Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering
Fondation 2iE

SOMITA SA

ETUDE DE LA REALISATION DE L'INSTALLATION D'UNE BATTERIE DE CYCLONES EN VUE DE L'EXTENSION DE L'USINE DE TAPARKO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE LA LICENCE PROFESSIONNELLE EN GESTION ET MAINTENANCE DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET ENERGETIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 24 janvier 2011
Par

Richard ILBOUDO

Travaux dirigés par : Kouami ADJAKA

Jury d'évaluation du stage :

Président : Henri KOTTIN

Membres et correcteurs :

Justin BASSOLE

Promotion 2010/2011

REMERCIEMENTS/ DEDICACES

Je tiens à témoigner ma gratitude à tous ceux qui de prés ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire ; en particulier mes remerciements :

- Au responsable du service maintenance de l'usine et maitre de mémoire pour sa disponibilité.
- Au personnel de la section électricité du service maintenance de l'usine de Taparko pour le soutient technique qui m'a été promulgué.
- Aux collègues et amis pour leur soutient moral.
- A ma famille pour le sacrifice qu'elle a daigné consentir pour la réalisation de cette formation.
- A tout le personnel d'encadrement des 2IE pour m'avoir offert un cadre adéquat de formation.

Je dédie ce modeste travail à :

- Mon père qui nous a quitté très tôt, regarde papa, ton fils n'a pas baissé les bras, il continue de lutter pour tenir la promesse qu'il ta faite. Repose en paix.
- Ma mère pour toutes les souffrances qu'elle endure pour ma réussite.
- A ma femme et à mon fils pour leur compréhension du faite de n'avoir pas été tout temps disponible pour eux pendant ma formation.
- A mes frères et sœurs pour leur contribution matérielle à la réalisation de cette formation.
- A tout le personnel du service de maintenance de l'usine de Taparko pour leurs encouragements.

RESUME

L'étude du thème « Etude de la réalisation de l'installation d'une batterie de cyclones en vue de l'extension de l'usine de Taparko »réalisé au sein de l'usine de traitement de la SOMITA, nous a permis de faire les calculs de choix des composants des éléments électriques pour l'installation des nouveaux équipements . Nous avons ensuite comparé ces éléments choisis avec les composants installés sur le terrain et nous avons trouvé qu'il y avait une différence de section des câbles utilisés d'avec nos calculs ; la comparaison de nos résultats avec ceux de Genivar n'a pas pu être effectués faute de documents techniques d'installation électrique provenant de cette société. Enfin nous avons réalisé un planning Gantt des travaux de l'installation électrique. L'installation n'ayant pas pu être finalisé dans son ensemble, les essais sur le terrain n'ont aussi pas pu être réalisés, mais le système déjà mise sur place fonctionne bien et l'objectif de 220 tonnes à l'heure est atteint.

Mots Clés :

1 – Variateur de vitesse (électrique): dispositif électronique destiné à commander la vitesse d'un moteur électrique.

2 – Disjoncteur: dispositif électromécanique ou électronique de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique.

3 – cyclones : appareils servant à séparer les particules solides des fines grâce à la force centrifuge ; la force centrifuge fait remonter les particules fines, tandis que les grossiers sont dirigés vers le bas**.**

4 – Tonnage : Quantité de minerais passé dans le broyeur par heure de fonctionnement

5 – bâche de cyclonage : contenant de forme prismatique servant à recevoir le mélange provenant du broyeur.

ABSTRACT

The study of the theme "Study of the realization of cyclones battery installation for the extension of the factory Taparko" realized within the processing plant of SOMITA, allowed us to do calculations of choices of components electrical to install new equipments installation. We then compared these with selected components installed on the ground and we found that there was a difference in the section with our calculations, the comparison of our results with those of Genivar could not be done by lack of technical documents of electric installation from this company. At last we made a schedule Gantt work of electrical installation. The installation

could not be completed as a whole, the field tests have also not been achieved, but the system already set up works well and the goal of 220 tons per hour is reached.

Key words:

1 – Variable speed drive (electric): it is a piece that regulates the speed and rotation of an electric motor.

2 – Circuit breaker: it is an automatically operated electrical switch designed to protect an electrical circuit from damage caused overload.

3 – Cyclones: unit for separating solid particles from the fine by the centrifugal force, centrifugal force makes up the fine particles, while coarse headed down.

4 – Tonnage: Quantity of ore pass in ball mill per hour of working.

5 – Tarpaulin cyclone: prism-shaped container for receiving the mixture from the mill.

LISTE DES ABREVIATIONS

SCADA: supervision contrôle acquisition data (système de contrôle et acquisition de données)

CIL : Carbone in leach

PID : piping and instrumentation diagramme

PN : nominale pression

HDPE : polyéthylène high density

SOMMAIRE

I. Introduction 6

II. Objectifs du travail..... 8

A. Description des composants de la chaine avant installation des équipements pour l'extension……10

B. Bilan de puissance de l'installation avant modification……11

III. Matériels et Méthodes 12

IV. Résultats……13

C. Dimensionnement et choix des composants électriques et d'automatisme……..…13

a) Détermination du moteur à installer pour la pompe de cyclonage…….……..…..13

b) Détermination du câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage……..…..14

c) Choix du disjoncteur de protection du moteur de la pompe de cyclonage…….....17

d) Choix du variateur de vitesse pour le moteur de la pompe de cyclonage…… …..…18

e) Choix du moteur de la pompe de rejet……....19

f) Détermination du câble d'alimentation du moteur de la pompe de rejet……..20

g) Choix du disjoncteur de protection du moteur de la pompe de rejet…….....21

h) Choix du variateur de vitesse pour le moteur de la pompe de rejet……..…21

D. Dimensionnement et choix des éléments pneumatiques des vannes de la tuyauterie……..…21

V. Discussion et Analyses……22

A. Analyse du tableau 7……22

a. Remplacement de la pompe Warman 8/6 par 10/8…….……...22

b. Remplacement de la tuyauterie pompe de cyclonage-batterie de cyclones.....22

c. Remplacement de la batterie de 06 cyclones par une de 10 cyclones……..23

d. Remplacement de la pompe 6/4 par 8/6……23

e. Remplacement de la tuyauterie de rejet vers le parc à résidus……..……..23

f. Remplacement de la pompe d'eau de presse étoupe…….....23

B. Analyse du tableau 8…….....24

a. Remplacement du moteur de la pompe de cyclonage……....24

b. remplacement du câble d'alimentation de la pompe de cyclonage…….....24

c. Remplacement du disjoncteur de la pompe de cyclonage……....24

d. Remplacement du variateur de la pompe de cyclonage……....24

e. Remplacement du moteur de la pompe de rejet…….....24

f. Remplacement du câble d'alimentation du moteur de la pompe de rejet…….…24

g. Remplacement du disjoncteur du moteur de la pompe de rejet……....24

h. Remplacement du variateur de vitesse de la pompe de rejet……..…..…….24

i. Installations des vannes pneumatiques des cyclones…….……..25

j. Installation du distributeur 5/2…….....25

k. Installation du câble réseau……..25

C. Analyse du tableau 9…….…..25

D. Bilan de puissance après modification…….…13

E. Planning d'installation……..27

VI. Conclusion……..32

VII. Recommandarions et Perspectives……...34

VIII. Bibliographie…. ……35

IX. Annexes …. ……..36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des équipements avant la modification ……...Page 10

Tableau 2 : Bilan de puissance avant la modification……..…page 11

Tableau 3 : 52E NFC 15-100, choix de la méthode de référence……...Page 14

Tableau 4 : 52J1 NFC 15-100, choix du facteur de correction K1 en fonction de la température…….…….....Page 14

Tableau 5 : 52L NFC 15-100, choix du facteur de correction K2 en fonction du nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs. ……..….Page 15

Tableau 6 : 52F NFC 15-100, choix de la section du câble en fonction du nombre de conducteurs chargés, de la matière de l'isolant et du courant admissible dans le câble. ….Page 16

Tableau 7 : choix des disjoncteurs magnétothermiques en fonction de l'intensité nominale du moteur. ……....Page 18

Tableau 8: choix des variateurs ALTIVAR 71 en fonction de la puissance du moteur…….……..Page 19

Tableau 9 : liste des organes mécaniques installés avant l'extension et déterminée par calculs……..…….Page 22

Tableau 10: Liste des organes électriques et d'automatisme installés avant l'extension et déterminés par calculs. …….Page 23

Tableau 11 : liste des organes électriques installés et dimensionnés : tableau servant à faire la comparaison des caractéristiques des éléments en place après extension et des éléments dimensionnés. ……..….Page 25

Tableau 12 : Bilan de puissance après la modification……...…….Page 26

Tableau 13 : Liste des travaux électriques et d'automatisme à effectuer pour l'extension…….Page 28

Tableau 14 : classement des taches par antériorité pour le réseau perte…….Page 29

Tableau 15 : Méthode matricielle de construction du réseau…….….Page 30

Tableau 16 : Calculs des marges libres et marges totales du réseau perte…….Page 30

Tableau 17 : Diagramme de Gantt de réalisation des travaux d'extension…….Page 31

Tableau 18 : Synthèse des résultats…….Page 32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : procédé de traitement de l'usine de traitement de minerai de Taparko…….Page 8

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : pompe de cyclonage…….Page 10
Photo 2 : Pompe de rejet…….Page 10

I. INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, la flambée du prix de l'or a rendu exploitables de nombreuses mines à faible teneur ; c'est ainsi que le Burkina Faso s'est vu transformé en pays producteur avec l'ouverture de la première mine après la fermeture de celle de Poura en 1999. SOMITA voyait le jour en 2004 et débutait l'extraction du métal jaune en 2007. C'est dans cette société que nous avons effectué notre stage dans le cadre des études de licence à l'Institut d'Ingénierie de l'Eau et de l'environnement (2IE) ; chaque étudiant en fin de cycle est amené à faire un stage d'au moins dix semaines dans une entreprise en vue de mettre en pratique ses connaissances théoriques en conformité avec les études qu'il a mené. Dans cet objectif, nous avons travaillé comme stagiaire pendant seize semaines allant du 15 mai au 15 septembre 2011 au sein du service de l'entretien de l'usine de production d'or de la SOMITA SA. En effet SOMITA SA est une société d'exploitation minière installée à Taparko dans la province du Namentenga au Burkina Faso avec son siège social à Ouagadougou. La société a démarré ses activités extractives avec une cadence de production de 125 tonnes par heure de minerais broyés, mais envisageait atteindre 220 tonnes par heure de minerais broyés en 2010 ; d'où la nécessité d'accroitre les capacités des équipements de production. Dans ce contexte, une étude a été menée par une société d'ingénierie canadienne (GENIVAR) pour le dimensionnement des machines à installer en complément des anciennes. Les phases de conception et d'installation achevées, il nous a été demandé de mener les études nécessaires afin de confirmer ou d'infirmer tous les dimensionnements effectués sur les éléments de la chaine nouvellement installées sur le plan électrique à travers le thème d'étude suivant : « Etude de la réalisation d'une batterie de cyclones en vue de l'extension de l'usine de Taparko ». L'aspect mécanique ne sera pas traité en détails. Une usine d'extraction d'or est avant tout un système composé de trois grands ensembles qui sont : le concassage ; le broyage et la lixiviation (voir annexe 4 : PID). Le système du concassage permet de casser les gros blocs pour les transformer en particules de 12 millimètres environ ; la section broyage permet de broyer et classer ces particules ; les particules ressortent du broyeur à environ 80 microns ; il se produit une séparation au niveau des cyclones. La lixiviation permet de récupérer par des réactions chimiques l'or dissout. Le système qui nous concerne est la classification par cyclones. Le minerai broyé mélangé à l'eau (pulpe) est déversé dans une bâche de cyclonage ; de cette bâche deux pompes (pompes de cyclonages) envoient la pulpe vers les cyclones où il se produit une séparation. La séparation s'effectue au niveau des cyclones grâce à l'action de la force centrifuge qui dirige les petites particules vers le haut et les plus grosses vers

le bas. Augmenter la cadence de production de l'usine revient ici dans le cadre de notre étude à augmenter la capacité des cyclones pour permettre la séparation d'une plus grande quantité de pulpe. D'où la nécessité pour nous d'augmenter le nombre de cyclones afin de permettre de passer de 125 tonnes par heure de minerai broyé à 220 tonnes par heure.

Nos travaux seront subdivisés en deux étapes ; la première étape consistera à partir sur la base du dimensionnement mécanique effectué par GENIVAR pour déterminer les caractéristiques des éléments électriques à mettre en place ; la deuxième étape sera axée sur une étude comparative de nos recherches avec les conclusions de GENIVAR et des éléments réellement installés sur le terrain.

Cette étude permettra de mettre à la disposition de la société une documentation fiable obtenue à partir de la synthèse des études théoriques de dimensionnement et dans la mesure du possible des résultats sur le terrain du fonctionnement de l'équipement installé.

II. OBJECTIFS DU TRAVAIL

Pour mieux appréhender le thème de l'étude, il serait intéressant de décrire le fonctionnement d'une usine de traitement de minerai.

Le minerai provenant du concassage est acheminé au broyeur par un convoyeur à bande ; le minerai entrant dans le broyeur est additionnée d'eau pour faciliter le broyage. L'ensemble eau et minerai broyé est déversé dans une bâche de cyclonage d'où une pompe est chargé d'envoyé le mélange vers la batterie de cyclones ; Au niveau des cyclones se produit une séparation ; les grossiers sont ramenés au broyeur et les fines à un tamis linéaire ; Ce tamis retient les impuretés et laisse la pulpe descendre au premier réacteur. Des réactions physico chimiques se produisent du premier au cinquième réacteur afin que l'or soit bien capté par le charbon dans les CIL.A partir du cinquième réacteur le charbon est transféré vers la colonne d'élution pour que l'or contenu dans le charbon soit dissout dans l'éluât. Une fois l'or dissout, l'éluât chargé est transféré vers la salle d'or pour subir une électrolyse.

