



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

**AUDIT DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES ET PROPOSITION DE
MODERNISATION DE L'USINE HIIMA BALDE DE KOLDA**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE
LA LICENCE DE GESTION ET MAINTENANCE DES
INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET ENERGETIQUES
(GM2IE)**

Présenté et soutenu le 26 octobre 2011 par

Oumar Karass SALL

Jury d'évaluation du stage :

Président : SIDO Mariam

Membres et correcteurs :

BAGRE Ahmed

RUGUNDU Anselme

Promotion 2010/2011

CITATIONS

**« L'homme et sa sécurité doivent constituer
la première préoccupation de toute
aventure technologique »**

Albert Einstein

REMERCIEMENTS/DEDICACES

Je profite de cette occasion pour dire merci à tous ceux qui m'ont accompagné dans cette formation particulièrement Mme Sylvie Ouedraogo de ZIE.

Je dédie ce travail

A mon épouse Aminata KANE

A mon fils Abdoulaye

A tout le personnel de la SODEFITEX

RESUME

La Sodefitex (Société de Développement et des Fibres Textiles) est une agro-industrie Sénégalaise qui dispose de cinq usines d'égrenage de coton de différentes générations. Dont trois ont des installations électriques âgées de plus d'une trentaine d'années. L'usine HIIMA BALDE de Kolda objet de cette étude en fait partie.

L'audit des installations électriques de cette usine avec la reprise des différentes étapes du dimensionnement des canalisations et des sécurités, a mis en exergue le déficit de sécurité pour les hommes et les installations. Situation occasionnée par les impératifs de production qui ont transformé les dépannages provisoires en situation définitive entraînant :

- l'utilisation des moteurs à des charges partielles qui créent des surplus de consommation d'énergie
- l'utilisation de dispositifs de protection inadaptés

Aussi l'activité saisonnière de l'entreprise pose le problème de charge du transformateur de puissance de 630 KVA qui passe de 85.5 % en campagne à 5.7 % en inter- campagne avec une surcompensation de l'énergie réactive sur cette période. La compensation de l'énergie réactive étant effectuée par des batteries de condensateurs fixes dont la puissance installée fait 5.7 fois les besoins pour avoir un facteur de puissance égal à 1. Cette situation crée une configuration propice à la ferro-résonance qui, avec des surtensions et surintensités importantes, peut mettre en péril l'installation.

Cette étude a permis de faire la vérification des résultats les plus substantiels de l'audit énergétique réalisé en 2008. Une surévaluation de dix sept millions huit cent mille francs des potentielles d'économie avec l'utilisation des moteurs à haut rendement a été notée.

La configuration des armoires électriques n'est pas adaptée à la pratique régulière de transfert de ligne d'égrenage et de machines entre les usines de l'entreprise. Ainsi les prochaines modernisations doivent tenir compte de l'autonomisation des lignes d'égrenage.

Mots Clés :

Bilan de puissance, audit énergétique, courant de court-circuit, compensation énergie réactive

ABSTRACT

Sodefitex (Société de développement et des fibres textiles) is a Senegalese agribusiness company with five cotton ginning plants of different generations. Three of those have power facilities of over thirty years. Kolda's HIIMA BALDE plant, which is the object of this study, is one of them.

An audit of the plant's power facilities, with the resumption of the various stages of design of cable duct and security, has revealed lack of security for both people and machinery. This results from production imperatives that have turned temporary repair into a permanent situation, leading to:

- oversized engines that create excess power consumption,
- Use of over- or under calibrated protection devices.

Thus, the company's seasonal activity raises the issue of the 630 KVA power transformer's load, which goes from 85.5% in year to 5.7 % during inter-year period, with an overcompensation of reactive energy over that period. This creates a configuration suitable for the Ferro-resonance, which, with overvoltage and overcurrent important, can endanger the installation

This study also highlights the importance of checking and installing measuring devices as part of every energy efficiency program. A seventeen million eight hundred thousand overvaluation in potential savings was noted during the 2008 energy audit.

