. Roulements défectueux. 2. Lubrification trop importante. 3. Mauvaise lubrification ou lubrifiant contaminé. 4. Manque de lubrification, de fluide de refroidissement ou de circulation. 5. Températures ambiantes élevées ou exposition directe au soleil. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Les courroies en V sont trop serrées ou trop lâches. 7. Mauvais positionnement, pas assez de place pour un déplacement axial libre du roulement flottant dans son boîtier à des températures élevées. 8. Débit lent de l'eau de refroidissement. 9. Défecteur thermique manquant.
Temps de démarrage trop long	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mauvaise taille de moteur pour la route du ventilateur WR 2. Les amortisseurs d'entrée ne se ferment pas lors du démarrage. 3. Utilisation requise d'un démarreur à retardateur approprié. (De nombreux ventilateurs industriels mettent jusqu'à 20 à 25 secondes pour atteindre leur vitesse de fonctionnement). 	<ol style="list-style-type: none"> 4. La température à l'entrée est trop basse (densité élevée). 5. Basse tension au niveau des bornes des moteurs. 6. Résistance inadéquate du système.

(Source : ventilateurs Robinson)

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 185 sur 209

13.7. Procédures de démarrage et données du plan d'étanchéité mécanique

13.7.1. Procédure de démarrage d'étanchéité mécanique

Note : Une manipulation et une utilisation incorrectes des garnitures mécaniques entraîneront des dommages et une défaillance de l'étanchéité. Assurez-vous que toutes les étapes sont suivies pour contribuer à un bon fonctionnement de l'étanchéité et des pompes.

Avant de démarrer les pompes, installez des joints mécaniques avec le liquide de rinçage d'étanchéité adéquat (généralement de l'eau).

Pompes avec pots d'étanchéité (Plan API 53A) :

Le pot d'étanchéité doit être rempli au bon niveau avec le liquide de rinçage d'étanchéité adéquat. Les pots d'étanchéité doivent être dotés d'une jauge de niveau indiquant le niveau adéquat, **NE DÉPASSEZ PAS LE NIVEAU INDiqué**. Lors du démarrage initial, ou à chaque fois que la pompe a été drainée pour être entretenue, purgez l'air restant de la chambre d'étanchéité en retirant le bouchon de purge de la chambre d'étanchéité, ou en dévissant le raccord le plus élevé de la conduite de rinçage sur la chambre d'étanchéité. Une fois remplis de liquide de rinçage, mettez les réservoirs sous pression avec la pression requise (consultez la liste ci-dessous). **NE DÉPASSEZ PAS LA PRESSION REQUISE**.

Note : les pots d'étanchéité nécessiteront des ajustements occasionnels du liquide et/ou de la pression d'appoint. Une utilisation excessive de liquide de rinçage indique qu'une garniture est défaillante.

Pompes dotées d'alimentation de rinçage externe. (Plan API 32 ou Plan API 54) :

Assurez-vous que la conduite de rinçage est ouverte et utilise la pression adéquate. Ajustez le régulateur de débit (le cas échéant) sur la plage de débit adéquate pour l'application.

Pour les pompes dotées de Plan API 54, assurez-vous que la conduite de refoulement de l'étanchéité est orientée vers la zone de collecte adéquate.

Pompes dotées d'un rinçage interne. (Plan API 02, Plan API 11 ou Plan API 21) :

Assurez-vous que la pompe et la chambre d'étanchéité sont complètement remplies de liquide de pompage avant de mettre la pompe sous tension. Purgez l'air emprisonné dans la pompe et la chambre d'étanchéité avant de démarrer la pompe.

Note : les débits et pressions de rinçage de l'étanchéité indiqués dans le tableau suivant sont des valeurs de démarrage approximatives et nécessiteront des ajustements sur le terrain pour que les systèmes répondent aux besoins de fonctionnement réels de la pompe une fois l'usine opérationnelle.

13.7.2. Données du plan d'étanchéité mécanique de pompe

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
402AAP01	Pompe de puisard de récupération	N/A	N/A	N/A	N/A
402AAP02	Pompe d'alimentation d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	3,8 Bar(A)	N/A
402ABP02	Pompe d'alimentation d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	3,8 Bar(A)	N/A
402AKP02	Pompe d'alimentation d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	3,8 Bar(A)	N/A
402AAP03	Pompe de transfert d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	4,9 Bar(A)	N/A
402ABP03	Pompe de transfert d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	4,9 Bar(A)	N/A
402AKP03	Pompe de transfert d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	4,9 Bar(A)	N/A
402AAP05	Pompe de recyclage d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	2 Bar(A)	N/A
402AKP05	Pompe de recyclage d'épaississeur	API 53A	0,35 m³/h	2 Bar(A)	N/A
402AAP06	Pompe d'alimentation du réacteur	API 53A	0,35 m³/h	4,1 Bar(A)	N/A
402ABP06	Pompe d'alimentation du réacteur	API 53A	0,35 m³/h	4,1 Bar(A)	N/A
402AKP06	Pompe d'alimentation du réacteur	API 53A	0,35 m³/h	4,1 Bar(A)	N/A
402AAP07	Pompe d'alimentation de débordement d'épaississeur	API 54	Bas débit à 2,3 Bar(A)	N/A	À déterminer
402AKP07	Pompe d'alimentation	API 54	Bas débit à 2,3 Bar(A)	N/A	À déterminer