Il faut noter que la pulpe pauvre en or est transférée au sixième réacteur pour être évacuer par l'entremise de l'épaisseur et grâce à des pompes de rejet vers le parc à résidus. Il faut préciser que tout toute l'usine est pilotée par le **SCADA** .Le système est représenté sur la figure 1 suivante.

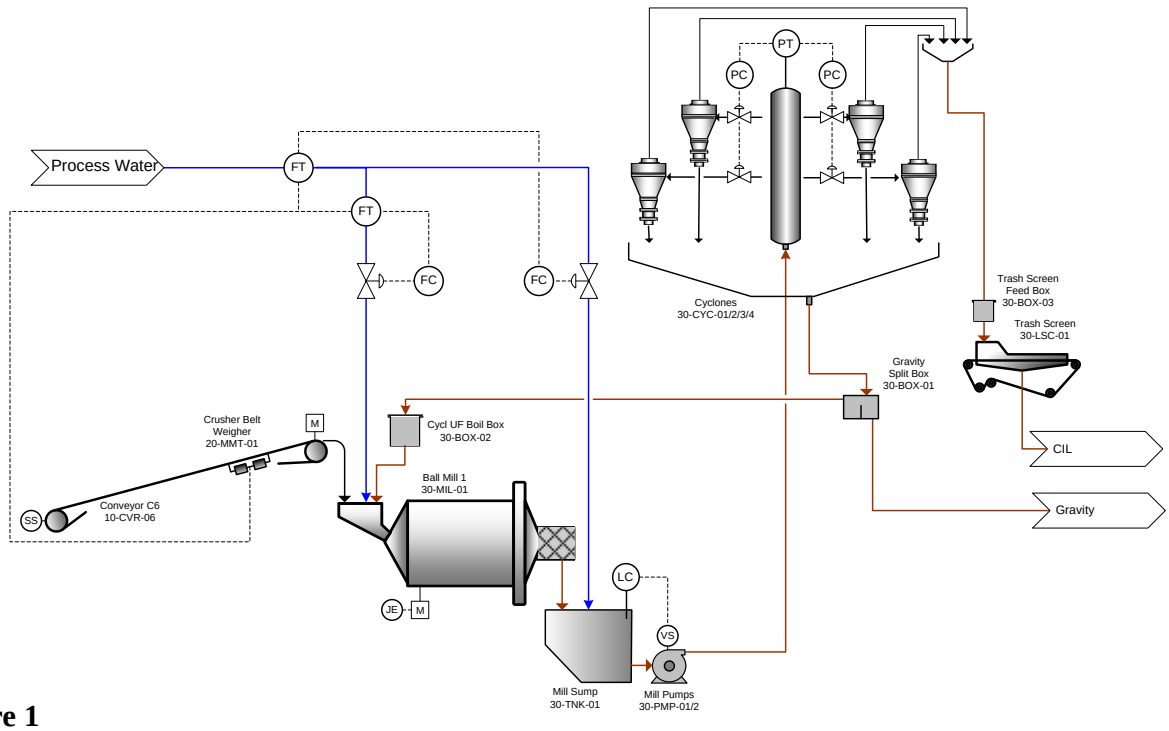


Figure 1

L'usine fonctionnait à 135 tonnes à l'heure avant l'installation des nouveaux équipements.

L'objectif poursuivi dans notre étude est de vérifier la conformité des pièces électriques installées afin de mettre à la disposition de la société un document de base pour l'extension de l'usine. Notre thème est bien vaste car il ne se limite pas aux éléments directement liés aux cyclones, il faut y intégrer tous les éléments de la chaine. La chaine qui nous intéresse est composée des éléments suivants :

- Les pompes de cyclonage
- Une tuyauterie reliant la pompe à la batterie de cyclones
- Une tuyauterie reliant les cyclones au broyeur
- De la batterie de cyclones
- Tamis linéaire des cyclones
- Les tanks CIL
- Tamis linéaire de l'épaississeur
- L'épaississeur
- Les pompes de rejets
- La tuyauterie de rejet vers le parc à résidus
- Les pompes d'eau de presse étoupe

Nous étudierons les éléments cités plus haut pour déterminer leurs caractéristiques afin de permettre d'atteindre l'objectif de 220 tonnes à l'heure. Comme l'étude a déjà été mené par la firme d'ingénierie GENIVAR, nous décriront les conclusions de GENIVAR pour les comparer avec celles qui en sortiront de notre étude et nous finirons par dresser un planning d'installation des équipements.

Pour ce faire nous aurons à déterminer :

- Les moteurs à installer pour les deux pompes de cyclonage
- les accessoires de protection des moteurs
- Les dimensions des câbles pour connecter les deux moteurs à leurs armoires électriques
- Les éléments pneumatiques pour les vannes
- Les moteurs à installer pour les pompes de rejets
- Les accessoires de protection pour les moteurs des pompes de rejet
- Les câbles d'alimentation des moteurs des pompes de rejet

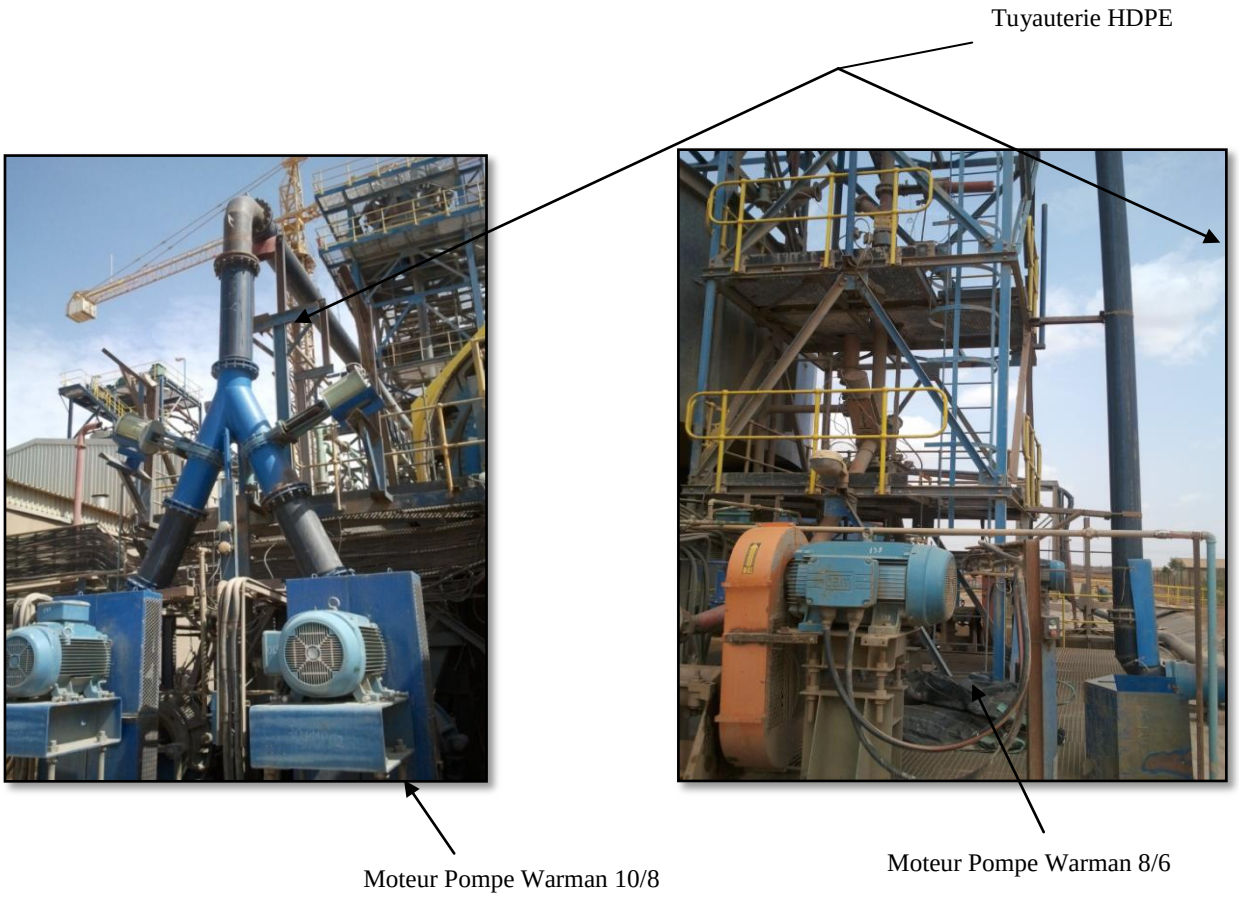


Photo 1 : pompes de cyclonage et de la tuyauterie HDPE (les schémas fonctionnels sont proposés en annexe 12)

Photo 2 : des pompes de rejet

A. Description des composants de la chaine avant l'installation des équipements pour l'extension (voir schéma cinématique de l'installation en annexe 10 et installation générale en annexe 11)

Tableau 1

Nb	Désignations	Caractéristiques	Fonction
02	**pompes de cyclonage**	marque Warman, Pompes centrifuge, type AH métal 8/6 équipé de moteur asynchrone de 185KW ;	pomper la pulpe de la bâche de cyclonage vers les cyclones
01	**Une tuyauterie reliant la pompe à la batterie de cyclones**	Marque INTERPLAST LTD Matière HDPE 280× 16,6 PN 10 longueur 33,285m	canaliser la pulpe des pompes de cyclonage vers les cyclones
01	**Batterie de cyclones**	Marque KREBS Nombre de cyclones 06 Pression nominale 80Kpa	permettre la séparation par la force centrifuge des grossiers et des fines particules contenues dans la pulpe.
01	**Une tuyauterie reliant les cyclones au broyeur**	Marque INTERPLAST LTD Matière HDPE 280× 16,6 PN10 Longueur 12,78m	canalisation du retour des grossiers des cyclones vers le broyeur.
01	**Tamis linéaire des cyclones**	Marque GKD Delkor Type DLS standard de 12m^2 Equipé de réducteur Flender 124,73/1 et d'un moteur asynchrone 4KW	Séparation des déchets contenus dans la pulpe provenant des cyclones.

06	**Les tanks CIL**	Marque TRYLINE Equipé d'agitateurs KEMIX, de pompe de transfert Warman 65QV-SP et de tamis inter stage KEMIX.	permettre la réaction physicochimique de captation de l'or contenu dans la pulpe par le carbone.
01	**Tamis linéaire de l'épaississeur**	Marque GKD Delkor Type DLS standard de $12m^2$ Equipé de réducteur Flender 124,73/1 et d'un moteur asynchrone 4KW	permettre de retenir le carbone de la pulpe à envoyer vers le parc à résidu.
01	**Epaississeur**	Marque GKD DELKOR Diamètre 20m	Permettre de décanter la pulpe à rejeter afin de recueillir l'eau pour le remettre dans le circuit de traitement du minerai.
02	**Pompes de rejet**	marque Warman, Pompe centrifuge, type AH elastomer 6/4 équipé de moteur asynchrone de 45KW	évacuer la pulpe pauvre en or vers le parc à résidus
01	**La tuyauterie de rejet vers le parc à résidus**	Marque INTERPLAST LTD Matière HDPE 280× 16,6 PN10 Longueur 495m	permettre de canaliser la pulpe des pompes de rejet vers le parc à résidus.
01	**La pompe d'eau de presse étoupe**	Marque MONO PUMPS DENORCO Type HD 45M Equipé de moteur de 4KW	envoyer de l'eau sous forte pression vers les presses étoupe de la pompe afin d'empêcher la pulpe de s'échapper par l'axe.

B. Bilan de puissances de l'installation avant modification :(Méthode de Boucherot ; voir les détails des calculs en annexe 6 et annexe 7)

Tension nominale pour l'installation : 380V

Tableau 2

Nb	Désignations		Caractéristiques moteurs	Puissance active(KW)	Puissance réactive(KVAR)
02	**pompes de cyclonage**		P=185kw ; I=338A ; cos φ : 0,87 ; 1480tr/mn	387,076	218
01	**Tamis linéaire des cyclones**		P=4KW ; I=7.88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn	4,615	2,333
06	**Les tanks CIL**	**Agitateurs**	P=55KW ; I=99A ; cos φ : 0,87 ; 1450tr/mn	340,122	191,567
		Tamis MPS	P=7,5KW ; I=15,2A cos φ : 0,89 ; 1450tr/mn;	53,421	27
		Pompes de transfert	P=11KW ; I=21,7A ; cos φ : 0,89 ; 1450tr/mn;	76,266	38,561
01	**Tamis linéaire de l'épaississeur**		P=4KW ; I=7,88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn;	4,615	2,333
02	**Pompes de rejet**		P=45KW ; I=81A ; cos φ : 0,87 ; 1450tr/mn;	92,761	52,244
01	**La pompe d'eau de presse étoupe**		P=4KW ; I=7,88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn;	4,615	2,333
Facteur d'utilisation global				0,80	
Facteur de simultanéité				0.85	
Totale puissance active absorbée (KW)				655,173	
Total puissance réactive (KVAR)				534,37	
Puissance installée (KVA)				845,46	

III. Matériels et méthodes

NB : Tous les calculs se réfèrent à la norme NF C 15-100

Selon WIKIPEDIA, La norme **NF C 15-100** fixe la réglementation des installations électriques en basse tension en France. Elle traite de la conception, de la réalisation, de la vérification et de l'entretien des installations électriques alimentées sous une tension au plus égale à 1 000 volts (valeur efficace) en courant alternatif et à 1 500 volts en courant continu. Elle est régulièrement remise à jour pour prendre en compte les évolutions des technologies et techniques ainsi que des évolutions en termes de sécurité des installations en question. La dernière version date de 2002. Elle remplace la C 15-100 de 1991. Des amendements sont régulièrement apportés. Ainsi les amendements A1, A2 et A3 ont apportés des modifications supplémentaires. Réglementairement toutes les installations, neuves ou rénovées, doivent respecter cette norme. Cette norme est homologuée et en grande partie harmonisée. C'est la norme de référence des électriciens en France et chez nous au Burkina Faso. Il existe aussi des normes de niveau européen gérées par l'EN (normes européennes) et mondial gérées par l'IEC (commission électrotechnique internationale).Les normes françaises NF doivent respecter les normes européennes qui elles mêmes se conformes aux normes mondiales.