The configuration of cabinets is not adapted to the practice of transfer of line of ginning and machines between the factories of the company. So the next modernizations have to take into account the empowerment of the lines of ginning

Key words:

Compensation of reactive energy; Protection; Energy efficiency

LISTE DES ABRÉVIATIONS

PROQUELEC : Association pour la **PRO**motion de la **Qualité** des **Installations**

ELECtriques Intérieures-sénégal

API : Automate programmable industriel

UTE : Union Technique de l'électricité et de la communication

A : Ampère

V : volt

KW : kilo WATT (unité de puissance active)

KVA : Kilo Volt Ampère (unité de puissance apparente)

Kvars : Kilo Volt Ampère réactif (unité de puissance réactive)

BT : Basse tension < 1000V

MT : Moyenne Tension

Frs/CFA : Francs /Compagnie Financière Africaine

H : Heure

VDC : volt courant continu

Ω : Ohm

M : méga

Pu : puissance utile

Pab : puissance absorbée

Ku : coefficient d'utilisation

Ks : coefficient de simultanéité

ρ_c : Rendement moteur classique

ρ_{Mhr} : Rendement moteur à haut rendement

TRSI : temps de retour sur investissement

DDR : Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

PR : Polyéthylène réticulé

Sommaire

I. Introduction	2
II. Objectifs du travail	4
III. Matériels et Méthodes	5
3.1 -Audit des installations électriques	5
3.1.1- mesures d'isolement	5
3.1.2- Vérification continuité des masses	6
3.1.3- Mesure de la résistance de la prise de terre.	6
3.1.4- Essai fonctionnel des disjoncteurs	6
3.1.5- Bilan de puissance :	6
3.1.6- Consommation énergie réactive à vide d'un transformateur	7
3.1.7- Vérification de la conformité des canalisations :	7
3.1.8 Protection contre les surcharges et surintensités	9
3.1.9- Protection contre les courants de court-circuit	10
3.2 Vérification des résultats de l'audit :	11
3.2.1 Calcul d'economie d'énergie :	11
3.2.2 L'éclairage :	12
IV. Résultats	13
4.1 - Résultats de l'audit	13
4.1.1- Caractéristiques du transformateur :	13
4.1.2- Mesure d'isolement	13
4.1.3- Continuité des masses	13
4.1.4 Mesures de la résistance des terres	13
4.1.5 Bilan de puissance en campagne	14
4.1.6 Bilan de puissance hors campagne	14
4.1.7 Consommation en énergie réactive du transformateur	14
4.1.8 Compensation énergie réactive :	15
4.1.9 Le facteur de puissance	15
4.1.10 Charge du transformateur	16
4.1.11 résultats dimensionnement câble	16
4.1.12 Chute de tension	17
4.1.13 - Protection contre les surintensités	17
4.1.14- Protection contre les surcharges	18
4.1.15 Courant de court-circuit	19
4.2 Vérification des résultats de l'audit d'efficacité énergétique	19
4.2 .1 Economie potentielle par l'utilisation des moteurs à haut rendement	19
4.2.2 Economie potentielle sur l'éclairage	20

Audit des installations électriques et proposition de modernisation de l'usine Hiima BALDE -Kolda	
4.2.3 Niveau d'exécution des recommandations	20
V. Discussion et Analyses	22
VI. Recommandations - Perspectives	26
VII. Conclusions	28
VIII. Bibliographie	29
IX. Annexes	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs minimales des résistances d'isolement	5
Tableau 2 Nombre d'heure d'allumage des lampes par jour	12
Tableau 3 : Caractéristiques du transformateur	13
Tableau 4 Circuits ayant une résistance d'isolement inférieure à 0.5 MΩ	13
Tableau 5 Mesures de la résistance des terres	13
Tableau 6 Bilan de puissance en campagne	14
Tableau 7 Bilan de puissance hors campagne	14
Tableau 8 Batterie de condensateur en service en campagne	15
Tableau 9 Batterie de condensateur en service hors campagne	15
Tableau 10 Charge du transformateur	16
Tableau 11 Câbles surdimensionnés	16
Tableau 12 Câble sous dimensionnés	16
Tableau 13 Chute de tension	17
Tableau 14 Protection contre les surintensités	17
Tableau 15 Protection contre les surcharges	18
Tableau16 : courant de court-circuit	19
Tableau 17 : Economie potentielle par l'utilisation des moteurs à haut rendement	19
Tableau 18 : potentielles d'économie sur l'éclairage	20

I. INTRODUCTION

La SODEFITEX est une agro-industrie cotonnière qui évolue dans le tiers sud du Sénégal avec cinq usines d'égrenage et une unité de production de semence. L'activité d'égrenage est saisonnière se déroulant chaque année de décembre à avril.