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
	de débordement d'épaississeur				
402AAP08	Pompe de recyclage du réservoir de pulpe de Phosphate	API 53A	0,35 m³/h	3,3 Bar(A)	N/A
402ABP08	Pompe de recyclage du réservoir de pulpe de Phosphate	API 53A	0,35 m³/h	3,3 Bar(A)	N/A
402AKP08	Pompe de recyclage du réservoir de pulpe de Phosphate	API 53A	0,35 m³/h	3,3 Bar(A)	N/A
402ALP08	Pompe de recyclage du réservoir de pulpe de Phosphate	API 53A	0,35 m³/h	3,3 Bar(A)	N/A
402AAP09	Pompe de transfert de floculant	N/A	N/A	N/A	N/A
402AAP10	Pompe de dosage de floculant	N/A	N/A	N/A	N/A
402AKP10	Pompe de dosage de floculant	N/A	N/A	N/A	N/A
403AAP01	Pompe de circulation de refroidisseur	API 32	0,35 m³/h à 1,8 Bar(A)	N/A	Oui
403ABP01	Pompe de circulation de refroidisseur	API 32	0,35 m³/h à 1,8 Bar(A)	N/A	Oui
403AAP02	Pompe d'alimentation du filtre	API 53A	0,35 m³/h	2,2 Bar(A)	Oui – À déterminer
403ABP02	Pompe d'alimentation du filtre	API 53A	0,35 m³/h	2,2 Bar(A)	Oui – À déterminer

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
403AAP03	Pompe de transfert de pulpe du réacteur	API 53A	0,35 m³/h	2,8 Bar(A)	Oui – À déterminer
403AAP04	Pompe d'alimentation de pré-condensateur	API 32	0,35 m³/h à 4,1 Bar(A)	N/A	N/A
403AKP04	Pompe d'alimentation de pré-condensateur	API 32	0,35 m³/h à 4,1 Bar(A)	N/A	N/A
403AAP06	Pompe mobile de bouillie phosphorique	API 32	0,35 m³/h à 2,5 Bar(A)	N/A	N/A
403ABP04	Pompe mobile de bouillie phosphorique	API 32	0,35 m³/h à 2,5 Bar(A)	N/A	N/A
403AAP07	Pompe de puisard du laveur de FSA	À déterminer	Bas débit à 3 Bar(A)	À déterminer	À déterminer
403AKP07	Pompe de puisard du laveur de FSA	À déterminer	Bas débit à 3 Bar(A)	À déterminer	À déterminer
403AAP09	Pompe de lavage à l'eau douce	API 32	0,35 m³/h à 3,1 Bar(A)	N/A	N/A
403AAP15	Réacteur/Pompe de puisard à acide du filtre	N/A	N/A	N/A	N/A
403AAP17	Pompe à acide du produit	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	Oui – À déterminer
403ABP17	Pompe à acide du produit	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	Oui – À déterminer
403AAP18	Pompe à acide de retour	API 53A	0,35m³/h	1,9 Bar(A)	Oui <0,5 L/Min
403ABP18	Pompe à acide de retour	API 53A	0,35m³/h	1,9 Bar(A)	Oui <0,5 L/Min
403AAP19	Pompe à filtrat n°3	API 53A	0,35m³/h	2,1 Bar(A)	À déterminer
403ABP19	Pompe à filtrat n°3	API 53A	0,35m³/h	2,1 Bar(A)	À déterminer
403AAP20	Pompe à filtrat n°4	API 53A	0,35m³/h	2,2 Bar(A)	À déterminer

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
403ABP20	Pompe à filtrat n°4	API 53A	0,35m³/h	2,2 Bar(A)	À déterminer
403AAP21	Pompe de lavage de gâteau	API 53A	0,35m³/h	2,4 Bar(A)	À déterminer
403ABP21	Pompe de lavage de gâteau	API 53A	0,35m³/h	2,4 Bar(A)	À déterminer
403AAP22	Pompe de lavage de tissu	API 53A	0,35m³/h	3,3 Bar(A)	À déterminer
403ABP22	Pompe de lavage de tissu	API 53A	0,35m³/h	3,3 Bar(A)	À déterminer
403AAP23	Pompe de conduite de vidange	API 32	0,35m³/h à 2,0 Bar(A)	N/A	N/A
403AAP24	Pompe de circulation du laveur	API 32	0,35m³/h à 3,1 Bar(A)	N/A	N/A
404AAP01	Pompe de puisard de concertation	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	Oui, à déterminer
404AAP07	Pompe de vidange d'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,1 Bar(A)	Oui – À déterminer
404AAP08	Pompe de retour de condensat	API 11	N/A	N/A	N/A
404AKP08	Pompe de retour de condensat	API 11	N/A	N/A	N/A
404AAP09	Pompe de recyclage du réservoir d'agent antimousse	API 02	N/A	N/A	N/A
404AAP10	Pompe de dosage d'agent antimousse	N/A	N/A	N/A	N/A
404ABP10	Pompe de dosage d'agent antimousse	N/A	N/A	N/A	N/A
404ACP10	Pompe de dosage d'agent antimousse	N/A	N/A	N/A	N/A

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
404ADP10	Pompe de dosage d'agent antimousse	N/A	N/A	N/A	N/A
404AKP10	Pompe de dosage d'agent antimousse	N/A	N/A	N/A	N/A
404AAP13	Pompe de surpression du pulvérisateur d'eau de lavage	API 53A	0,35m³/h	4,8 Bar(A)	À déterminer
404AAP14	Pompe de surpression de condensat	API 11	N/A	N/A	N/A
404AKP14	Pompe de surpression de condensat	API 11	N/A	N/A	N/A
404BAP01	Pompe de stockage de FSA	API 32	0,35 m³/h à 2,3 Bar(A)	N/A	À déterminer
404BKP01	Pompe de stockage de FSA	API 32	0,35 m³/h à 2,3 Bar(A)	N/A	À déterminer
404BAP04	Pompe à pulpe de chaux	À déterminer	À déterminer	À déterminer	À déterminer
404BKP04	Pompe à pulpe de chaux	À déterminer	À déterminer	À déterminer	À déterminer
404BAP05	Neutralisation de FSA	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	<0,6 L/Min
404BBP05	Neutralisation de FSA	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	<0,6 L/Min
404BAP07	Pompe à pulpe de FSA	API 53A	0,35m³/h	2,2 Bar(A)	À déterminer
404BKP07	Pompe à pulpe de FSA	API 53A	0,35m³/h	2,2 Bar(A)	À déterminer
404BAP09	Pompe à eau de récupération	API 54	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	À déterminer
404BKP09	Pompe à eau de récupération	API 54	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	À déterminer
404BAP10	Pompe de déplacement de FSA	API 32	0,35 m³/h à 2,4 Bar(A)	N/A	À déterminer