Nous nous baserons en premier lieu sur les documents suivants de GENIVAR pour faire les dimensionnements des éléments électriques :

Rajout d'une batterie de cyclones- élévation (voir annexe1)

- Rajout d'une batterie de cyclones- vue en plan (voir annexe 2)
- Quantité des matériaux à utiliser (voir annexe 3)

En second lieu nous exploiterons les documents des constructeurs de matériels électriques et mécaniques tels que :

- WARMAN
- LEGRAND
- SCHNEIDER
- KREBS

IV. RESULTATS

A. Dimensionnement et choix des composants électriques

a. Détermination du moteur à installer pour la pompe de cyclonage

Données :

- Hauteur nominale : 20986 mm
- Pression nominale aux cyclones : 80 kpa
- Débit : 699 $m^3/_h$

Nous n'allons pas dimensionner le moteur, nous utiliserons le résultat donné par GENIVAR : nous adopterons un moteur de 315KW. Les caractéristiques sont les suivantes :

- Marque : WEG
- Puissance : 315KW
- 1485 tr/mn
- 560A- 380V
- Cos$\rho = 0.89$
- $\eta = 0{,}9$
- 4 pôles
- L'intensité absorbée se calcule par la formule Ia $= Pn/(\sqrt{(3)} \times U \times \eta \times \cos\varphi)$ (formule 1) $= 597A$

b. Détermination du câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage : Calcul du courant Iz admissible dans le câble

- **Détermination de la méthode de référence**

Le câble à dimensionner est posé sur tablette perforé ; suivant le tableau 52C, de la norme citée plus haut, on a la référence 13. Ce qui donne au tableau 52E, une méthode de référence E.

Tableau3 : 52E NFC 15-100

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	■ sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles	B
	■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	C
câbles multiconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	E
câbles monoconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	F

- **Calcul des facteurs de correction**

En choisissant un câble avec isolation en polyéthylène réticulé, La température ambiante du câble étant d'environ 40°C ; au vu du tableau 52J1, on obtient un facteur K1= 0,91.

Tableau 4 : 52J1 NFC 15-100

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	–	0,61	0,76
60	–	0,50	0,71

Au tableau 3 (52L), on obtient un facteur K2=0,77 avec un câble de 3 conducteurs + neutre non chargé(le câble de neutre servira à la mise à la masse du moteur)

Tableau 5 : 52L de la norme NFC 15-100

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2 nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Le circuit est protégé par disjoncteur ; ce qui implique K=1

D'où, $I_Z = \frac{K \times Ia}{K1 \times K2} \rightarrow I_Z = \frac{1 \times 597}{0{,}91 \times 0{,}77} \rightarrow I_Z = 852A$

- Effectuons le choix de la section du câble dans le tableau 52F, connaissant :

$I_Z = 852A$

Câble en cuivre avec isolation en polyéthylène réticulé (PR) triphasé +neutre (neutre non chargé).

Tableau 6 :52F NFC 15-100

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
	400					656	754	825		940
	500					749	868	946		1 083
	630					855	1 005	1 088		1 254
section aluminium (mm²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337
	150		227	245	261	283	316	324	346	389
	185		259	280	298	323	363	371	397	447
	240		305	330	352	382	430	439	470	530
	300		351	381	406	440	497	508	543	613
	400					526	600	663		740
	500					610	694	770		856
	630					711	808	899		996

On obtient un câble de 500 mm^2 de section, de longueur 30m avec un courant admissible de 868A proche de 852A.

- **Vérification de la chute de tension**

$\Delta u = \sqrt{3} \times IB\ (R \times L/S \times \cos\varphi + X \times L \times \sin\varphi)$ (Formule 2) et $\Delta u\ (\%) = (100 \times \Delta u)/Un$

AN :

R=résistivité = 0,0225 $\Omega mm^2/_m$

L= Longueur du câble= 30m

S= Section du câble 500mm^2

$\cos\varphi = 0{,}9$

$\sin\varphi = 0{,}43$

X= réactance linéique des conducteurs= $0{,}08^{m\Omega}/_{m}$

I_B= In= 560A pour notre cas, car le disjoncteur alimente le moteur seul

Un= tension nominal= 380V (tension du réseau)

Δ_U= chute de tension en volts

$\rightarrow\ \Delta_U = \sqrt{3} \times 560 \left(0{,}0225 \times \frac{30}{500} \times 0{,}9 + 0{,}08 \times 30 \times 0{,}43\right)$

$\rightarrow\ \Delta_U = 1002{,}15V \rightarrow \Delta_U(\%) = \frac{100 \times 1002{,}15}{380} = 2{,}63\%$

On obtient ici une chute de tension égale à 2,63% inférieur à la chute de tension admissible pour les moteurs qui est de l'ordre de 8% ; donc notre section de câble convient pour l'installation.

Nous utiliserons trois câbles de référence suivant : H07 RN-F 4G185 par phase; car un câble unique de section $500mm^2$ à quatre conducteurs n'existe pas dans les catalogues des fabricants (TUMAG câbles et Câblerie DAUMESNIL) que nous possédons.

c. Choix du disjoncteur de protection du moteur de la pompe de cyclonage

- La tension d'utilisation est de 380V
- Le courant d'utilisation est de 597A
- Le pdc est de $10\times Ia = 10 \times 597 = 5970A = 5{,}97KA \cong 6KA$
- La courbe de déclenchement est C (usage courant)

Le disjoncteur choisi (voir tableau 5) est NS630 STR43ME.

Tableau 7 : Choix des disjoncteurs

Performance : U = 500/525 V

disjoncteurs	H	L
NS100-STR22ME	50/35 kA	70/50 kA
NS160-STR22ME	50/35 kA	70/50 kA
NS250-STR22ME	50/35 kA	70/50 kA
NS400-STR43ME	50/35 kA	70/50 kA
NS630-STR43ME	50/35 kA	70/50 kA

Démarrage :

	STR22ME	STR43ME
normal	classe 10	classe 10
long		classe 20

moteurs P (kW)	I (A) 500 V	I (A) 525 V	le max	disjoncteurs type	déclA.u.	Irth (A)	Irm (A)	contacteurs (1) type
4	6,5	6,5	10	NS100	STR22ME	6/10	13 Irth	LC1-D80
5,5	9	9	12,5	NS100	STR22ME	7,5/12,5	13 Irth	LC1-D80
7,5	12	12	12,5	NS100	STR22ME	7,5/12,5	13 Irth	LC1-D80
10	15	15	20	NS100	STR22ME	12/20	13 Irth	LC1-D80
11	18,4	18,4	20	NS100	STR22ME	12/20	13 Irth	LC1-D80
15	23	23	40	NS100	STR22ME	24/40	13 Irth	LC1-D80
18,5	28,5	28,5	40	NS100	STR22ME	24/40	13 Irth	LC1-D80
22	33	33	40	NS100	STR22ME	24/40	13 Irth	LC1-D80
30	45	45	50	NS100	STR22ME	30/50	13 Irth	LC1-D80
37	55	55	80	NS100	STR22ME	48/80	13 Irth	LC1-D80
45	65	65	80	NS100	STR22ME	48/80	13 Irth	LC1-D80
55	80	80	100	NS100	STR22ME	60/100	13 Irth	LC1-D115 ou LC1-F115
				NS400	STR43ME	60/120	13 Irth	LC1-F185
75	105	105	115	NS160	STR22ME	90/150	13 Irth	LC1-D115 ou LC1-F115
				NS400	STR43ME	60/120	13 Irth	LC1-F185
90	130	130	150	NS160	STR22ME	90/150	13 Irth	LC1-D150 ou LC1-F150
				NS400	STR43ME	100/200	13 Irth	LC1-F185
110	155	155	185	NS250	STR22ME	131/220	13 Irth	LC1-F185
				NS400	STR43ME	100/200	13 Irth	LC1-F185
132	185	185	220	NS250	STR22ME	131/220	13 Irth	LC1-F265
				NS400	STR43ME	160/320	13 Irth	LC1-F265
160	220	220	220	NS250	STR22ME	131/220	13 Irth	LC1-F265
				NS400	STR43ME	160/320	13 Irth	LC1-F265
200	280	280	320	NS400	STR43ME	160/320	13 Irth	LC1-F400
220	310	310	320	NS400	STR43ME	160/320	13 Irth	LC1-F400
250	360	360	500	NS630	STR43ME	250/500	13 Irth	LC1-F500
315	445	445	500	NS630	STR43ME	250/500	13 Irth	LC1-F500
355	500	500	500	NS630	STR43ME	250/500	13 Irth	LC1-F630

d. Choix du variateur de vitesse pour le moteur de la pompe de cyclonage

Données :

- Moteur de 315KW
- Courant In= 560A
- Tension du réseau 380V
- Charge à couple quadratique

En fonction de la puissance du moteur, de la tension du réseau et du type de charge appliquée, nous choisirons le variateur **ALTIVAR 71** de Schneider référence : ATV71E5C31N4 conformément au tableau n°6 suivant :

Tableau 8 : choix du variateur

Références

Désignation	Moteur Puissance kW	HP	Avec variateur	Référence	Masse kg
Armoire équipée avec transistor de freinage intégré dans le variateur	90	125	ATV 71HD90N4	**ATV 71E5D90N4**	280,000
	110	150	ATV 71HC11N4	**ATV 71E5C11N4**	300,000
	132	200	ATV 71HC13N4	**ATV 71E5C13N4**	310,000
	160	250	ATV 71HC16N4	**ATV 71E5C16N4**	340,000
Armoire équipée avec unité de freinage dans l'armoire	200	300	ATV 71HC20N4	**ATV 71E5C20N4F**	603,000
	250	400	ATV 71HC25N4	**ATV 71E5C25N4F**	603,000
	280	450	ATV 71HC28N4	**ATV 71E5C28N4F**	603,000
Armoire équipée sans unité de freinage	200	300	ATV 71HC20N4	**ATV 71E5C20N4** *(1)*	430,000
	250	400	ATV 71HC25N4	**ATV 71E5C25N4** *(1)*	430,000
	280	450	ATV 71HC28N4	**ATV 71E5C28N4** *(1)*	430,000
	315	500	ATV 71HC31N4	**ATV 71E5C31N4** *(2)*	748,000
	400	600	ATV 71HC40N4	**ATV 71E5C40N4** *(2)*	806,000
	500	700	ATV 71HC50N4	**ATV 71E5C50N4** *(2)*	938,000

e. Choix du moteur pour la pompe de rejet

Nous n'allons pas dimensionner le moteur, nous utiliserons le résultat donné par GENIVAR : nous adopterons un moteur de 185KW. Les caractéristiques sont les suivantes :

- Marque : WEG
- Puissance : 185KW
- 1485 tr/mn
- 338A- 380V
- Cos$\rho = 0.89$
- $\eta = 0{,}9$
- 4 pôles
- L'intensité absorbée se calcule par la formule 1 , $I_a = 350A$

f. Choix du câble d'alimentation du moteur de la pompe de rejet

- Calcul du courant Iz admissible dans le câble

Détermination de la méthode de référence

Le câble à dimensionner est posé sur tablette perforé ; suivant le tableau 52C, de la norme citée plus haut, on a la référence 13. Ce qui donne au tableau 52E, une méthode de référence E (voir tableau 1).

- Calcul des facteurs de correction

En choisissant un câble avec isolation en polyéthylène réticulé, La température ambiante du câble étant d'environ 40°C ; au vu du tableau 52J1, on obtient un facteur K1= 0,91(Voir tableau 2).

Au tableau 52L, on obtient un facteur K2=0,77 avec un câble de 3 conducteurs + neutre non chargé (voir tableau 3).

Le circuit est protégé par disjoncteur ; ce qui implique K=1

D'où, $I_Z = \frac{K \times Ia}{K1 \times K2} \rightarrow I_Z = \frac{1 \times 350}{0{,}91 \times 0{,}77} \rightarrow I_Z = 500A$

- Effectuons le choix de la section du câble dans le tableau 4 (tableau 52F de NFC 15-100), connaissant :

$I_Z = 500A$

Câble en cuivre avec isolation en polyéthylène réticulé (PR) triphasé +neutre (neutre non chargé).

On obtient un câble de 240mm^2 de section, de longueur 100m avec un courant admissible de 538A proche de 500A.

- Vérification de la chute de tension

Selon la formule 2, $\Delta_U = \sqrt{3} \times I_B \left(R \times \frac{L}{S} \times \cos\varphi + X \times L \times \sin\varphi\right)$ et $\Delta U\ (\%) = (100 \times \Delta_U)/Un$

AN :

R= résistivité = 0,0225 $\Omega mm^2/_m$

L= Longueur du câble= 100m

S= Section du câble 240mm^2

$\cos\varphi = 0{,}9$

X= réactance linéique des conducteurs= 0,08$^{m\Omega}/_m$

I_B= In= 338A pour notre cas, car le disjoncteur alimente le moteur seul

Un= tension nominal= 380V (tension du réseau)

Δ_U = chute de tension en volts

$\rightarrow\ \Delta U = \sqrt{3} \times 338(0{,}0225 \times 100/240 \times 0{,}9 + 0{,}08 \times 100 \times 0{,}43)$

$\rightarrow\ \Delta U = 2018V \rightarrow \Delta U\ (\%) = (100 \times 2018)/380 = 5{,}31\%$

On obtient ici une chute de tension égale à 5,31% inférieur à la chute de tension admissible pour les moteurs qui est de l'ordre de 8% ; donc notre section de câble convient pour l'installation.