L'usine Hima BALDE de Kolda, objet de cette étude, est installée en 1976 .Elle dispose de trois lignes d'égrenage et a enregistré différentes phases de modification de puissances suite :

- à l'installation de nouvelles machines de nettoyage du coton fibre en 1986
- au transfert d'une ligne d'égrenage vers une autre usine (l'usine de Kédougou) et à l'augmentation de la capacité des 2 égreneuses restantes (128 à 158 scies) en 1996.
- à l'installation d'une deuxième ligne d'aspiration et d'une troisième ligne d'égrenage venant de l'usine de Vélingara (2004).

La dernière vérification des installations électriques conformément aux exigences réglementaires a été effectué par le bureau VERITAS-Sénégal¹ en 2008.Cette même année la Sodefitex avait commandité un audit énergétique de ses installations, réalisée par PROQUELEC. Cependant au-delà de la vérification de conformité des installations électriques aux exigences des normes notamment la norme NF C 15 -100², cette étude tentera de déterminer l'efficacité dans le dispositif industriel pour la sécurité et la qualité de service.

Cette étude permettra

- dans un premier temps de faire un audit des installations électriques de l'usine par rapport aux exigences réglementaires.
- Dans un second temps de faire une vérification des conclusions de l'audit énergétique de PROQUELEC. L'audit avait concerné l'ensemble des cinq usines de l'entreprise. Un certain nombre de potentielles d'économie particulièrement au niveau des contrats d'abonnement, des moteurs, de la correction du facteur de puissance, de l'éclairage et de la climatisation avait été dégagé. Néanmoins dans cette étude on se limitera à la

¹ Bureau d'étude agréé

² : Norme française sur les installations électriques à basse tension

question des moteurs et de l'éclairage où les potentielles d'économie les plus substantielles ont été notées pour l'usine de Kolda.

- En fin une proposition de modernisation des installations électriques sera faite. Aujourd'hui la SODEFITEX dispose dans son parc d'une usine très moderne (machines et armoires électriques) gérée par un API .Seulement dans cette étude, l'architecture proposée est plus souple et privilégiera l'autonomisation des lignes d'égrenage pour faciliter les transferts vers les autres usines, toutes générations confondues.

II. OBJECTIFS DU TRAVAIL

L'objectif de ce travail est de vérifier la conformité des installations électriques aux normes de sécurité suite aux augmentations de puissances et à l'impact des conditions d'exploitations.

Ce travail permet également:

- de vérifier les potentielles d'économie les plus significatives proposées à la suite d'un audit énergétique
- de proposer une architecture des armoires adaptée aux conditions d'exploitation.

III. MATERIELS ET METHODES

L'étude se divise en trois parties : l'audit des installations électriques, la vérification des résultats de l'audit énergétique et la proposition de modernisation de l'usine.

3.1 -AUDIT DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

L'étude étant réalisée en période d'arrêt de l'usine les mesures de puissance en charge des machines n'ont pu être faites. Les données de coefficient d'utilisation sont tirées de rapports d'audit des installations industrielles de la SODEFITEX (1996), du rapport d'audit énergétique réalisé par PROQUELEC (2008) et notre expérience de 13 ans des usines d'égrenage de coton.

3.1.1- mesures d'isolement

Pour un fonctionnement dans le respect des règles de sécurité des appareils et installations électriques, tous les conducteurs sont isolés avec des gaines pour les câbles et le vernis pour les bobinages. Quand la qualité de ces isolants baisse, des courants de fuite peuvent circuler d'un conducteur à l'autre et, provoquer des dégâts plus ou moins graves, selon l'importance des défauts d'isolement.

Un matériel présentant un défaut d'isolement peut tomber en panne, brûler ou provoquer un défaut sur l'installation elle-même et par conséquent, déclencher des dispositifs de protection, pour prévenir les risques liés à un isolement insuffisant ou à une dégradation du niveau de l'isolement, des mesures doivent être effectuées. Elles concernent aussi bien les matériels électriques que les installations sur lesquelles ils sont connectés.

Ainsi la mesure de la résistance d'isolement a été effectuée pour l'ensemble des moteurs et installations électriques de l'usine sauf le transformateur de puissance.