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
404BBP10	Pompe de déplacement de FSA	API 32	0,35 m³/h à 2,4 Bar(A)	N/A	À déterminer
404BKP10	Pompe de déplacement de FSA	API 32	0,35 m³/h à 2,4 Bar(A)	N/A	À déterminer
404BAP11	Pompe à pulpe de chargement de camion de FSA	API 53A	0,35m³/h	2,0 Bar(A)	À déterminer
404JAP03	Pompe à condensat	API 21	N/A	N/A	Oui, refroidisseur
404JAP04	Pompe de circulation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,9 Bar(A)	0,18m³/h à 10 Bar
404JAP05	Pompe à produit de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	3,0 Bar(A)	<0,5 L/Min
404JAP06	Pompe du laveur de FSA	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	À déterminer
404JAP12	Pompe du laveur de FSA peu concentré	API 53A	0,35m³/h	3,5 Bar(A)	À déterminer
404KAP03	Pompe à condensat	API 21	N/A	N/A	Oui, refroidisseur
404KAP04	Pompe de circulation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,9 Bar(A)	0,18m³/h à 10 Bar
404KAP05	Pompe à produit de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	3,0 Bar(A)	<0,5 L/Min
404KAP06	Pompe du laveur de FSA	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	À déterminer
404KAP12	Pompe du laveur de FSA peu concentré	API 53A	0,35m³/h	3,5 Bar(A)	À déterminer
404LAP03	Pompe à condensat	API 21	N/A	N/A	Oui, refroidisseur
404LAP04	Pompe de circulation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,9 Bar(A)	0,18m³/h à 10 Bar
404LAP05	Pompe à produit de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	3,0 Bar(A)	<0,5 L/Min

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
404LAP06	Pompe du laveur de FSA	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	À déterminer
404LAP12	Pompe du laveur de FSA peu concentré	API 53A	0,35m³/h	3,5 Bar(A)	À déterminer
413AAP01	Pompe à eau de lavage	API 54	0,35m³/h à 2,7 Bar(A)	N/A	À déterminer
413ABP01	Pompe à eau de lavage	API 54	0,35m³/h à 2,7 Bar(A)	N/A	À déterminer
413AAP02	Puisard de clarification à 28 %	API 53A	0,35m³/h	2,4 Bar(A)	À déterminer
413AAP11	Pompe à pulpe à 28 %	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	À déterminer
413ABP11	Pompe à pulpe à 28 %	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	À déterminer
413AAP12	Pompe d'alimentation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413ABP12	Pompe d'alimentation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413ACP12	Pompe d'alimentation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413AKP12	Pompe d'alimentation de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413AAP14	Pompe d'alimentation d'acide à 28 % DAP	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413ABP14	Pompe d'alimentation d'acide à 28 % DAP	API 53A	0,35m³/h	2,5 Bar(A)	<0,5 L/Min
413AAP15	Pompe du réservoir de refroidissement d'acide	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	<0,6 L/Min

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
413ABP15	Pompe du réservoir de refroidissement d'acide	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	<0,6 L/Min
413AKP15	Pompe du réservoir de refroidissement d'acide	API 53A	0,35m³/h	2,3 Bar(A)	<0,6 L/Min
413AAP17	Pompe de transfert d'acide refroidi	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	<0,5 L/Min
413ABP17	Pompe de transfert d'acide refroidi	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	<0,5 L/Min
413AKP17	Pompe de transfert d'acide refroidi	API 53A	0,35m³/h	3,1 Bar(A)	<0,5 L/Min
414AAP01	Pompe de remplissage de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,1 Bar(A)	<0,5 L/Min
414ABP01	Pompe de remplissage de l'évaporateur	API 53A	0,35m³/h	2,1 Bar(A)	<0,5 L/Min
414AAP02	Pompe de puisard de clarification à 54 %	API 53A	0,35m³/h	2,0 Bar(A)	Oui – À déterminer
414AAP03	Pompe de mélange de pulpe du réacteur à 54 %	API 53A	0,35m³/h	3,0 Bar(A)	Oui – À déterminer
414AKP03	Pompe de mélange de pulpe du réacteur à 54 %	API 53A	0,35m³/h	3,0 Bar(A)	Oui – À déterminer
414AAP04	Pompe à eau de l'étanchéité	API 11	N/A	N/A	Oui – À déterminer
414AKP04	Pompe à eau de l'étanchéité	API 11	N/A	N/A	Oui – À déterminer
414AAP13	Pompe du clarificateur à 54 %	API 53A	0,35m³/h	2,7 Bar(A)	Oui – À déterminer

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
414ABP13	Pompe du clarificateur à 54 %	API 53A	0,35m³/h	2,7 Bar(A)	Oui – À déterminer
414AAP21	Pompe à acide à basse pression à 54 %	API 53A	0,35m³/h	2,9 Bar(A)	<0,5 L/Min
414ABP21	Pompe à acide à basse pression à 54 %	API 53A	0,35m³/h	2,9 Bar(A)	<0,5 L/Min
414AAP33	Pompe à haute pression d'acide à 54 %	API 53A	0,35m³/h	3,4 Bar(A)	Oui – À déterminer
414ABP33	Pompe à haute pression d'acide à 54 %	API 53A	0,35m³/h	3,4 Bar(A)	Oui – À déterminer
414AAP34	Pompe de transfert/chargement de FSA à 24 %	API 32	0,35m³/h à 2,7 Bar(A)	N/A	N/A
414AKP34	Pompe de transfert/chargement de FSA à 24 %	API 32	0,35m³/h à 2,7 Bar(A)	N/A	N/A
425EAP01	Pompe à refroidisseur d'eau de traitement	API 32	0,35 m³/h à 8,7 Bar(A)	N/A	N/A
425EBP01	Pompe à refroidisseur d'eau de traitement	API 32	0,35 m³/h à 8,7 Bar(A)	N/A	N/A
425EKP01	Pompe à refroidisseur d'eau de traitement	API 32	0,35 m³/h à 8,7 Bar(A)	N/A	N/A
425EAP02	Pompe de tour de refroidissement	API 32	0,35 m³/h à 6,0 Bar(A)	N/A	N/A
425EBP02	Pompe de tour de refroidissement	API 32	0,35 m³/h à 6,0 Bar(A)	N/A	N/A
425EKP02	Pompe de tour de	API 32	0,35 m³/h à 6,0 Bar(A)	N/A	N/A