Nous utiliserons Deux câbles de référence suivant : H07 RN-F 4G120 car le câble de section $240mm^2$ à quatre conducteurs n'existe pas dans les catalogues (TUMAG Câbles et câblerie DAUMESNIL) que nous possédons.

g. Choix du disjoncteur de protection du moteur de la pompe de rejet

- La tension d'utilisation est de 380V
- Le courant d'utilisation est de 350A
- Le pdc est de $10\times\ Ia = 10 \times 350 = 3500A = 3{,}5KA \cong 4KA$
- La courbe de déclenchement est C (usage courant)

Le disjoncteur choisi (voir tableau n°5) est NS400 STR43ME sans contacteur car le circuit est équipé de variateur de vitesse.

h. Choix du variateur de vitesse pour le moteur de la pompe de rejet

Données :

- Moteur de 185KW
- Courant In= 350A

En fonction de la puissance du moteur, de la tension du réseau et du type de charge appliquée, nous choisirons le variateur **ALTIVAR 71** de Schneider ; référence : ATV71E5C20NAF. (Voir tableau 6).

B. Choix des éléments pneumatiques pour les vannes de la tuyauterie

- 10 distributeurs 5/2 monostables ; référence : MH 511 701G de HAFNER
- 10 vannes pneumatiques DN 150, marque PARKER CYLINDER
- 02 rouleau de câble 3M RJ45

V. Discussion et analyse

En vue d'une comparaison des organes existants avant l'extension et les résultats de nos dimensionnements, nous avons fait une liste des organes mécaniques (tableau 7) et électriques (tableau 8).

Tableau 9 : Organes mécaniques

Equipements	Référence ou caractéristiques des organes avant extension	Référence ou caractéristiques des organes à installer
Pompes de cyclonage	Warman Centrifuge AH métal 8/6	Centrifuge AH métal 10/8
Tuyauterie pompe-batterie cyclones	INTERPLAST LTD 280×16,6 ; PN10	INTERPLAST LTD 400×23,7 ; PN10
Batterie de cyclones	KREBS, 06 cyclones	KREBS, 10 cyclones
Tuyauterie batterie cyclones-broyeur	INTERPLAST LTD 280×16,6 ; PN10	INTERPLAST LTD 280×16,6 ; PN10
Tamis linéaire cyclones	GKD Delkor, DLS standard de $12m^2$	GKD Delkor, DLS standard de $12m^2$
Tanks CIL	TRYLINE, 06 tanks	TRYLINE, 06 tanks
Tamis linéaire épaississeur	GKD Delkor, DLS standard de $12m^2$	GKD Delkor, DLS standard de $12m^2$
Epaississeur	GKD Delkor, diamètre 20m	GKD Delkor, diamètre 20m
Pompes de rejet	Warman AH 6/4 elastomer	Warman AH métal 8/6
Tuyauterie de rejet vers parc à résidus	IINTERPLAST LTD 280×16,6 ; PN10	INTERPLAST LTD 315×28,6 PN16
Pompe d'eau de presse étoupe	MONO PUMPS DENORCO HD-45	MONO FRANKLIN ELECTRO HD-60

A. Analyse du tableau 9: les lignes foncées dans le tableau ci-dessus représentent les organes à remplacer pour accroitre la cadence de production en vue de passer à 220 tonnes par heure.

a. Remplacement de la pompe Warman 8/6 par Warman 10/8

8/6 signifie que l'aspiration de la pompe mesure un diamètre de 8 pouces et le refoulement 6 pouces ; remplacer une pompe 8/6 par une 10/8 implique que l'aspiration de la pompe passe à 10 pouces et le refoulement à 8 pouces et les pièces internes de la pompe auront des dimensions plus grandes. Donc nous installons une pompe plus grande, d'où un accroissement du débit envoyé aux cyclones.

b. Remplacement tuyauterie pompe de cyclonage-batterie de cyclones

Augmentation de la surface de conduite du rapport 400/280.

c. Remplacement de la batterie de 06 cyclones par une de 10 cyclones

En multipliant le nombre de cyclones, nous augmentons le débit séparé par les cyclones ce qui contribue pour un rapport de 10/6 à l'accroissement de la production.

d. Remplacement pompe 6/4 par 8/6

Installation d'une pompe plus grande pour permettre de rejeter un débit plus important vers le parc à résidus.

e. Remplacement tuyauterie de rejet vers parc à résidus

On obtient une augmentation de la capacité de rejet de 315/280.

f. Remplacement de la pompe d'eau de presse étoupe

La pression de l'eau de presse étoupe varie en fonction de la capacité des pompes centrifuges Warman en fonctionnement. Il va de soit que si l'on installe une pompe plus grande que nous augmentions la pression de l'eau de presse étoupe d'où le passage de la HD 45 à la HD 60 qui développe une pression plus élevée.

Tableau 10 : Organes électriques

Equipements	Référence ou caractéristiques des organes avant extension	Référence ou caractéristiques des organes à installés
Moteur de la pompe de cyclonage	WEG, 185 KW, 4 poles ; In 338A; 1480tr/mn; IP 55	WEG, 315 KW, 4 poles ; In 560A;1485 tr/mn; IP 55
Câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage	2 câbles de 4×70mm^2	3 câbles de 4×185 mm^2(section mini : 500mm^2)
Disjoncteur de la pompe de cyclonage	Magnétothermique Moeller, 350A ; NZM 3	Magnétothermique NS630 STR43ME
Variateur de vitesse du moteur de la pompe de cyclonage	SP8411 de EMERSON	ATV71E5C331N4 de Schneider
Moteur pompe de rejet	WEG, 45KW ; 4 poles ;In 78,2A;1480 tr/mn; IP 55	WEG, 185 KW, 4 poles ; In 338A; 1480tr/mn; IP 55
Câble d'alimentation moteur pompe de rejet	1 câble 4×35mm^2	2 câbles 4×120 mm^2 (240mm^2)
Disjoncteur du moteur pompe de rejet	Magnétothermique NS100 STR22ME	Magnétothermique NS400 STR43ME
Variateur de vitesse pompe de rejet	SP4402 de EMERSON	ATV71E5C20NAF de SCHNEIDER
Vannes pneumatiques des cyclones	A installer	DN 150 de PARKER CYLINDER
Distributeurs 5/2 monostables	A installer	5/2 monostables MH 511 701G de HAFNER
Câble réseau	A installer	RJ45 de 3M

B. Analyse du tableau 10 : Tous les organes contenus dans le tableau ci-dessus doivent être remplacés pour atteindre l'objectif fixé.

a. Remplacement du moteur de la pompe de cyclonage

Toutes les caractéristiques des deux moteurs sauf la puissance sont identiques ; nous sommes passés de 185KW à 315KW. On sait que la puissance pour une même vitesse de rotation est proportionnel au couple développé, d'où dans notre cas un accroissement du couple de la valeur de 315/185. Ce qui permet d'avoir un couple plus important au niveau de l'arbre de la pompe ; nous pourrons par ce remplacement pomper une pulpe de densité plus élevée sans que le moteur ne disjoncte.

b. Remplacement du câble d'alimentation de la pompe de cyclonage

Il est évident qu'en passant d'un moteur de 185KW à un de 315KW, il fallait redimensionner le câble d'alimentation en fonction des facteurs de pose et du courant nominal qui passe de 338A à 560A.

c. Remplacement du disjoncteur de la pompe de cyclonage

Un disjoncteur étant une protection calibré en fonction de l'élément à protéger, nous sommes obligé de procéder à son remplacement pour que la protection soit toujours efficace.

d. Remplacement du variateur de la pompe de cyclonage

Les variateurs sont choisis en fonction des puissances des moteurs ; le variateur installé avant l'extension ne supportait qu'une puissance maximum de 200KW, ce qui est insuffisant pour le moteur de 315KW.

e. Remplacement du moteur de la pompe de rejet

Ce remplacement a pour but d'augmenter le couple en bout d'arbre de la pompe comme dans le cas mentionné plus haut (pompe de cyclonage). Nous passons d'une puissance de 45KW à 185KW pour un rapport d'augmentation du couple de 185/45.

f. Remplacement du câble d'alimentation du moteur de la pompe de rejet

Le câble de $4\times35mm^2$ ne peut pas supporter un moteur de 185KW car risque d'échauffement du au courant élevé devant circulé dans le câble.

g. Remplacement disjoncteur moteur pompe de rejet

C'est dans le souci d'une bonne protection et pour éviter les disjonctions pendant le fonctionnement de la pompe que le disjoncteur a été remplacé.

h. Remplacement du variateur de vitesse de la pompe de rejet

Le variateur installé avant l'extension ne supportait au maximum qu'un moteur de 45KW.

i. Installation vannes pneumatiques des cyclones

Nous avons remplacés les six vannes déjà utilisés dans la batterie de six cyclones car en partie usées et nous avons fait le complément avec quatre autres vannes DN150.

j. Installation distributeurs 5/2

Nous avons procédé au remplacement des quatre distributeurs utilisés dans la batterie de six cyclones et nous avons fait le complément avec quatre autres.

k. Installation du câble réseau

Nous avons fait le câblage instrumenté des quatre nouvelles vannes.

Tableau 11 : Organes électriques installés et dimensionnés

Equipements	Référence ou caractéristiques des organes réellement installés	Référence ou caractéristiques des organes dimensionnés
Moteur de la pompe de cyclonage	WEG, 185 KW, 4 poles ; In 338A; 1480tr/mn; IP 55	WEG, 315 KW, 4 poles ; In 560A;1485 tr/mn; IP 55
Câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage	2 câbles de 4×120mm^2	3 câbles de 4×185 mm^2(section mini : 500mm^2)
Disjoncteur de la pompe de cyclonage	Magnétothermique Moeller, 630A ; NZM 3	Magnétothermique NS630 STR43ME
Variateur de vitesse du moteur de la pompe de cyclonage	ATV71E5C331N4 de Schneider	ATV71E5C331N4 de Schneider
Moteur pompe de rejet	WEG, 45KW ; 4 poles ;In 78,2A;1480 tr/mn; IP 55	WEG, 185 KW, 4 poles ; In 338A; 1480tr/mn; IP 55
Câble d'alimentation moteur pompe de rejet	2 câbles 4×70mm^2	2 câbles 4×120 mm^2 (240mm^2)
Disjoncteur du moteur pompe de rejet	Magnétothermique Moeller 350A	Magnétothermique NS400 STR43ME
Variateur de vitesse pompe de rejet	SP8411 de EMERSON (voir tableau 10)	ATV71E5C20NAF de SCHNEIDER
Vannes pneumatiques des cyclones	DN 150 de PARKER CYLINDER	DN 150 de PARKER CYLINDER
Distributeurs 5/2 monostables	5/2 monostables MH 511 701G de HAFNER	5/2 monostables MH 511 701G de HAFNER
Câble réseau	RJ45 de 3M	RJ45 de 3M

C. Analyse du tableau 11

Dans le tableau les lignes foncées représentent les organes électriques où il ya incompatibilité entre ceux installés et ceux dimensionnés. Nous dénombrons deux lignes qui concernent le câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage et le câble d'alimentation du moteur de la pompe de rejet. Il ya une grande différence entre la section du câble du moteur de la pompe de cyclonage 240mm^2 installé et 555 mm^2 .S'il s'avérait juste que la bonne section est

$240mm^2$, la société ferait un gain non négligeable sur le prix d'achat du câble mais si c'est le contraire, il ya un risque de bris matériel réel. Pour cela nous allons vérifier la chute de tension occasionnée sur le câble de $240mm^2$ installé et nous ferons de même pour le câble de $140mm^2$.

Vérification de la chute de tension sur le câble de $240mm^2$ *sur* $30m$ *de long*

Selon la formule 2, $\Delta_U = \sqrt{3} \times 560 \left(0{,}0225 \times \frac{30}{240} \times 0{,}9 + 0{,}08 \times 30 \times 0{,}43\right) = 1003{,}43V$

$\Delta_U(\%) = \frac{100 \times 1003{,}43}{380} = 2{,}64\%$ *admissible car la limite est* 8% *pour les moteurs.*

Vérification de la chute de tension pour le câble de $140mm^2$ sur 100m de long

Selon la formule 2, $\Delta_U = \sqrt{3} \times 338 \left(0{,}0225 \times \frac{100}{140} \times 0{,}9 + 0{,}08 \times 100 \times 0{,}43\right) = 2020{,}59V$

$\Delta_U(\%) = \frac{100 \times 2020{,}59}{380} = 5{,}31\%$ *admissible car la limite est* 8% *pour les moteurs.*

Nous trouvons des valeurs de chute de tension dans les câbles presqu'identiques que celles vérifiées pour les câbles que nous avons dimensionnés ; ce qui nous amène à conclure que la vérification des chutes de tension dans les câbles ne sont valables que pour les câbles de grandes longueurs.

D. Bilan de puissances de l'installation après modification :

Tension nominale pour l'installation : 380V

Tableau 12

Nb	Désignations		Caractéristiques moteurs	Puissance active(KW)	Puissance réactive (KVAR)
02	**pompes de cyclonage**		P=315kw ; I=560A ; cos φ : 0,87 ; 1485tr/mn	641,329	361,2
01	**Tamis linéaire des cyclones**		P=4KW ; I=7.88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn	4,615	2,333
06	**Les tanks CIL**	**Agitateurs**	P=55KW ; I=99A ; cos φ : 0,87 ; 1450tr/mn	340,122	191,567
		Tamis MPS	P=7,5KW ; I=15,2A cos φ : 0,89 ; 1450tr/mn;	53,421	27
		Pompes de transfert	P=11KW ; I=21,7A ; cos φ : 0,89 ; 1450tr/mn;	76,266	38,561
01	**Tamis linéaire de l'épaississeur**		P=4KW ; I=7,88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn;	4,615	2,333
02	**Pompes de rejet**		P=1855KW ; I=3238A ; cos φ : 0,87 ; 1480tr/mn;	369,90	208,34
01	**La pompe d'eau de presse étoupe**		P=4KW ; I=7,88A ; cos φ : 0,89 ; 1420tr/mn;	4,615	2,333
Facteur d'utilisation				0,80	
Facteur de simultanéité				0,85	
Totale puissance active(KW)				1016,520	
Total puissance réactive(KVAR)				833,667	
Puissance à installer (KVA)				1314,653	
Puissance à ajouter pour la modification (KVA)				469,173	

E. Planning d'installation

Nous allons élaborer un planning d'installation des organes électriques et d'automatisme par la méthode PERTE.