L'appareil de mesure utilisée est isol 5002 de chauvin Arnoux.

Les valeurs minimales correspondantes aux prescriptions de la norme³ sont :

Tension nominale du circuit	Tension d'essai	Résistance d'isolement minimale
En dessous de 50 V	250 VDC	0.25 MΩ
De 50 V à 500 V	500 V DC	0.5 MΩ
Au-dessus de 500 V	1000 VDC	1.0 MΩ

Tableau 1 : Valeurs minimales des résistances d'isolement

³ NF C 15 100 page 327

3.1.2- Vérification continuité des masses

La continuité sera considérée comme satisfaisante si la résistance mesurée entre toute masse et le point le plus proche de la liaison équipotentielle principale n'est pas supérieure à $2 \Omega^4$, pour une installation 230/400 V, quel que soit le dispositif de protection et quelle que soit la constitution du circuit.

(Voir annexe 5)

3.1.3- Mesure de la résistance de la prise de terre.

Cette mesure est effectuée en choisissant la méthode des 62 %⁵.

Le régime TTN est utilisé dans l'usine. Ainsi La terre des masses MT et la terre du neutre sont shuntées. Dans ce cas la terre du neutre doit être à $1\Omega^6$.

Le résultat est satisfaisant si la résistance de terre des masses mesurée $R_A \leq U_L/I_{\Delta n}$ (U_L : tension limite conventionnelle 50V ; $I_{\Delta n}$: sensibilité du différentiel principal).

3.1.4- Essai fonctionnel des disjoncteurs

Ne disposant pas d'appareil pour injecter un cours de défaut, il a été vérifié le système de déclenchement des disjoncteurs par le bouton test.

3.1.5- Bilan de puissance :

Le bilan de puissance a été faite avec le facteur de puissance moyen de l'installation calculé à partir des consommations d'énergie de l'entreprise sur douze mois. (Annexe 3)

$$\cos \phi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}} \text{ avec } a : \text{Consommation énergie active} \quad r : \text{Consommation énergie réactive}$$

En effet on a :

$$\cos \phi^2 = \frac{(P_{xh})^2}{(P_{xh})^2 + (Q_{xh})^2} \Rightarrow \cos \phi^2 = \frac{P^2}{P^2 + Q^2} \Rightarrow \cos \phi^2 = \frac{P^2}{S^2} \Rightarrow \cos \phi = \frac{P}{S}$$

Le facteur de puissance connu, la puissance apparente est obtenue par :

$$S = \frac{P}{\cos \phi} \text{ avec } P = \sum P_i$$

⁴ UTE C 15 105 page 74

⁵ Méthode de mesure de la résistance de terre avec appareil Chauvin Arnoux.

⁶ NF C13 100 .

P : puissance active en KW ; Q : puissance réactive Kvar ; S : puissance apparente KVA ;
h : durée de consommation

3.1.6- Consommation énergie réactive à vide d'un transformateur

Un transformateur consomme une puissance réactive⁷ qui peut être déterminée

Approximativement en ajoutant :

- une partie fixe qui dépend du courant magnétisant à vide I_0 :

$$Q_o = \sqrt{3} U_n I_o$$

- une partie approximativement proportionnelle au carré de la puissance apparente qu'il transite :

$$Q \cong U_{cc} \frac{S^2}{S_n}$$

U_{cc} tension de court-circuit du transformateur en p.u. ($1 \text{ p.u.} = U_n \sqrt{2}/\sqrt{3}$)

S_n : Puissance apparente nominale du transformateur

S : puissance apparente transitée par le transformateur

U_n : tension composée nominale

$$I_o = 1.8 \text{ A}^8$$

La puissance réactive totale consommée par le transformateur est :

$$Q_t = Q_o + Q$$

3.1.7- Vérification de la conformité des canalisations :

3.1.7.1- courant admissible :

Le courant admissible dans une canalisation est donné par :

$$I_b \times k$$

$$I_z \geq \frac{\text{Produit des coefficients de correction (F)}}{\quad}$$

I_b : courant d'emploi déterminé avec un $\cos \phi = 0.88$

k : coefficient lié à la protection

Les coefficients correcteurs sont définis conformément à la norme à la NF C 15-100 en fonction :