Étiquette d'éq. n°	Nom de l'éq.	Plan d'étanchéité	Débit d'étanchéité (m³/h)	Pression du pot d'étanchéité	Eau de refroidissement
	refroidissement				
425EAP03	Pompe de dosage de contrôle du tartre	N/A	N/A	N/A	N/A
425EAP04	Pompe de dosage de contrôle de la corrosion	N/A	N/A	N/A	N/A
425EAP05	Pompe de dosage de contrôle du PH	N/A	N/A	N/A	N/A
425EAP06	Pompe de dosage de contrôle biologique	N/A	N/A	N/A	N/A

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 196 sur 209

13.8. Procédure de démarrage de la pompe à vide

Les pompes sont des pompes à vide à anneau liquide. Pour plus d'informations, consultez les manuels d'utilisation des fabricants. Le démarrage doit avoir lieu localement.

Étapes communes de démarrage :

1. Assurez-vous que l'eau d'étanchéité de la pompe est disponible avec la pression et le volume requis
2. Toutes les vannes de purge d'air sont fermées
3. Les robinets de vidange du séparateur sont ouverts
4. Vérifiez que la pompe est remplie avec le niveau de liquide adéquat
5. Démarrez la pompe à vide
6. Surveillez le niveau de vide jusqu'à avoir atteint le niveau adéquat.

Numéro de pompe	Zone de service	Niveau de vide
403AAC01	Pompe à vide du refroidisseur	235 mm Hga
403AAC06 et 403ABC06	Pompe à vide du filtre	250 mm Hga
404JAC01, 404KAC01, 404LAC01	Pompe à vide de l'évaporateur	76 mm Hga

13.9. Paramètres de l'instrument

Notes :

- Les informations seront mises à jour après la réception des schémas du revendeur
- Le point de mesure de référence démarre à partir du fond tangent au réservoir
- La distance entre le haut de la plaque tubulaire du chauffage et le niveau de liquide du bouilleur doit être de 4,6 m minimum. Le niveau de liquide est fixé par l'élévation du tuyau de débordement.
- À préciser par le revendeur de l'équipement
- Ces gammes de débits sont provisoires et doivent être confirmées avec les données de la pompe.

Instrument/Contrôle de niveau	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Réservoir A de réception de pulpe de Phosphate	LI-003C	402A-PI-001	20 %	30 %	96 %		
Réservoir B de réception de pulpe de Phosphate	LI-025C	402A-PI-001	20 %	30 %	96 %		
Épaississeur de pulpe	LI-124	402A-PI-003		54 %	96 %		
Puisard de récupération	LI-284C	402A-PI-006	68 %	75 %	90 %	100 %	
Réservoir de pompe de débordement d'épaississeur	LIC-311C	402A-PI-007	19 %	26 %	100 %		
Réservoir A de pulpe de Phosphate	LIC-387	402A-PI-008	20 %	40 %	100 %		
Réservoir B de pulpe de Phosphate	LIC-447	402A-PI-009	20 %	40 %	100 %		
Réservoir A de mélange de floculant	LI-834	402A-PI-019		*	*		
Réservoir B de mélange de floculant	LI-837	402A-PI-019		*	*		
Compartment 1 du réacteur	LI-002C	403A-PI-001		4000mm	5500mm		
Compartment d'alimentation de refroidisseur du réacteur	LI-107C	403A-PI-004	3600mm	3800mm	5300mm		
Compartment d'alimentation du filtre du réservoir de maturation	LI-163C	403A-PI-008	*	*	*		
Réservoir d'étanchéité de pré-condensateur de refroidisseur	LIC-195	403A-PI-008	20 %	30 %	95 %	100 %	
Réacteur/Pompe à acide du filtre	LIC-261	403A-PI-012	27 %	32 %	82 %		
Puisard d'eau contaminée	LIC-291	403A-PI-013	50 %	70 %	100 %		
Puisard d'eau douce	LIC-309	403A-PI-014	50 %	67 %	93 %	97 %	
Puisard d'eau de traitement	LIC-351	403A-PI-016	73 %	84 %	100 %		
Réservoir de lavage de gâteau	LIC-761	403A-PI-103	15 %	20 %	91 %		

Réservoir de lavage de gâteau	LIC-861	403A-PI-203	15 %	20 %	91 %		
Puisard de concentration	LI-001C	404A-PI-001	27 %	35 %	75 %	81%	
Réservoir d'agent antimousse	LI-023	404A-PI-003	17 %	25 %	90 %	95 %	
Séparateur de vapeur	LIC-069	404A-PI-006		0 %	10 %		
Réservoir de collecte de condensat	LIC-081	404A-PI-007	10 %	15 %	90 %		
Séparateur de vapeur	LIC-109	404A-PI-008		0 %	10 %		
Séparateur de vapeur	LIC-129	404A-PI-009		0 %	10 %		
Réservoir de stockage de FSA	LI-051C	404B-PI-002	10 %	20 %	90 %	95 %	
Réservoir de déplacement de FSA	LI-471C	404B-PI-014	10 %	20 %	90 %		
Réservoir de déplacement de FSA	LI-479C	404B-PI-014	10 %	20 %	90 %		
Station de chargement de camion de FSA	LI-492	404B-PI-015			94 %		
Puisard de chargement de camion de FSA	LI-493	404B-PI-015		35 %	90 %	94 %	
Récepteur de condensat	LIC-201	404J-PI-001	10 %	20 %	100 %		
Bouilleur de l'évaporateur	LI-241	404J-PI-003		0 %	100 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA	LIC-261	404J-PI-004	20 %	30 %	90 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré	LIC-501	404J-PI-007	20 %	30 %	90 %		
Récepteur de condensat	LIC-301	404K-PI-001	10 %	20 %	100 %		
Bouilleur de l'évaporateur	LI-341	404K-PI-003		0 %	100 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA	LIC-361	404K-PI-004	20 %	30 %	90 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré	LIC-521	404K-PI-007	20 %	30 %	90 %		
Récepteur de condensat	LIC-401	404L-PI-001	10 %	20 %	100 %		
Bouilleur de l'évaporateur	LI-441	404L-PI-003		0 %	100 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA	LIC-461	404L-PI-004	20 %	30 %	90 %		
Réservoir d'étanchéité de FSA peu concentré	LIC-541	404L-PI-007	20 %	30 %	90 %		
Réservoir A d'alimentation de l'évaporateur	LI-041C	413A-PI-004	33 %	40 %	95 %		
Réservoir B d'alimentation de l'évaporateur	LI-041C	413A-PI-004	33 %	40 %	95 %		
Réservoir d'eau de lavage	LIC-111	413A-PI-008	30 %	40 %	95 %		
Puisard de clarification à 28 %	LI-124C	413A-PI-008	28 %	35 %	83 %		