Préalables :

- Tout le matériel électrique et d'automatisme a été réceptionné
- le personnel disponible par jour pour les travaux électriques est de 05 électriciens.
- Le personnel disponible par jour pour les travaux d'automatisme est de 03 instrumentistes.
- Pour le tirage et rangement des câbles, 05 manœuvres supplémentaires y seront affectés.
- Les travaux mécaniques ont été déjà réalisés, sinon leur exécution ne doit pas gêner les travaux électriques.
- Les travaux de dépose et de pose des disjoncteurs des pompes de cyclonage et de rejet doivent se faire simultanément car nécessité d'arrêt de l'usine pour leur réalisation.
- Les disjoncteurs démontés au niveau des pompes de cyclonages seront montés au niveau des pompes de rejet.
- Les moteurs démontés au niveau des pompes de cyclonage seront utilisés pour les pompes de rejet.
- Des travaux de mise en place d'un moteur de 22KW à une pompe d'alimentation en eau du broyeur bien que n'ayant pas fait l'objet de notre étude sera intégré dans le planning.
- Le paramétrage et les essais ne peuvent être effectués qu'après la finition de tous les travaux.
- Le remplacement de la pompe d'eau de presse étoupe a été déjà effectué lors d'un précédent arrêt de l'usine.
- Le temps alloué pour l'exécution des travaux est de 7,5 jours.

Tableau 13 : Liste des travaux électriques et d'automatisme à effectuer

Equipements	Codes	Travaux	Temps (jours)	Personnel affecté	Outillage	Coût main d'œuvre (F CFA)
Pompe de cyclonage	A	Dépose anciens disjoncteurs	01	2 électriciens	Caisse à outil électricien	30500
	B	Pose nouveaux disjoncteurs	01	2 électriciens	Caisse à outil électricien	30500
	C	Câblage aux jeux de barres	0,5	2 électriciens	Caisse à outil électricien	15250
	D	Installation des variateurs	1	3 instrumentistes	Caisse à outil instrumentiste	67200
	E	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs	1	2 électriciens ; 2 instrumentistes	Caisse à outil électricien	75300
	F	Tirage et rangement des câbles d'alimentation	2	3 électriciens ; 5 manœuvres	gants	146500
Pompe de rejet	H	Dépose anciens disjoncteurs	1	2 électriciens	Caisse à outil électricien	30500
	I	Pose nouveaux disjoncteurs	1	2 électriciens	Caisse à outil électricien	30500
	J	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs	1	2 électriciens ; 2 instrumentistes	Caisse à outils électricien ; caisse à outils instrumentiste	75300
	K	Tirage et rangement des câbles d'alimentation	2	3 électriciens ; 5 manœuvres	gants	146500
Pompe d'eau d'alimentation en eau du broyeur	L	Tirage et rangement des câbles d'alimentation	2	3 électriciens ; 5 manœuvres	gants	146500
	M	Installation et câblage des organes de commande et de puissance	2,5	3 électriciens	Caisse à outil électricien	114375
	N	Montage et câblage du moteur de 22KW	2	2 électriciens	Caisse à outil électricien	61000
Cyclones	O	Tirage et rangement du câble réseau	1	3 instrumentistes	Gants	67200
	P	Câblage de la commande des vannes pneumatiques	1	3 instrumentistes	Caisse à outils instrumentiste	67200
Tous les équipements installés	Q	Paramétrage et essais	1	1 électricien ; 1 instrumentiste	Caisse à outil électricien	37650
Total coût de la main d'œuvre						**1141975**

Tableau 14 ; Antériorité des taches

Taches	Description des taches	Taches antérieures
A	Dépose anciens disjoncteurs pompe cyclonage	/
B	Pose nouveaux disjoncteurs pompe cyclonage	A
C	Câblage aux jeux de barres pompe cyclonage	A ; B
D	Installation des variateurs pompe cyclonage	/
E	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs pompe cyclonage	A ; B ; C
F	Tirage et rangement des câbles d'alimentation pompe de cyclonage	/
H	Dépose anciens disjoncteurs pompe de rejet	/
I	Pose nouveaux disjoncteurs pompe de rejet	H
J	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs pompe de rejet	H ; I
K	Tirage et rangement des câbles d'alimentation Pompe de rejet	/
L	Tirage et rangement des câbles d'alimentation moteur 22KW	/
M	Installation et câblage des organes de commande et de puissance moteur 22KW	L
N	Montage et câblage du moteur de 22KW	L ; M
O	Tirage et rangement du câble réseau	/
P	Câblage de la commande des vannes pneumatiques	O
Q	Paramétrage et essais	E;J.L.M.O.P

Tableau 15: Méthode matricielle construction du réseau perte

Avant

Apres		A	B	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	0	1	2	3	4
	A																	0				
	B	X																1	0			
	C	X	X															2	1	0		
	D																	0				
	E	X	X	X														3	2	1	0	
	F																	0				
	H																	0				
	I							X										1	0			
	J							X	X									2	1	0		
	K																	0				
	L																	0				
	M											X						1	0			
	N											X	X					2	1	0		
	O																	0				
	P														X			1	0			
	Q					X				X		X	X		X	X		6	4	2	1	0
																		A	B	C	E	Q
																		D				
																		F				
																		H	I	J		Q
																		K				
																		L	M	N		Q
																		O	P			

Tableau 16 : Marges libres et marges totales

Taches	A	B	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
durées	1	1	0,5	1	1	2	1	1	1	2	2	2,5	2	1	1	1
TOD	0	1	2	0	2,5	0	0	1	2	0	0	2	4,5	0	1	6,5
TOF	1	2	2,5	6,5	6,5	6,5	1	2	6,5	6,5	2	4,5	6,5	1	6,5	7,5
TAF	5	6	5,5	6,5	6,5	6,5	4,5	5,5	6,5	6,5	2	4,5	6,5	4,5	6,5	7,5
ML	0	0	0	5,5	3	4,5	0	0	3,5	4,5	0	0	0	0	4,5	0
MT	4	3	3	5,5	3	4,5	3,5	3,5	3,5	4,5	0	0	0	2,5	4,5	0

Le chemin critique est : L-M-N-Q

Tableau 17 : Diagramme de Gantt

Durée réelle de la tache

Marge de la tache

Les taches L, M, N et Q doivent être exécutées dans le délai consacré à leur exécution ; ces taches sont critiques. Par contre les taches D, E, F, J, K et P peuvent différées, elles comportent des marges libres et totales ; l'important est que ces taches soient exécutées avant le début de la tache Q qui est le paramétrage et essais.

Taches	Description des taches	Temps d'exécution en jours														
		0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
A	Dépose anciens disjoncteurs															
B	Pose nouveaux disjoncteurs															
C	Câblage aux jeux de barres															
D	Installation des variateurs															
E	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs pompe cyclonage															
F	Tirage et rangement des câbles d'alimentation pompe de cyclonage															
H	Dépose anciens disjoncteurs pompe de rejet															
I	Pose nouveaux disjoncteurs pompe de rejet															
J	Câblage moteurs, variateur et disjoncteurs pompe de rejet															
K	Tirage, rangement, câbles alimentation Pompe rejet															
L	Tirage, rangement câbles alimentation moteur 22KW															
M	Installation et câblage des organes de commande et de puissance moteur 22KW															
N	Montage et câblage du moteur de 22KW															
O	Tirage et rangement du câble réseau															
P	Câblage commande des vannes pneumatiques															
Q	Paramétrage et essais															

VI. Conclusions

Dans le tableau ci- dessous, nous présentons un récapitulatif des résultats des travaux que nous avons menés ;cette synthèse concerne :

- ✓ Les caractéristiques du matériel choisi apres les calculs de dimensionnements
- ✓ La puissance totale à ajouter à l'installation
- ✓ Le coût d'achat du matériel
- ✓ Le coût total de la main d'œuvre pour les travaux d'installation électriques
- ✓ Le coût de revient total pour l'installation(coût d'achat du matériel+ côut de la main d'œuvre)

Tableau 18 : Synthèse des résultats

Quantité	Equipements	Référence ou caractéristiques des éléments dimensionnés	Coût d'achat TTC(FCFA)
02	Moteur de la pompe de cyclonage	WEG, 315 KW, 4 poles ; In 560A;1485 tr/mn; IP 55	13664496
20	Câble d'alimentation du moteur de la pompe de cyclonage	3 câbles de 4×185 mm^2	6600000
02	Disjoncteur de la pompe de cyclonage	Magnétothermique NS630 STR43ME	6190700
02	Variateur de vitesse du moteur de la pompe de cyclonage	ATV71E5C31N4 de Schneider	19694455
02	Moteur pompe de rejet	WEG, 185 KW, 4 poles ; In 338A; 1480tr/mn; IP 55	9848430
300 m	Câble d'alimentation moteur pompe de rejet	2 câbles 4×120 mm^2 (240mm^2) ;	36150000
02	Disjoncteur du moteur pompe de rejet	Magnétothermique NS400 STR43ME	4250000
02	Variateur de vitesse pompe de rejet	ATV71E5C20NAF de SCHNEIDER	11230000
10	Vannes pneumatiques des cyclones	DN 150 de PARKER CYLINDER	15745800
10	Distributeurs 5/2 monostables	5/2 monostables MH 511 701G de HAFNER	1275000
02	Câble réseau	RJ45 de 3M	37238
Total cout d'achat du matériel			**124686119**
Coût de la main d'œuvre pour l'installation			**1141975**
Coût de revient total de l'installation			**125828094**
Puissance à ajouter à l'installation (KVA)			**469,173**

Notre premier objectif lorsque nous réalisons l'étude de l'installation d'une batterie de cyclones en vue de l'extension de l'usine de Taparko était de dimensionner les organes électriques afin de vérifier la conformité de ceux installés. Cet objectif est atteint puisque nous avons pu déterminer les éléments électriques nécessaires pour les travaux d'extension. Le second objectif qui était de faire la comparaison de nos résultats avec ceux de Genivar n'a pas été atteint car tous les documents de cette firme d'ingénierie que nous avons consultés étaient d'ordre mécaniques où il était donné des dessins d'ensemble sur la structure d'installation des cyclones. Néanmoins en comparant nos résultats avec les références des équipements installés, nous avons pu remarquer

une différence de section des câbles d'alimentation des moteurs des pompes de cyclonage et des moteurs des pompes de rejet. Nous avons vérifié les chutes de tension dans les câbles utilisés et nous avons trouvé que ces valeurs respectaient les normes. Nous avons remarqué à cet effet que les chutes de tension dans les câbles de faibles longueurs (moins de 100m) étaient très proches même pour l'alimentation de moteurs de valeurs de puissances très éloignées. Du point de vue électrique et automatisme tous les accessoires sont prêts pour la finition de la mise en place des installations pour l'extension, mais il reste des équipements mécaniques non encore installés. Sur le terrain, nous avons constaté que la cadence souhaitée de 220 tonnes à l'heure de minerai broyé était atteinte ce qui laisse envisager que le projet d'extension doit être terminé à cette étape.

VII. Recommandations et perspectives

Durant notre stage, nous avons été confronté à une difficulté majeure qu'est le manque de documentation sur l'étude effectuée par GENIVAR ; ce qui nous a amené à sauter l'étape de la comparaison ; une autre difficulté nous est apparue au niveau des coûts d'achat du matériel électrique. Cela a été résolu après nos recherches grâce aux factures proforma reçus des fournisseurs de matériel. Nous aurions bien voulu effectués des tests sur le terrain par rapport à la fiabilité des équipements, mais les contraintes de production ne nous pas permis de le faire.

Notre étude bien qu'incomplète servira malgré tout de référence pour le projet d'extension de l'usine de Taparko. Elle contient des renseignements techniques importants pouvant servir de base à une étude plus approfondie par exemple sur l'efficacité des équipements installés pour l'extension.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

Catalogue TUMAG câbles(V3), 2005-2006

Académie d'Aix-Marseille, 2007, recueil de documentation technique, baccalauréat technologique STI-génie électrotechnique.

Schneider Electric (2002), catalogue de distribution électrique

FELDMITH KREBS - 0907, bulletin II 3-203-C (2001-2008).

Schneider Electric(2008), catalogue générale d'automation

Schneider Electric(2010), solutions pour l'industrie, le bâtiment et le résidentiel.

Legrand (2006), catalogue produits et systèmes pour l'installation électrique et réseau.

Control technique (2006), manuel d'instruction Unidrive SP-model size 1 to 9.