⁷ Document Schneider : Guide de conception des réseaux électriques industriels ; page 606

⁸ Donnée constructeur (Memotech 2^e édition)

- de la méthode de référence (F1)
- de la température ambiante (F2)
- du groupement des circuits (F3)
- du nombre de couche (F4)
- du neutre (chargé ou non ; F5)
- de l'ambiante (explosive ou non ; F6)
- de la nature du sol (F7)
- de la nature de la protection

Ainsi on a : $F = F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6 \times F7$

On note dans la salle d'égrenage que :

- Les câbles sont sur chemin de câbles perforés d'où la méthode de référence 13 E (tableaux 52 C⁹ et 52 E¹⁰) ainsi F1 = 1
- Température ambiante 40°C avec des câbles en PR : F2 = 0.91
- Le neutre n'est pas chargé ainsi F5 = 1
- Les machines sont dans une ambiance non explosive : F6 = 1

Les autres facteurs de corrections dépendent du circuit concerné.

3.1.7.2 - la chute de tension :

Conformément à la norme¹¹, la chute de tension ne doit excéder pour un poste privé HT/BT :

- 6 % pour l'éclairage
- 8 % pour la force motrice

Chute de tension, en pourcentage,

Pour un circuit monophasé :

$$\Delta v = 2 Ib \left(R \frac{L}{S} \cos \varphi + XL \sin \varphi \right) \frac{100}{V_n}$$

Pour un circuit triphasé :

$$\Delta u = \sqrt{3} Ib \left(R \frac{L}{S} \cos \varphi + XL \sin \varphi \right) \frac{100}{U_n}$$

Où :

Résistivité $R = 0.0225 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ tous les câbles étant en cuivre

L : longueur simple de la canalisation, en mètre

⁹ NF C 15 100 page 197

¹⁰ NF C 15 100 page 206

¹¹ NF C 15 100 page 221

S : secteur des conducteurs, en mm^2

$\cos \varphi = 0.88$ facteur de puissance moyen de l'installation d'où $\sin \phi = 0.47$

X : réactance linéique des conducteurs $X : 0.08\text{m}\Omega/\text{m}$

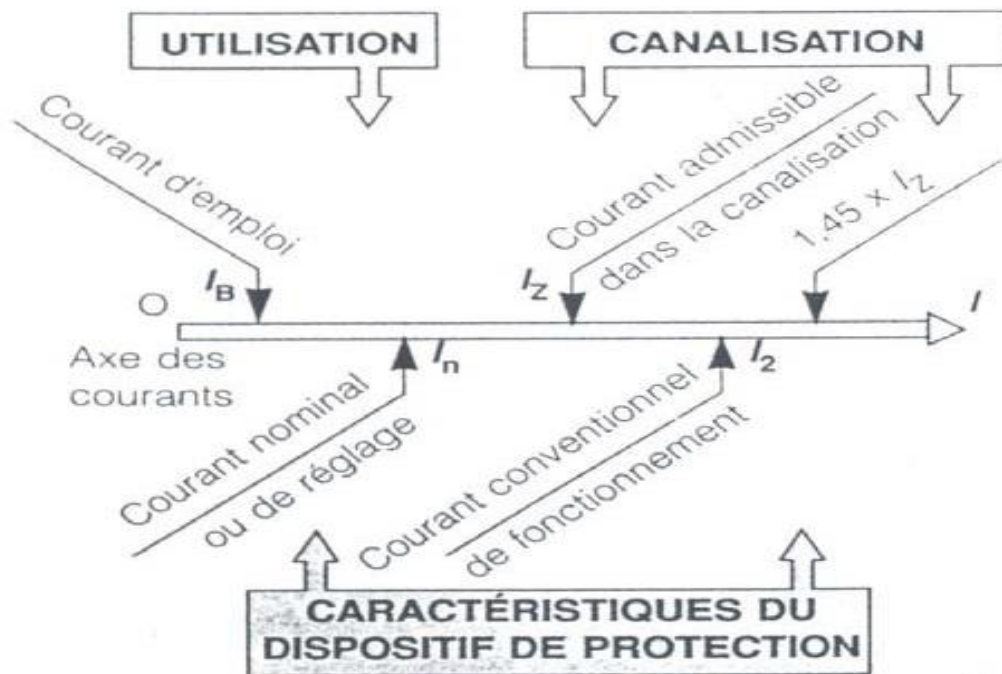
I_B : courant d'emploi, en ampères

U_n = tension nominale entre phase en volt

V_n = tension nominale entre phase et neutre en volt

$\Delta u, \Delta v$: chute de tension en volt

3.1.8 Protection contre les surcharges et surintensités



En d'autre terme on doit vérifier les conditions¹² suivantes :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \leq I_2 \leq 1.45 I_z$$