Réservoir de refroidissement d'acide	LIC-143	413A-PI-009	27 %	35 %	95 %		
Réservoir de refroidissement d'acide	LIC-193	413A-PI-010	27 %	35 %	95 %		
Bassin de tour de refroidissement	LIC-005	425E-PI-001	0,15 m	0,5 m	1,65 m		
Bassin chaud	LIC-109	425E-PI-001	4200 m	4300 mm	4600 mm	4700 mm	

Instrument/Contrôle de pression	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Épaississeur de pulpe	PIC-122	402A-PI-003		7500 kPa	7700 kPa		
Décharge de la pompe d'alimentation de débordement d'épaississeur	PIC-320	402A-PI-003		3	5		
Vapeur vers le pré-condensateur de refroidisseur	PIC-192	403A-PI-009		-0,85 kg/cm ² g	-0,6 kg/cm ² g		
Filtre duplex du pré-condensateur de refroidisseur	PDI-204	403A-PI-009			5 kg/cm ² g		
Laveur des gaz	PDI-286	403A-PI-014		0,01 kg/cm ² g	0,05 kg/cm ² g		
Filtre duplex d'eau de traitement acide	PDI-295	403A-PI-013			0,7 kg/cm ² g		
Filtre duplex d'eau de traitement acide	PDI-308	403A-PI-014			0,7 kg/cm ² g		
Filtre duplex d'eau de traitement acide	PDI-358	403A-PI-015			0,7 kg/cm ² g		
Filtre duplex de lavage de tissu	PDI-715	403A-PI-100			0,7 kg/cm ² g		
Pompe à vide du filtre	PIC-783	403A-PI-104	-0,8	-0,45			
Filtre duplex de lavage de tissu	PDI-815	403A-PI-100			0,7 kg/cm ² g		
Pompe à vide du filtre	PIC-883	403A-PI-104	-0,8	-0,45			
2 Bars de vapeur	PI-066	404A-PI-006			4,0 kg/cm ² g		
2 Bars de vapeur	PI-106	404A-PI-008			4,0 kg/cm ² g		
2 Bars de vapeur	PI-126	404A-PI-009			4,0 kg/cm ² g		
Refroidisseur de condensat	PI-212	404J-PI-001			4,0 kg/cm ² g	4,5 kg/cm ² g	
Chauffage de l'évaporateur	PIC-226	404J-PI-002		-0,5 kg/cm ² g	3,4 kg/cm ² g		
Bouilleur de l'évaporateur	PIC-242	404J-PI-003		-0,95 kg/cm ² g	-0,5 kg/cm ² g		
Patin de déviscuteur de laveur de FSA	PDI-262	404J-PI-004			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA	PI-275	404J-PI-004		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	

5 Bars de vapeur	PIC-288	404J-PI-005		4,0 kg/cm ² g	5,5 kg/cm ² g		
Patin de dévisiculeur de laveur de FSA peu concentré	PDI-504	404J-PI-007			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA peu concentré	PI-507	404J-PI-007		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	
Refroidisseur de condensat	PI-312	404K-PI-001			4,0 kg/cm ² g	4,5 kg/cm ² g	
Chauffage de l'évaporateur	PIC-326	404K-PI-002		-0,5 kg/cm ² g	3,4 kg/cm ² g		
Bouilleur de l'évaporateur	PIC-342	404K-PI-003		-0,95 kg/cm ² g	-0,5 kg/cm ² g		
Patin de dévisiculeur de laveur de FSA	PDI-362	404K-PI-004			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA	PI-375	404K-PI-004		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	
5 Bars de vapeur	PIC-388	404K-PI-005		4,0 kg/cm ² g	5,5 kg/cm ² g		
Patin de dévisiculeur de laveur de FSA peu concentré	PDI-524	404K-PI-007			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA peu concentré	PI-527	404K-PI-007		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	
Refroidisseur de condensat	PI-412	404L-PI-001			4,0 kg/cm ² g	4,5 kg/cm ² g	
Chauffage de l'évaporateur	PIC-426	404L-PI-002		-0,5 kg/cm ² g	3,4 kg/cm ² g		
Bouilleur de l'évaporateur	PIC-442	404L-PI-003		-0,95 kg/cm ² g	-0,5 kg/cm ² g		
Patin de dévisiculeur de laveur de FSA	PDI-462	404L-PI-004			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA	PI-475	404L-PI-004		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	
5 Bars de vapeur	PIC-488	404L-PI-005		4,0 kg/cm ² g	5,5 kg/cm ² g		
Patin de dévisiculeur de laveur de FSA peu concentré	PDI-544	404L-PI-007			0,0066 kg/cm ² g		
Décharge de pompe de laveur de FSA peu concentré	PI-547	404L-PI-007		4,0 kg/cm ² g	6,6 kg/cm ² g	7,0 kg/cm ² g	
Filtre duplex à eau de lavage	PDI-120	413A-PI-008			0,7 kg/cm ² g		
Eau de refroidissement	PIC-019	425E-PI-001		*	*		