SENET(2006), Tarparko Bouroum Project-MCC2 (document technique d'installation)

Sites web

http://www.flsmidth.com/en-US/Products/Precious+Metals/Gold du 15 Juin 2011

http://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrocyclone du 15 juin 2011

http://www.ebook-cours.com/memoire-pdf-cour-gratuit-liste-p0.html du 15 juin 2011

http://www.ebook-cours.com/memoire-cour-gratuit.html du 18 juin 2011

http://www.volta-electricite.info/articles.php?lng=fr&pg=603&id=2: du 24 juin 2011

IX. ANNEXES

Sommaire

Annexe 1 : Rajout d'une batterie de cyclone : élévation (plan d'élévation de la structure **des** *cyclones)…… 37*

Annexe 2: Rajout d'une batterie de cyclones;vue en plan……..38

Annexe 3: Quantité de matériaux à utiliser……39

Annexe 4: PID des installations de l'usine de traitement de Taparko……..40

Annexe 5: Caractéristiques des pompes Warman 10/8……41

Annexe 6: Détails de calculs de bilan de puissance avant modification……..42

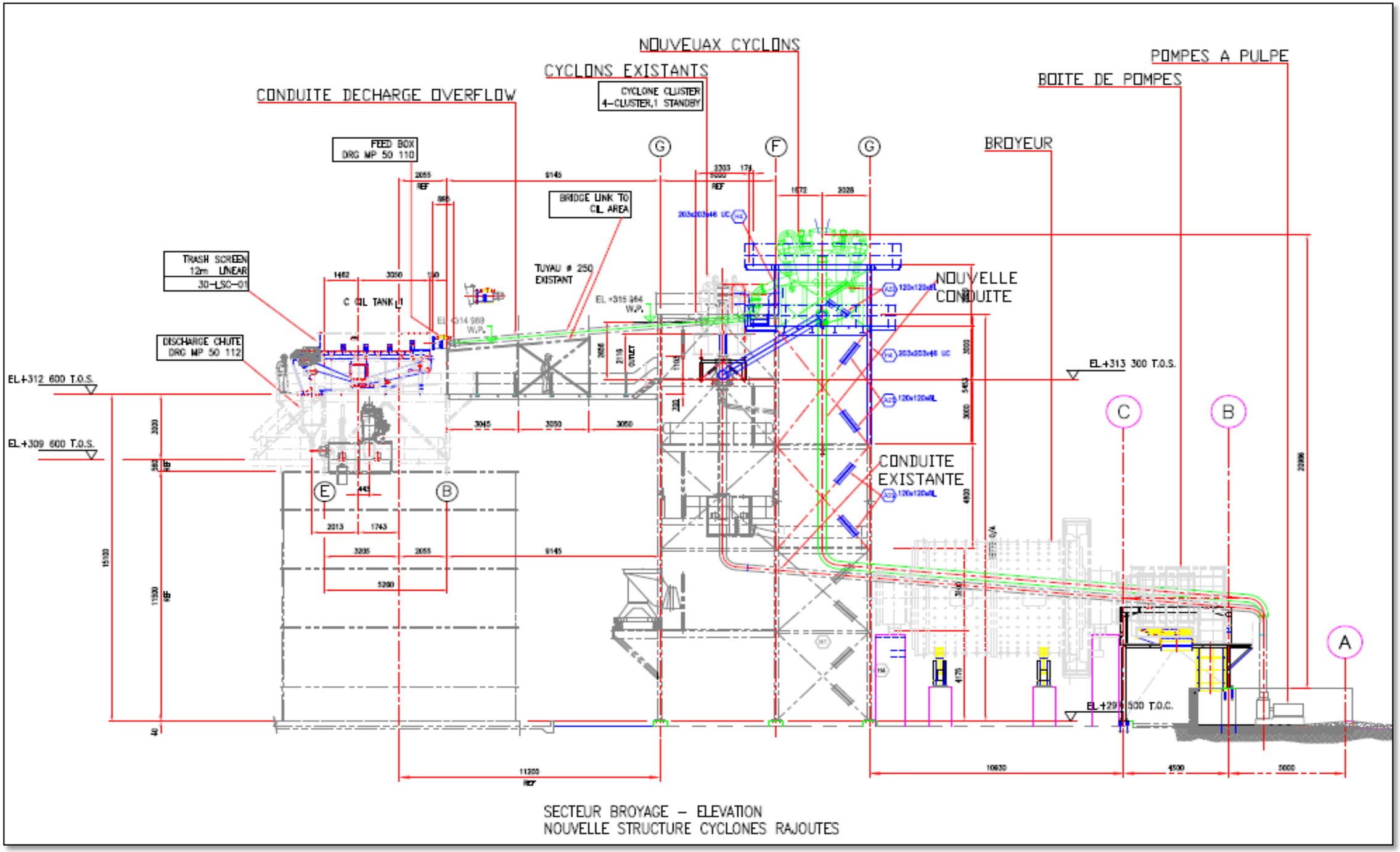
Annexe 7: Bilan de puissance apres modification……..43

Annexe 8: Schéma unifilaire de l'installation considéré……..44

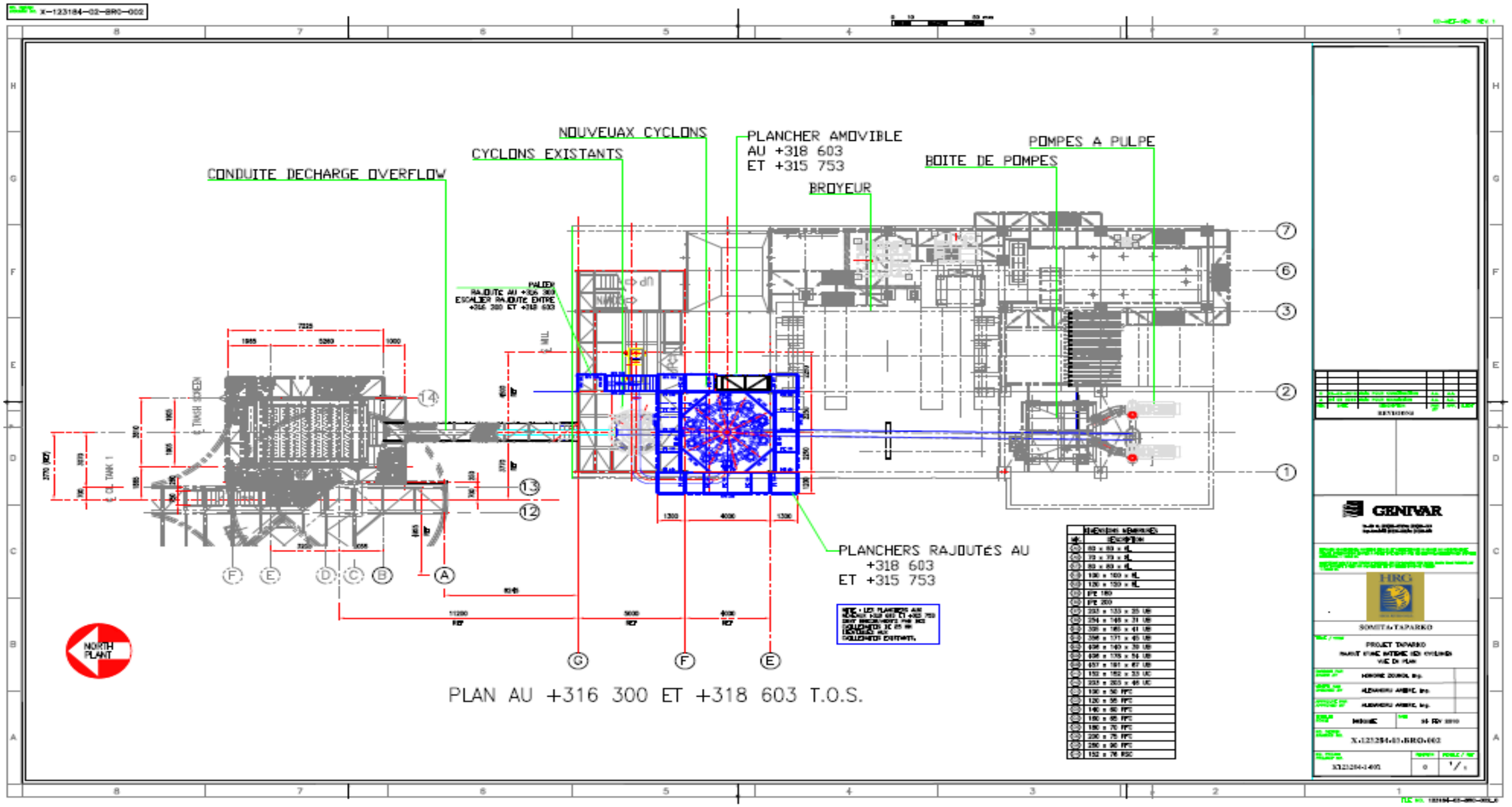
Annexe 9: Schéma unifilaire de l'installation générale……..45

Annexe 10: Schémas fonctionnels……..46

Annexe 1 : Rajout d'une batterie de cyclone : élévation (plan d'élévation de la structure des cyclones)