I_B : Courant d'emploi du circuit,

I_z : Courant admissible de la canalisation (voir 523),

I_n : Courant assigné du dispositif de protection ; pour les dispositifs de protection réglables, I_n est le courant de réglage choisi (I_r),

I_2 : Courant assurant effectivement le fonctionnement du dispositif de protection : en pratique

¹² NF C 15 100 page 115

I_2 est pris égal :

- au courant de fonctionnement dans le temps conventionnel pour les disjoncteurs ;
- au courant de fusion dans le temps conventionnel, pour les fusibles du type gG.

3.1.9- Protection contre les courants de court-circuit

Une des caractéristiques essentielles d'un dispositif de protection contre les courts-circuits est son pouvoir de coupure (P_{dc}).

On doit avoir $P_{dc} > I_{cc}$

Le courant de court-circuit triphasé a été calculé avec les formules suivantes (annexe 10)

$$I_{cc3} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3}Z_T}$$

I_{cc3} (kA) : courant de court-circuit triphasé au point de défaut présumé

U_{20} : tension entre phase à vide au secondaire d'un transformateur HT/BT

Z_T : impédance totale par phase du réseau en amont du défaut (en Ω)

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \text{ avec } R_T = \sum R_i \text{ et } X_T = \sum X_i$$

- Pour l'impédance du réseau amont Z_a :

$$Z_a = \frac{U_{20}^2}{S_{CC}}$$

Avec $\frac{R_a}{Z_a} = 0.3$ pour réseau de 6KV¹³

Et

$$X_a = \sqrt{Z_a^2 - R_a^2}$$

- Impédance des liaisons

L'impédance des canalisations Z_C dépend de leur résistance et réactance linéiques, et de leur Longueur.

La résistance linéique des câbles et des jeux de barres se calcule avec l'équation :

$R_C = \rho \frac{L}{S}$ Avec $\rho = 22.5 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; L : longueur en mètre et S : section en mm^2

La réactance : $X_C = 0.08 \text{ m}\Omega/\text{m}$

La résistance des jeux de barres est négligée dans l'étude.

¹³ Donnée constructeur (cahier technique Schneider n°158 page 13)

3.2 VERIFICATION DES RESULTATS DE L'AUDIT :

3.2.1 Calcul d'economie d'énergie :

La puissance économisée (P_{eco}) donnée par :

$$P_{eco} = P_{req} \left(\frac{1}{\rho_c} - \frac{1}{\rho_{mhr}} \right)$$

Dans l'impossibilité de faire des mesures pour déterminer la puissance requise (P_{req}) exacte nous supposons elle est égale à 80 % de la puissance du moteur recommandé par le fabricant de la machine.

$$\text{Ainsi } P_{req} = P_u \times F_c$$

L'efficacité d'un moteur variant avec la charge, pour les moteurs chargés partiellement un coefficient correcteur¹⁴ fonction du taux de charge sera appliqué pour corriger le rendement.

L'economie a réalisé en remplaçant un moteur standard par un moteur à haut rendement est donnée par la formule :

$$E = N \times P_u \times C \times \left(\frac{1}{\rho_c} - \frac{1}{\rho_{mhr}} \right)$$

Où :

N = nombre d'heures d'utilisation du moteur par an

P = puissance du moteur en kW

F_c =Facteur de charge de la puissance nominale (en %) ou coefficient d'utilisation

On suppose que $F_c = 80\%$

C = coût moyen du kWh en F CFA (103 F CFA)¹⁵

ρ_c = rendement du moteur classique à remplacer

ρ_{mhr} = rendement du moteur à haut rendement (mhr)

¹⁴ Voir tableau en annexe 12 page 63

¹⁵ Cout calculé par PROQUELEC

3.2.2 L'éclairage :

L'audit avait préconisé le remplacement des ampoules MAF 400 W par des ampoules économiques de type ECO 105 W et les ampoules néon 1.20 m par des ampoules fluo compact 11 W. Trois ans après cette étude permet de faire une évaluation de l'opération.