Instrument/Contrôle de température	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Compartiment d'alimentation de refroidisseur du réacteur	TI-106	403A-PI-004		77°C	83,5°C		
Compartiment d'étanchéité de	TI-121	403A-PI-006		77°C	83,5°C		

refroidisseur du réservoir de maturation							
Compartment d'alimentation du filtre du réservoir de maturation	TI-162	403A-PI-008		60°C	83,5°C		
Réservoir d'étanchéité de pré-condensateur de refroidisseur	TI-196	403A-PI-008		50°C	85°C		
Condensat de traitement	TI-225	403A-PI-010			50°C		
Support de ventilateur du laveur des gaz	TI-322	403A-PI-015			70°C		
Moteur d'enroulement du ventilateur du laveur des gaz	TI-328	403A-PI-015			155°C		
Eau de lavage	TIC-762	403A-PI-103			85°C	90°C	
Eau de lavage	TIC-862	403A-PI-203			85°C	90°C	
2 Bars de vapeur	TIC-068	404A-PI-006		135°C	165°C	170°C	
2 Bars de vapeur	TIC-108	404A-PI-008		135°C	165°C	170°C	
2 Bars de vapeur	TIC-128	404A-PI-009		135°C	165°C	170°C	
Chauffage de l'évaporateur	TIC-223	404J-PI-002			88°C	90°C	
Bouilleur de l'évaporateur	TI-244	404J-PI-003			88°C		
Condensat de traitement	TI-282	404J-PI-005			50°C	100°C	
Condensat de traitement	TI-283	404J-PI-005			50°C		
Vapeur	TI-289	404J-PI-005		28°C	50°C	100°C	
Chauffage de l'évaporateur	TIC-323	404K-PI-002			88°C	90°C	
Bouilleur de l'évaporateur	TI-344	404K-PI-003			88°C		
Condensat de traitement	TI-382	404K-PI-005			50°C	100°C	
Condensat de traitement	TI-383	404K-PI-005			50°C		
Vapeur	TI-389	404K-PI-005		28°C	50°C	100°C	
Chauffage de l'évaporateur	TIC-423	404L-PI-002			88°C	90°C	
Bouilleur de l'évaporateur	TI-444	404L-PI-003			88°C		
Condensat de traitement	TI-482	404L-PI-005			50°C	100°C	
Condensat de traitement	TI-483	404L-PI-005			50°C		
Vapeur	TI-489	404L-PI-005		28°C	50°C	100°C	
Mélangeur statique à 5 %	TI-109	413A-PI-002		40°C	95°C	100°C	

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 202 sur 209

Acide phosphorique peu concentré	TIC-141	413A-PI-009			30°C		
Acide phosphorique peu concentré	TIC-191	413A-PI-010			30°C		

Instrument/Contrôle de densité	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Pulpe de Phosphate vers les réservoirs de réception	DI-001	402A-PI-001		1530 kg/m ³			
Pulpe de Phosphate vers les réservoirs de réception	DI-009	402A-PI-001		1530 kg/m ³			
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-076	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-077	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-079	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-080	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-082	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DI-083	402A-PI-002		1530 kg/m ³	1667 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	DIC-125	402A-PI-003		1579 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	DIC-181	402A-PI-004		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	DIC-187	402A-PI-004		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	DIC-193	402A-PI-004		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	DI-485	402A-PI-010		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	DI-491	402A-PI-010		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	DI-497	402A-PI-010		1704 kg/m ³	1829 kg/m ³		

Instrument/Contrôle de débit	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Pulpe de Phosphate vers les réservoirs de réception	FI-002	402A-PI-001		184 m ³ /h	310 m ³ /h		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	FI-075	402A-PI-002		100 m ³ /h	175 m ³ /h		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	FI-078	402A-PI-002		100 m ³ /h	175 m ³ /h		
Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	FI-081	402A-PI-002		100 m ³ /h	175 m ³ /h		

Pulpe de Phosphate vers l'épaississeur de pulpe	FI-126	402A-PI-002		150 m³/h	230 m³/h		
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	FI-180	402A-PI-004		62 m³/h			
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	FI-186	402A-PI-004		62 m³/h			
Pulpe de Phosphate vers le réservoir de pulpe de Phosphate	FI-192	402A-PI-004		62 m³/h			
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	FIC-484	402A-PI-010		62 m³/h	110 m³/h		
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	FIC-490	402A-PI-010		62 m³/h	110 m³/h		
Pulpe de Phosphate vers le réacteur	FIC-496	402A-PI-010		62 m³/h	110 m³/h		
Acide sulfurique vers le réacteur	FFIC-030	403A-PI-002		10 m³/h	100 m³/h		
Acide sulfurique vers le réacteur	FIC-053	403A-PI-003		10 m³/h	100 m³/h		
Acide sulfurique vers le réacteur	FIC-054	403A-PI-003		10 m³/h	100 m³/h		
Acide sulfurique vers le réservoir de maturation	FIC-125	403A-PI-006			80 m³/h		
Eau de traitement acide vers la pompe de transfert de pulpe du réacteur	FIC-141	403A-PI-007			80 m³/h		
Pulpe du réacteur vers le filtre A	FIC-167	403A-PI-008	100 m³/h	200 m³/h	450 m³/h		
Pulpe du réacteur vers le filtre B	FIC-171	403A-PI-008	100 m³/h	200 m³/h	450 m³/h		
Condensat de traitement vers le pré-condensateur de refroidisseur	FIC-201	403A-PI-009		750 m³/h	1000 m³/h		
Eau de traitement acide vers le réservoir d'étanchéité du pré-condensateur de refroidisseur	FIC-205	403A-PI-009		10 m³/h	80 m³/h		
Condensat de traitement vers le pré-condensateur de refroidisseur	FIC-221	403A-PI-010		750 m³/h	1000 m³/h		
Condensat de traitement vers la pompe à vide de refroidisseur	FI-241	403A-PI-011	15 m³/h	25 m³/h			
Eau non traitée vers les pulvérisateurs du dévisiculateur	FI-301	403A-PI-014		5 m³/h	150 m³/h		
Eau de traitement acide vers les vaporisateurs du 3 ^{ème} étage	FI-312	403A-PI-014		200 m³/h	500 m³/h		
Eau de traitement acide vers les pulvérisateurs du laveur des gaz	FI-357	403A-PI-015		750 m³/h	1100 m³/h		
Eau de traitement acide vers les réservoirs du	FI-361	403A-PI-015		10 m³/h			