Annexe 2 : Rajout d'une batterie de cyclone : vue en plan



Annexe 3 : Quantité de matériaux à utiliser

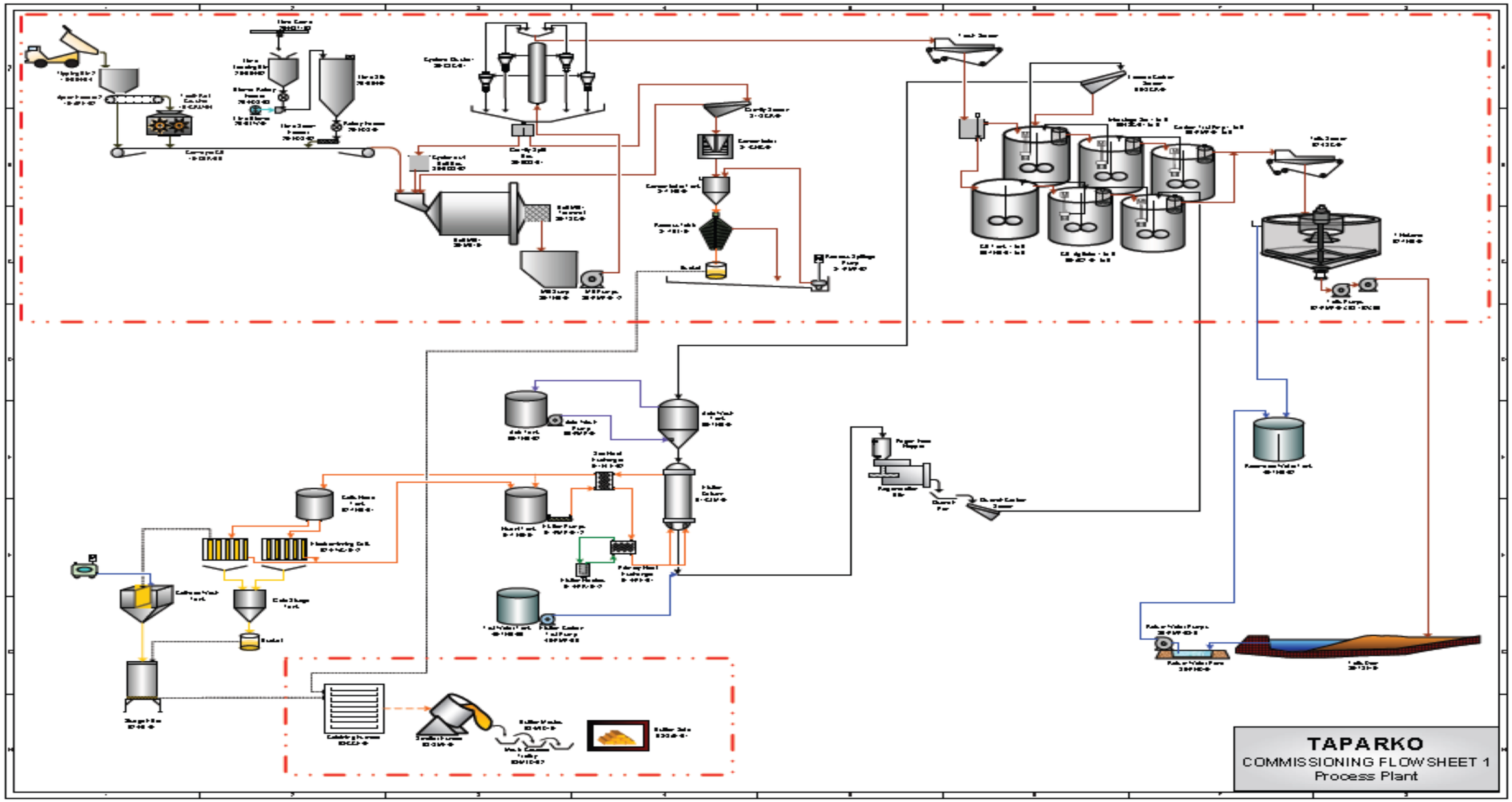
GENIVAR

HRG - SOMITA - TAPARKO MINE

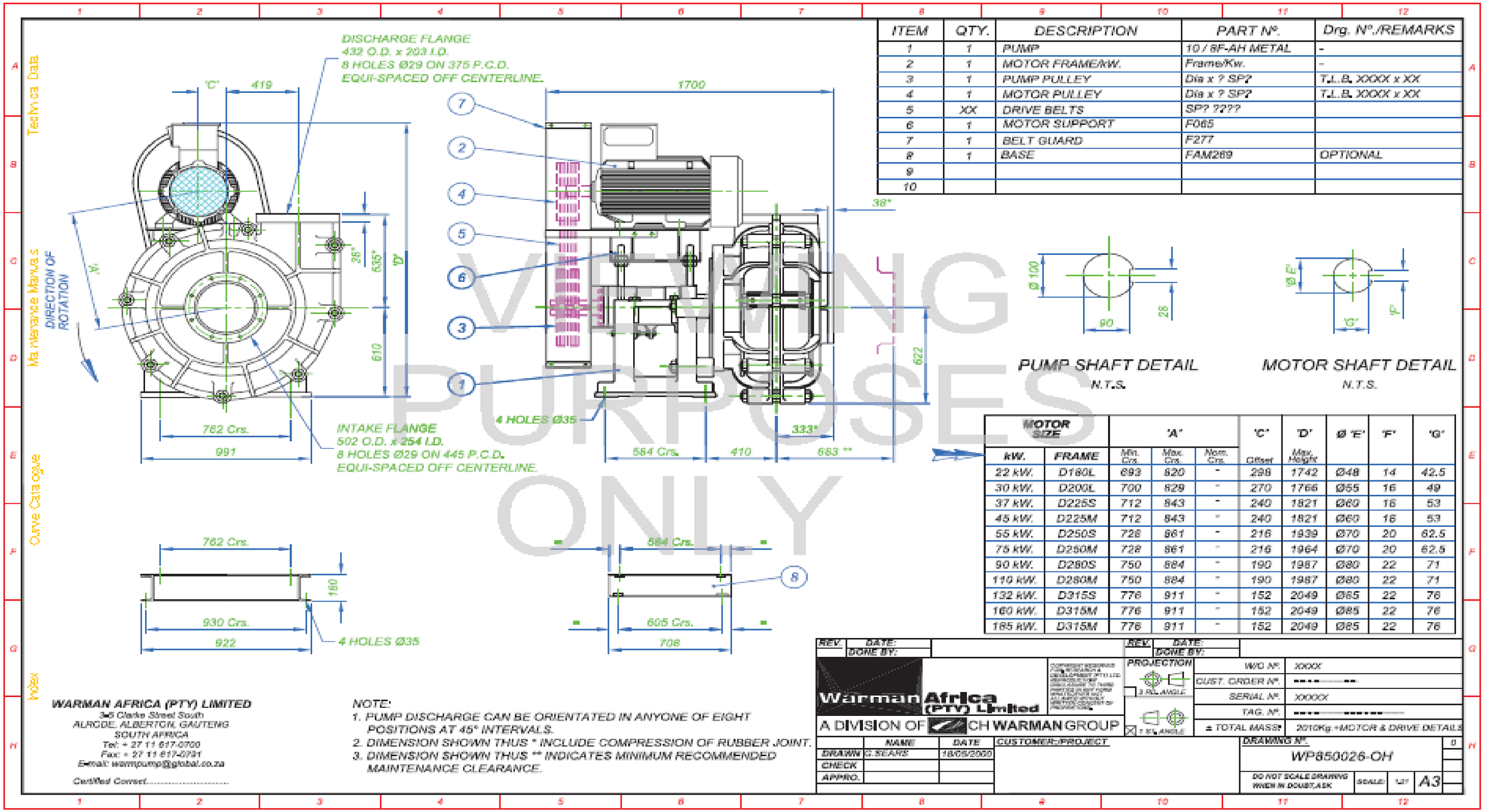
QUANTITÉS DES MATÉRIAUX

NO	DESCRIPTION	UPB	L	L	UPN	UPN	IPE	IPE	IPE	IPE	IPE	PLAQUE	MARCHES	CAILLEBOTIS	ATTACHES	GARDE-FOUS	BOULONS
		203X203X45	80X80X8	120X120X8	100	200	100	200	240	300	400	10 mm			CAILLEBOTIS		20mm
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m2	U	m2	U	m	U
1	COLONNES	6										0,5					
2	COLONNES	11										0,5					
3	COLONNES											1					
4	COLONNES																40
5	CONTREVENTEMENTS		40	40								1,2					
6	CONTREVENTEMENTS		55	55								2					
7	CONTREVENTEMENTS		51	51								2					
8	CONTREVENTEMENTS		45	45								1,2					
9	CONTREVENTEMENTS		30	30								1					
10	CONTREVENTEMENTS		30	30								1					
11	CONTREVENTEMENTS		30	30								1					
12	CONTREVENTEMENTS																280
13	ECHELLES					7							11			14	
14	ECHELLES					2							3			6	
15	PLANCHER 318.603								6								
16	PLANCHER 318.603								8								
17	PLANCHER 318.603								10								
18	PLANCHER 318.603					30											
19	PLANCHER 318.603							6									
20	PLANCHER 318.603						9										
21	PLANCHER 318.603						4										
22	PLANCHER 318.603															45	

Annexe 4 : PID des installations de l'usine de traitement de Taparko



Annexe 5 : Caractéristiques des pompes Warman 10/8



ITEM	QTY.	DESCRIPTION	PART Nº.	Drg. Nº./REMARKS
1	1	PUMP	10 / 8F-AH METAL	-
2	1	MOTOR FRAME/kW.	Frame/Kw.	-
3	1	PUMP PULLEY	Dia x ? SP?	T.L.B. XXXX x XX
4	1	MOTOR PULLEY	Dia x ? SP?	T.L.B. XXXX x XX
5	XX	DRIVE BELTS	SP? ????	
6	1	MOTOR SUPPORT	F065	
7	1	BELT GUARD	F277	
8	1	BASE	FAM269	OPTIONAL
9				
10				

MOTOR SIZE		'A'			'C'	'D'	Ø 'E'	'F'	'G'
kW.	FRAME	Min. Crs.	Max. Crs.	Nom. Crs.	Offset	Max. Height			
22 kW.	D160L	693	820	"	299	1742	Ø48	14	42.5
30 kW.	D200L	700	829	"	270	1766	Ø55	16	49
37 kW.	D225S	712	843	"	240	1821	Ø60	16	53
45 kW.	D225M	712	843	"	240	1821	Ø60	16	53
55 kW.	D250S	728	861	"	216	1939	Ø70	20	62.5
75 kW.	D250M	728	861	"	216	1964	Ø70	20	62.5
90 kW.	D280S	750	884	"	190	1987	Ø80	22	71
110 kW.	D280M	750	884	"	190	1987	Ø80	22	71
132 kW.	D315S	776	911	"	152	2049	Ø85	22	76
160 kW.	D315M	776	911	"	152	2049	Ø85	22	76
185 kW.	D315M	776	911	"	152	2049	Ø85	22	76

WARMAN AFRICA (PTY) LIMITED
3e6 Clarke Street South
ALRODE, ALBERTON, GAUTENG
SOUTH AFRICA
Tel: + 27 11 617-0700
Fax: + 27 11 617-0731
E-mail: warmpump@global.co.za

Certified Correct.....

NOTE:
1. PUMP DISCHARGE CAN BE ORIENTATED IN ANYONE OF EIGHT POSITIONS AT 45° INTERVALS.
2. DIMENSION SHOWN THUS * INCLUDE COMPRESSION OF RUBBER JOINT.
3. DIMENSION SHOWN THUS ** INDICATES MINIMUM RECOMMENDED MAINTENANCE CLEARANCE.

REV.	DATE:	DONE BY:

Warman Africa (PTY) Limited
A DIVISION OF CH WARMAN GROUP

PROJECTION: 3rd ANGLE / 1st ANGLE

W/O Nº.	XXXX
CUST. ORDER Nº.	----------
SERIAL Nº.	XXXXX
TAG. Nº.	----------
± TOTAL MASS*	2010Kg +MOTOR & DRIVE DETAILS

	NAME	DATE
DRAWN	C.SEARS	18/05/2000
CHECK		
APPRO.		

CUSTOMER:/PROJECT

DRAWING Nº. WP850026-OH 0

DO NOT SCALE DRAWING WHEN IN DOUBT,ASK | SCALE: 1:27 | A3

VIEWING PURPOSES ONLY

Annexe 6 : Calculs bilan de puissance avant modification

Adoptons l'identification suivante:
Pompe de cyclonage : 1
Tamis linéaire cyclones : 2
Agitateurs : 3
Tamis MPS : 4
Pompes de transfert : 5
Tamis linéaire épaississeur : 6
Pompe de rejet : 7
Pompe d'eau de presse étoupe :8

Puissance active totale :

$P_n = U_n \times I_n \times \sqrt{3} \times COS\rho_n$

Selon Boucherot : $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8$

Apres les calculs de puissances, on a :

$P_1 = 387{,}076\ kw$
$P_2 = 4{,}615kw$
$P_3 = 340{,}122kw$
$P_4 = 53{,}421kw$
$P_5 = 76{,}266kw$
$P_6 = 92{,}761kw$
$P_7 = 92{,}761kw$
$P_8 = 4{,}615kw$

Ce qui implique $P = 963{,}491kw$

En adoptant un facteur d'utilisation global de 0,80 (moteurs) et un facteur de simultanéité de 0,85, $P = 963{,}491 \times 0{,}80 \times 0{,}85$

$\Longrightarrow P = 655{,}173kw$

Puissance réactive totale

$Q_n = U_n \times I_n \times \sqrt{3} \times sin\rho_n$

Selon Boucherot $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$

Apres calculs :

$Q_1 = 218kvar$
$Q_2 = 2{,}333kvar$
$Q_3 = 171{,}567kvar$
$Q_4 = 27kvar$
$Q_5 = 38{,}561kvar$
$Q_6 = 2{,}333kvar$
$Q_7 = 52{,}244kvar$
$Q_8 = 2{,}333kvar$

Ce qui implique $Q = 534{,}37kvar$

Calcul de la puissance apparente :

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

$\Longrightarrow S = \sqrt{655{,}173^2 + 534{,}37}$

$\Longrightarrow S = 845{,}4602kva$

Annexe 7 : Bilan de puissance après modification

Adoptons l'identification suivante:
Pompe de cyclonage : 1
Tamis linéaire cyclones : 2
Agitateurs : 3
Tamis MPS : 4
Pompes de transfert : 5
Tamis linéaire épaississeur : 6
Pompe de rejet : 7
Pompe d'eau de presse étoupe :8
Puissance active totale :

$P_n = U_n \times I_n \times \sqrt{3} \times COS\rho_n$

Selon Boucherot : $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8$
Apres les calculs de puissances, on a :

$P_1 = 641{,}329\ kw$
$P_2 = 4{,}615kw$
$P_3 = 340{,}122kw$
$P_4 = 53{,}421kw$
$P_5 = 76{,}266kw$
$P_6 = 92{,}761kw$
$P_7 = 369{,}90kw$
P_8 =4,615kw

Ce qui implique $P = 1494{,}883kw$
En adoptant un facteur d'utilisation global de 0,80 (moteurs) et un facteur de simultanéité de 0,85, $P = 963{,}491 \times 0{,}80 \times 0{,}85$

$\Longrightarrow P = 1016{,}520kw$

Puissance réactive totale

$Q_n = U_n \times I_n \times \sqrt{3} \times sin\rho_n$

Selon Boucherot $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$
Apres calculs :

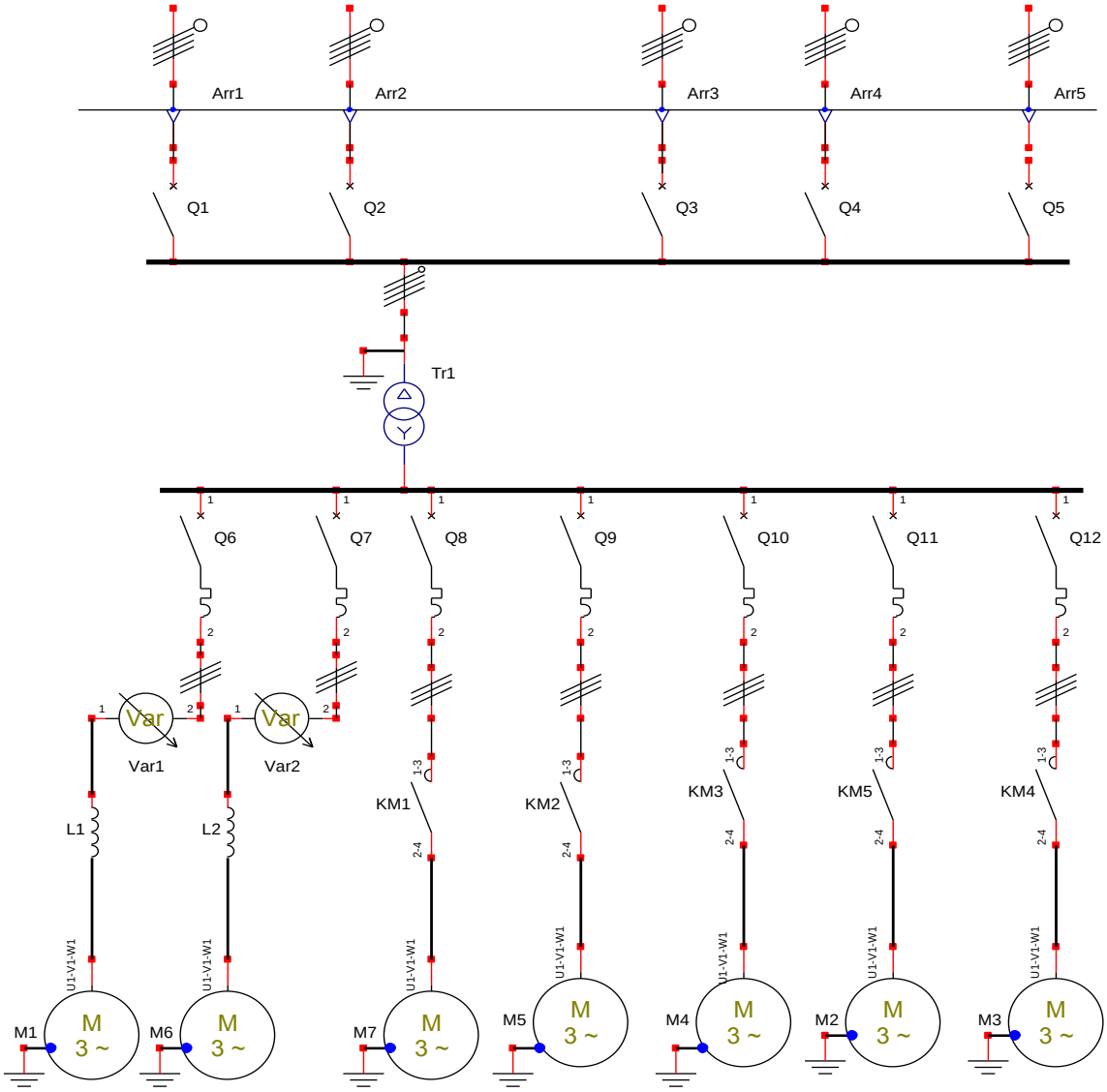
$Q_1 = 361{,}20kvar$
$Q_2 = 2{,}333kvar$
$Q_3 = 171{,}567kvar$
$Q_4 = 27kvar$
$Q_5 = 38{,}561kvar$
$Q_6 = 2{,}333kvar$
$Q_7 = 208{,}340kvar$
$Q_8 = 2{,}333kvar$

Ce qui implique $Q = 833{,}667kvar$
Calcul de la puissance apparente :

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
$\Longrightarrow S = \sqrt{1016{,}520^2 + 833{,}667^2}$
$\Longrightarrow S = 1314{,}657kva$

Calcul de la :
puissance à installer= $Puissance\ apres\ modification - puissanceavant\ modification$
$AN: P$ à $installer\ = 1494{,}883 - 845{,}46$
P à $installer\ = 469{,}193kva$