La vérification est faite sur la base des hypothèses du nombre d'heure d'allumage des lampes par jour suivante :

En campagne

Emplacement des foyers lumineux			
	Extérieur	Intérieur salle des machines	Intérieur bureaux
K1	8	8	8
K2	4	4	1

hors campagne

Emplacement des foyers lumineux			
	Extérieur	Intérieur salle des machines	Intérieur bureaux
K1	8	0	6
K2	4	0	0

Tableau 2 : Nombre d'heures d'allumage des lampes par jour

NB : La campagne dure 5 mois

Les potentielles d'économie sur l'éclairage de la cour et celle de la salle des machines seront vérifiées.

IV. RESULTATS

4.1 - RESULTATS DE L'AUDIT

4.1.1- Caractéristiques du transformateur :

Le transformateur se trouve dans l'enceinte de l'usine et est de type ouvert avec une alimentation souterraine et un comptage BT :

Puissance apparente	Tension primaire	Tension secondaire	Couplage	Tension de Court-circuit	Année
630 KVA	6600 V	400 V	Dyn11	4%	1992

Tableau 3 : Caractéristiques du transformateur

Le transformateur ne dispose pas de limiteur de surtension.

4.1.2- Mesure d'isolement

Circuits ayant une résistance d'isolement inférieure à 0.5 MΩ

	Câble	Protection	Résistance d'isolement
Transformateur 10 KVA			
Primaire 380 V	2 x 2.5	Dj3 X 15 A	0.4
Secondaire S3: 110 V	2 x 2.5	F2 x 25 aM	0.2

Tableau 4 : Circuits ayant une résistance d'isolement inférieure à 0.5 MΩ

Les résistances d'isolement pour les autres circuits sont comprises entre 0.5 et 190 MΩ.

(Annexe 5)

4.1.3- Continuité des masses

La valeur de résistance entre la borne de terre et la masse des différentes machines varie de 0.4 à 1.7 (annexe 5)

4.1.4 Mesures de la résistance des terres

Emplacement	Neutre	Masses MT	Terre des masses usine	Paratonnerre Façade usine
Valeur de la résistance de terre	12 Ω	10 Ω	23.8 Ω	5Ω

Tableau 5 : Mesures de la résistance des terre

4.1.5 Bilan de puissance en campagne

Circuit	P (KW)	$\cos \varphi$	S (KVA)
Armoire force motrice	454,72	0,88	516,72
coffret éclairage usine	37,13	0,88	42,19
coffret éclairage extérieur	12,86	0,88	14,61
bureau	7,41	0,88	8,42
Local sécurité + logement +CPFP	20,72	0,88	23,55
Total	532,83	0,88	605,49

Tableau 6 : Bilan de puissance en campagne

(Détails en Annexe 1)

4.1.6 Bilan de puissance hors campagne

Le bilan de puissance hors campagne a été effectué en utilisant le $\cos \phi$ de chaque équipement.

Circuit	P (KW)	Q(Kvar)	S(KVA)
coffret éclairage usine	33,77	4,30	34,05
coffret éclairage extérieur	10,29	4,98	11,43
bureau	7,41	3,69	8,27
sécurité + log +CPFP	16,30	7,42	17,91
total	67,77	20,39	70,77

Tableau 7 : Bilan de puissance hors campagne

(Détails d'annexe 2)

4.1.7 Consommation en énergie réactive du transformateur

En hors campagne $S = 70.77 \text{ KVA}$

$S_n = 630 \text{ KVA}$

$U_n = 414 \text{ V}$

$U_{cc} = 4\%$

$I_o = 1.8 \text{ A}$

$$Q_t \approx 1398 \text{ VAR}$$

4.1.8 Compensation énergie réactive :

La compensation est assurée par des batteries fixes

4.1.8.1 Batteries de condensateur en service en campagne

Armoire force motrice	220 Kvars
Armoire de distribution	125 Kvars
TOTAL	345 Kvars

Tableau 8 : Batteries de condensateur en service en campagne

La puissance des batteries de condensateur représente 54.70 % de celle du transformateur.