laveur de FSA peu concentré							
Lavage de tissu vers le filtre à cellules basculantes	FI-701	403A-PI-100		60 m³/h	120 m³/h		
Eau de mer vers le filtre à cellules basculantes	FI-703	403A-PI-100	300 m³/h	600 m³/h	1200 m³/h		
Eau de traitement acide vers le filtre à cellules basculantes	FI-714	403A-PI-100		35 m³/h	80 m³/h		
Acide produit vers le réservoir A de refroidissement d'acide	FI-724	403A-PI-101		60 m³/h	180 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le réacteur	FI-732	403A-PI-101		180 m³/h	350 m³/h		
Recyclage de filtrat n°3 et n°4	FIC-742	403A-PI-101		10 m³/h	60 m³/h		
Lavage de gâteau vers le filtre à cellules basculantes	FIC-770	403A-PI-103		60 m³/h	180 m³/h		
Eau non traitée vers le chauffe-eau de lavage	FIC-771	403A-PI-103	10 m³/h	20 m³/h	130 m³/h		
Acide sulfurique vers le réservoir de lavage de tissu	FIC-772	403A-PI-103		*	5 m³/h		
Condensat de traitement vers le laveur de filtre	FIC-781	403A-PI-104		60 m³/h	120 m³/h		
Condensat de traitement vers la pompe à vide du filtre	FI-785	403A-PI-104	10 m³/h	20 m³/h	40 m³/h		
Lavage de tissu vers le filtre à cellules basculantes	FI-801	403A-PI-200		60 m³/h	120 m³/h		
Eau de mer vers le filtre à cellules basculantes	FI-803	403A-PI-200	300 m³/h	600 m³/h	1200 m³/h		
Eau de traitement acide vers le filtre à cellules basculantes	FI-814	403A-PI-200		35 m³/h	80 m³/h		
Acide produit vers le réservoir A de refroidissement d'acide	FI-824	403A-PI-201		60 m³/h	180 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le réacteur	FI-832	403A-PI-201		180 m³/h	350 m³/h		
Recyclage de filtrat n°3 et n°4	FIC-842	403A-PI-201		10 m³/h	60 m³/h		
Lavage de gâteau vers le filtre à cellules basculantes	FIC-870	403A-PI-203		60 m³/h	180 m³/h		
Eau non traitée vers le chauffe-eau de lavage	FIC-871	403A-PI-203	10 m³/h	20 m³/h	130 m³/h		
Acide sulfurique vers le réservoir de lavage de tissu	FIC-872	403A-PI-203		*	5 m³/h		
Condensat de traitement vers le laveur de filtre	FIC-881	403A-PI-204		60 m³/h	120 m³/h		

Condensat de traitement vers la pompe à vide du filtre	FI-885	403A-PI-204	10 m³/h	20 m³/h	40 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers les collecteurs de l'évaporateur	FI-019	404A-PI-002		70 m³/h	175 m³/h		
Agent antimousse vers le collecteur de distribution	FI-035	404A-PI-003		0 m³/h	0,06 m³/h		
FSA vers la pulpe de gypse	FIC-056	404B-PI-002		0 m³/h	75 m³/h		
FSA vers le réservoir de FSA produit	FIC-473	404B-PI-014		0 m³/h	250 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le refroidisseur de condensat	FIC-214	404J-PI-001		30 m³/h	60 m³/h		
Vapeur à basse pression vers le chauffage de l'évaporateur	FI-221	404J-PI-002		26 000 kg/h			
Acide phosphorique concentré vers le bassin de distribution à 54 %	FIC-250	404J-PI-003		2 m³/h			
FSA vers le laveur de FSA	FI-277	404J-PI-004		600 m³/h	1200 m³/h		
Condensat de traitement vers le condenseur d'évaporateur	FIC-281	404J-PI-005		1 500 m³/h	2 600 m³/h		
Condensat de traitement vers l'ensemble éjecteur de vapeur	FI-284	404J-PI-005			250 m³/h		
Condensat de traitement vers la pompe à vide de l'évaporateur	FI-293	404J-PI-006	3 m³/h	6 m³/h	12 m³/h		
FSA peu concentré vers le laveur de FSA peu concentré	FI-510	404J-PI-007		600 m³/h	1 200 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le refroidisseur de condensat	FIC-314	404K-PI-001		30 m³/h	60 m³/h		
Vapeur à basse pression vers le chauffage de l'évaporateur	FI-321	404K-PI-002		26 000 kg/h			
Acide phosphorique concentré vers le bassin de distribution à 54 %	FIC-350	404K-PI-003		2 m³/h			
FSA vers le laveur de FSA	FI-377	404K-PI-004		600 m³/h	1 200 m³/h		
Condensat de traitement vers le condenseur d'évaporateur	FIC-381	404K-PI-005		1 500 m³/h	2 600 m³/h		
Condensat de traitement vers l'ensemble éjecteur de vapeur	FI-384	404K-PI-005			250 m³/h		
Condensat de traitement vers la pompe à vide de l'évaporateur	FI-393	404K-PI-006	3 m³/h	6 m³/h	12 m³/h		