Annexe 8 : Schéma unifilaire de l'installation considérée



M1: Moteur pompe de cyclonage

M2:Moteur pompe de rejet

M3;Moteur pompe d'eau de presse étoupe

M4; Moteur agitateurs

M5; Moteur tamis MPS

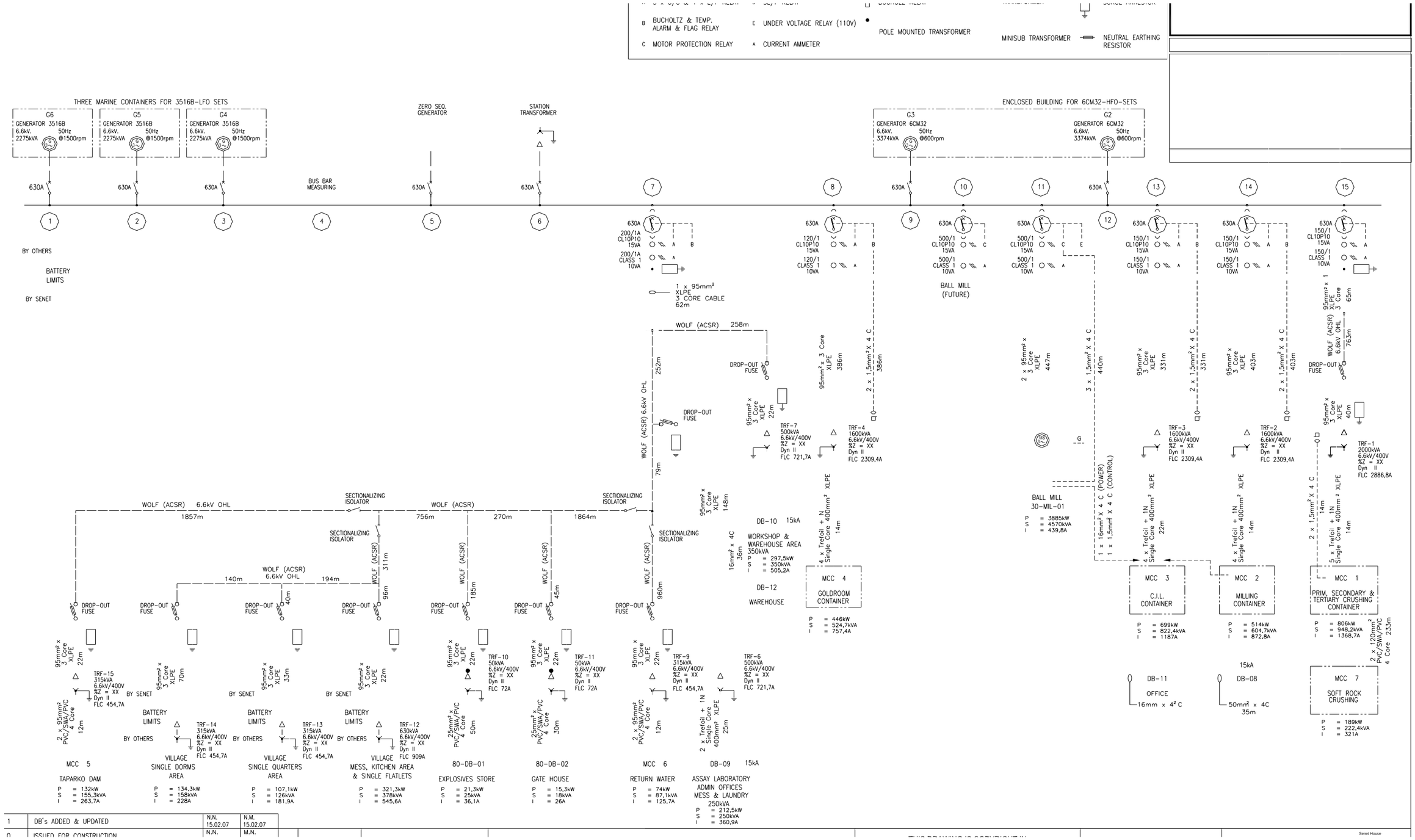
M6; Moteur tamis linéaire des cyclones

M7:Moteur Tamis linéaire de l'épaississeur

M8; Moteur pompe de transfert

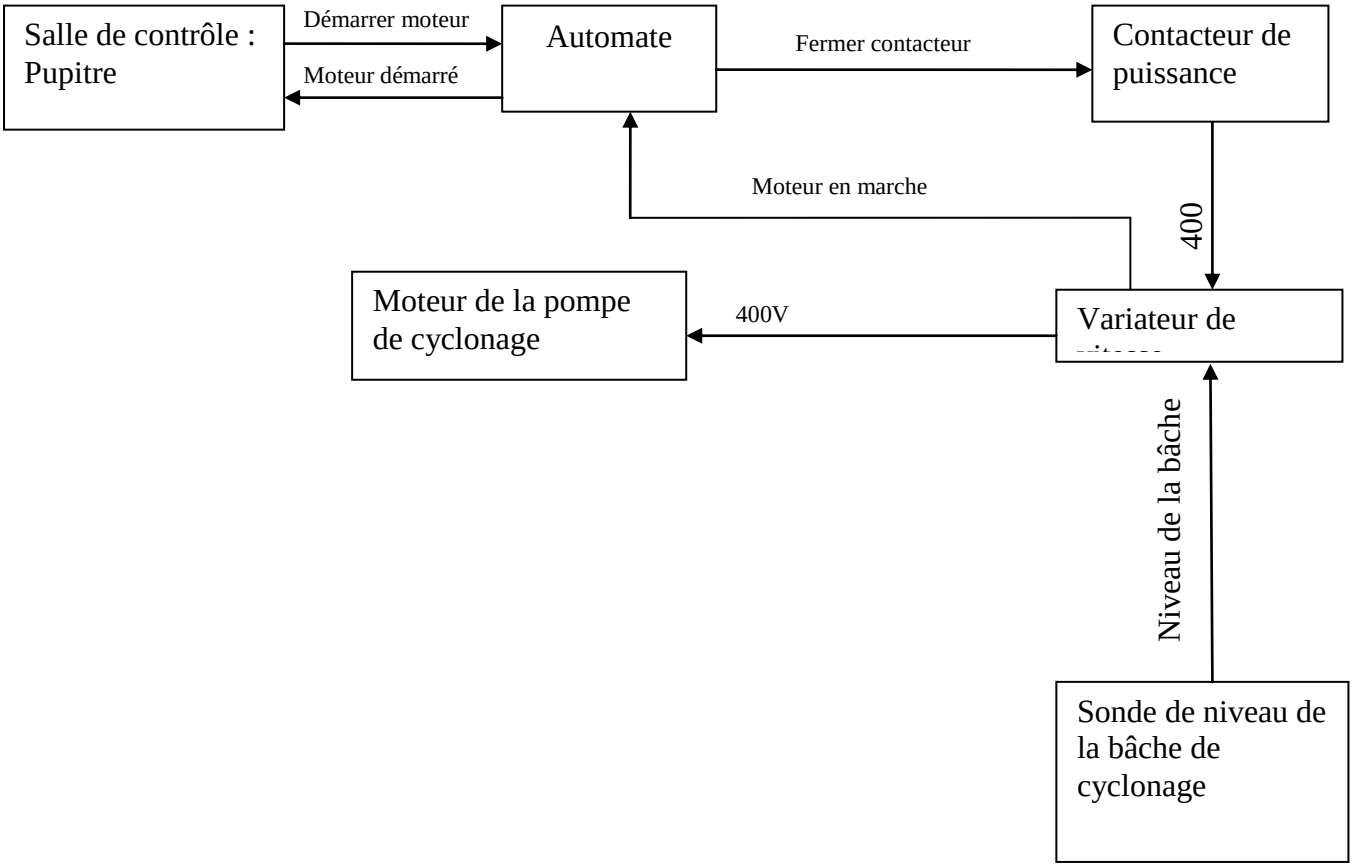
Arr1 à Arr5; arrivées (5 groupes électrogènes)

Annexe 9 : Schéma de l'installation générale

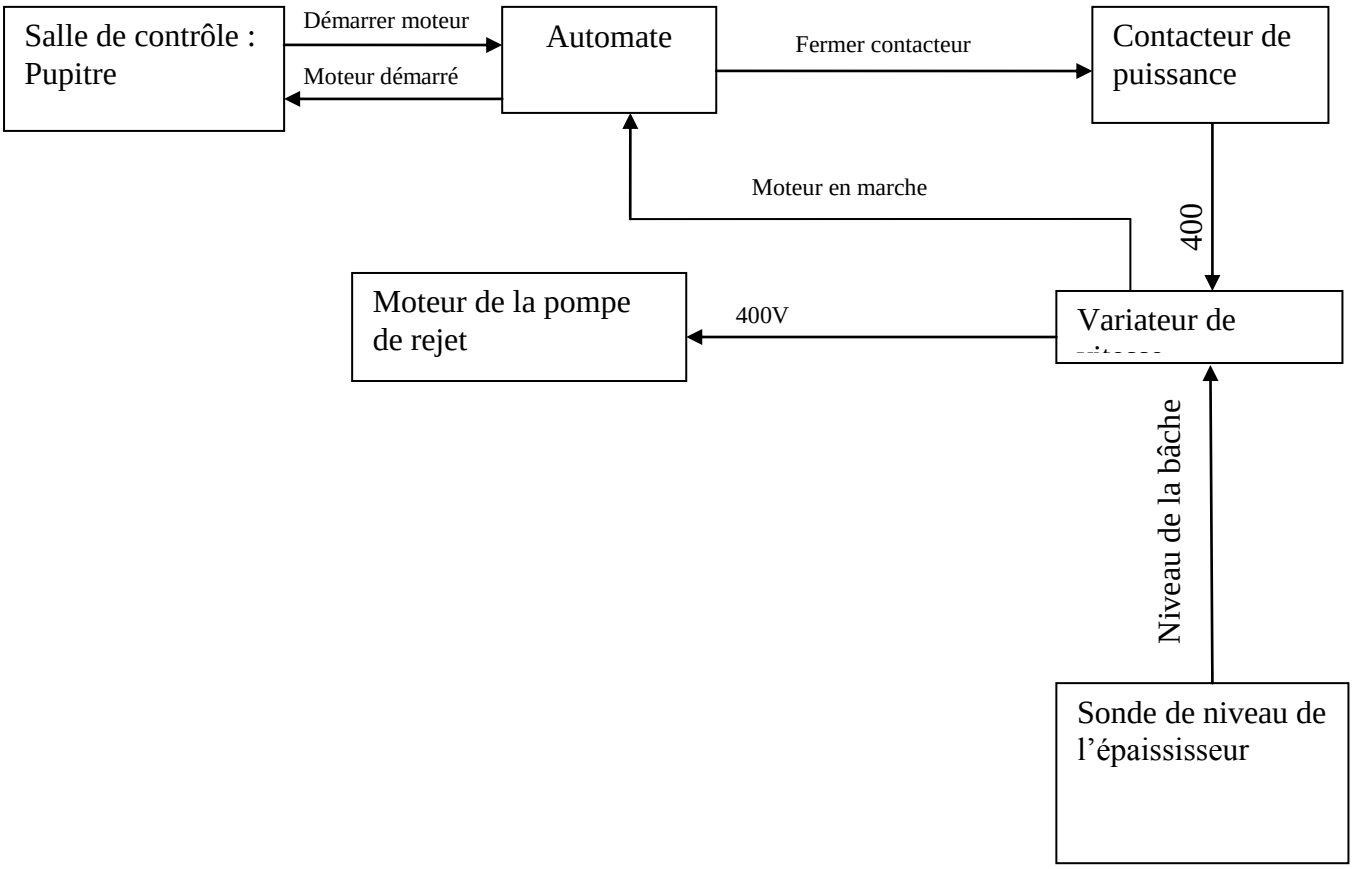
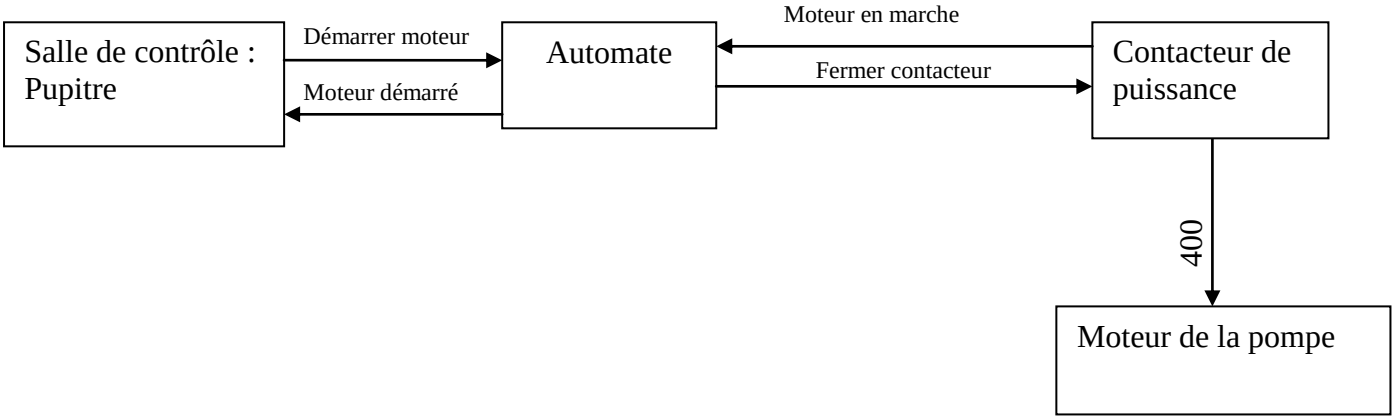


Annexe 10 : Schéma fonctionnels

1. moteur de la pompe de cyclonage



2. Moteur de la pompe de rejet



3. Pompes : tamis linéaire ; tamis MPS ; eau de presse étoupe ; agitateurs ; transfert