FSA peu concentré vers le laveur de FSA peu concentré	FI-530	404K-PI-007		600 m³/h	1 200 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le refroidisseur de condensat	FIC-414	404L-PI-001		30 m³/h	60 m³/h		
Vapeur à basse pression vers le chauffage de l'évaporateur	FI-421	404L-PI-002		26 000 kg/h			
Acide phosphorique concentré vers le bassin de distribution à 54 %	FIC-450	404L-PI-003		2 m³/h			
FSA vers le laveur de FSA	FI-477	404L-PI-004		600 m³/h	1 200 m³/h		
Condensat de traitement vers le condensateur d'évaporateur	FIC-481	404L-PI-005		1 500 m³/h	2 600 m³/h		
Condensat de traitement vers l'ensemble éjecteur de vapeur	FI-484	404L-PI-005			250 m³/h		
Condensat de traitement vers la pompe à vide de l'évaporateur	FI-493	404L-PI-006	3 m³/h	6 m³/h	12 m³/h		
FSA peu concentré vers le laveur de FSA peu concentré	FI-550	404L-PI-007		600 m³/h	1 200 m³/h		
Acide sulfurique vers le mélangeur statique à 5 %	FIC-017	413A-PI-002			10 m³/h		
Eau non traitée vers le mélangeur statique à 5 %	FIC-018	413A-PI-002	50 m³/h	75 m³/h			
Pulpe d'acide phosphorique peu concentré vers le réacteur	FIC-026	413A-PI-003		5 m³/h	40 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le DAP	FIC-046	413A-PI-004		20 m³/h	45 m³/h		
Pulpe d'acide phosphorique peu concentré vers le réacteur	FIC-066	413A-PI-006		5 m³/h	40 m³/h		
Acide phosphorique peu concentré vers le DAP	FIC-086	413A-PI-007		20 m³/h	45 m³/h		
Eau de traitement acide vers le collecteur de distribution	FIC-126	413A-PI-008		10 m³/h	250 m³/h		
Eau de traitement acide vers la pulpe de gypse	FIC-127	413A-PI-008		0 m³/h	75 m³/h		
Eau de traitement acide vers la distribution d'acide à 54 %	FIC-128	413A-PI-008		0 m³/h	60 m³/h		
Eau de traitement acide vers la distribution d'acide à 28 %	FIC-129	413A-PI-008		0 m³/h	110 m³/h		
Eau de traitement acide vers le robinet d'acide	FIC-133	413A-PI-008		0 m³/h	50 m³/h		

Eau de refroidissement vers les refroidisseurs d'acide à 28 %	FIC-053	425E-PI-002		250 m³/h	800 m³/h		
Eau de refroidissement vers la pulpe de gypse	FI-054	425E-PI-002		50 m³/h	200 m³/h		
Eau de refroidissement vers le puisard d'eau douce	FI-064	425E-PI-002		50 m³/h	250 m³/h		
Eau de refroidissement vers le bassin chaud	FI-065	425E-PI-002		50 m³/h	200 m³/h		
Condensat de traitement vers la pulpe de gypse	FI-101	425E-PI-003		0 m³/h	100 m³/h		
Condensat de traitement vers les échangeurs de chaleur de la tour de refroidissement	FI-102	425E-PI-003		5 000 m³/h			

Instrument/Contrôle d'analyseur	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Turbidité de l'épaississeur de pulpe	AI-123	402A-PI-003			100 ppm	125 ppm	
Turbidité de l'eau filtrée	AI-329	402A-PI-007			15		
Turbidité de refoulement de la pompe d'alimentation de débordement de l'épaississeur	AI-330	402A-PI-003			15		
Émissions de fluor de la cheminée du laveur des gaz	AI-330	403A-PI-015			5 mg/Nm³		
Conductivité du condensat	AI-082	404A-PI-007			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-202	404J-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-210	404J-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-302	404K-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-310	404K-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-402	404L-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité du condensat	AI-410	404L-PI-001			40 µS	50 µS	
Conductivité de l'eau de refroidissement	AI-002	425E-PI-001		2500	3000		
pH de l'eau de refroidissement	AI-003	425E-PI-001		6	8		

Instrument/Contrôle divers	Étiquette	P&ID n°	Bas-Bas	Bas	Élevé	Élevé-Élevé	Fonctionnement
Couple – Racleur d'épaississeur	YI-141	402A-PI-003			969,4 kNm	705 kNm	

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 208 sur 209

Couple – Agitateur A du réservoir de pulpe de Phosphate	YI-386	402A-PI-008			174,8 kNm	240,35 kNm	
Couple – Agitateur B du réservoir de pulpe de Phosphate	YI-446	402A-PI-008			174,8 kNm	240,35 kNm	
Vibration – Support de ventilateur du laveur des gaz	VI-323	403A-PI-015			10,5 mm/s		
Vibration – Support interne de ventilateur du laveur des gaz	VI-324	403A-PI-015			10,5 mm/s		
Vibration – Support externe de ventilateur du laveur des gaz	VI-331	403A-PI-015			10,5 mm/s		
Vibration– Pompe de circulation de l'évaporateur	VI-237	404J-PI-002			0,5 g		
Vibration – Pompe de circulation de l'évaporateur	VI-337	404K-PI-002			0,5 g		
Vibration – Pompe de circulation de l'évaporateur	VI-437	404L-PI-002			0,5 g		
Couple – Racleur du clarificateur à 28 %	YI-022	413A-PI-003			3,04 kNm	5,69 kNm	
Couple – Racleur du clarificateur à 28 %	YI-062	413A-PI-006			3,04 kNm	5,69 kNm	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-006	425E-PI-001			50 %	80 %	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-008	425E-PI-001			50 %	80 %	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-010	425E-PI-001			50 %	80 %	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-012	425E-PI-001			50 %	80 %	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-014	425E-PI-001			50 %	80 %	
Vibration – Ventilateur de la tour de refroidissement	VI-016	425E-PI-001			50 %	80 %	

13.10. Feuilles de contrôle de l'opérateur

JACOBS	Usine d'acide phosphorique ODI P1 Manuel d'utilisation	Document :	Rév. : C
			Page 209 sur 209

13.11. Fiches de données de sécurité (FDS)

- Flocculant Flomin 905 MC
- Acide sulfurique, concentré
- Acide phosphorique
- Agent antimousse Cybreak 675
- Agent antimousse Nalco 9763
- Acide hydrofluosilicique