4.1.8.2 Batterie de condensateur en service hors campagne

Armoire de distribution	125 Kvars
TOTAL	125 Kvars

Tableau 9 Batteries de condensateur en service hors campagne

La puissance des batteries de condensateur représente 19.80 % de celle du transformateur.

4.1.9 Le facteur de puissance

Les valeurs calculées à partir des factures d'énergie :

- En campagne $\cos \phi = 0.88$
- En inter campagne $\cos \phi = 1$

La valeur du $\cos \phi$ des équipements mise en service en hors campagne sans compensation est égale 0.96.

4.1.10 Charge du transformateur

charge transformateur	Pmax appelée (KW)	Pmax depuis installation	Smax (KVA)	% charge transfo
Campagne	442	450	539	85,56
inter-campagne	36		36	5,71

Tableau 10 Charge du transformateur

4.1.11 résultats dimensionnement câble

4.1.11.1 Câbles surdimensionnés

section câble calculée	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4mm ²	6mm ²	25 mm ²
câble installé	58,3 % à 2,5 mm ² 4,1 % à 4mm ²	16,6 % à 4mm ² 83,3 % à 16 mm ²	20 % à 10 mm ² 40 % 16 mm ²	33 % à 10 mm ² 33 % à 16 mm ² 33 % à 25 mm ²	33% à 35 mm ²

Tableau 11 Câbles surdimensionnés

4.1.11.2 Câbles sous dimensionnés

	Pu (KW)	Ib(A)	I _z (A)	recommandée	utilisée
TGBT-Armoire force motrice	454,72	721	1560,45	3 x 240	(1 x 2 x 185) + 240
TGBT - coffret usine	37,13	58,8	151,69	35	25
Egreneuse 1	55	65,9	124,38	35	25

Tableau 12 Câble sous dimensionnés

(Détails en annexe 6)

4.1.12 Chute de tension

	Pu (KW)	Ib (A)	L (m)	Δu (%)
TGBT-Armoire force motrice	454,72	720,6	35	1,19
TGBT - coffret usine	37,13	58,84	35	3,10
TGBT - Bureau	7,41	11,74	70	1,37
TGBT-coffret local sécurité	20,72	32,84	110	1,48
TGBT-Coffret éclairage extérieur	12,86	20,38	3	0,31
coffret sécurité –CPFP	15,07	23,89	150	3,39
Egreneuse 1	55	65,85	29	1,85
Séparateur N°1	22	22,23	50	1,78

Tableau 13 Chute de tension

(Détails en annexe 7)

4.1.13 - Protection contre les surintensités

	Pu (KW)	Ib (A)	câble utilisée	Iz du câble utilisé	fusible utilisé	fusible recommandé
Cellule 1						
Condenseur principal	4	5,32	4	42	20	10
Epierreur 1	3,7	2,49	2,5	31	12	8
Nettoyeur incliné N°1	11	13,5	16	100	40	25
Convoyeur distributeur	5,5	5,29	2,5	31	16	12

Cellule n°4

Ventilateur axial n°13	22	13,4	16	100	45	32
------------------------	----	------	----	-----	----	----

Humidaire 1 : coton graine

Pompe	4	2,97	1,5	23	16	10
ventilateur	15	16	4	42	40	32

Humidaire 2 : coton fibre

Pompe	3,7	4,24	1,5	23	16	10
ventilateur	11	11,9	4	42	40	20

Presse

Rotation presse	2,2	2,97	2,5	23	8	6
Dameur	15	18,2	10	75	32	32
Tapis alimentation	3,72	4,92	2,5	31	12	10

Armoire presse 2

Pompe huile	3	3,9	1,5	23	12	8
-------------	---	-----	-----	----	----	---

Tableau 14 Protection contre les surintensités

(Détails en annexe 8)

4.1.14- Protection contre les surcharges

	Pu (KW)	Ib (A)	In (A)	Réglage RT
Cellule 1				
Condenseur principal	4	5,32	8,5	9
Epieur 1	3,7	2,49	5,4	pas RT
Cellule n°3				
Thermex 1	15	13,67	28	30
Ventilateur aspiration 1	45	53,3	86	95
Cellule n°4				
Ventilateur axial n°3	15	13,4	29	30
Humidaire 1 : coton graine				
Pompe	4	2,97	8,5	13
Humidaire 2 : coton fibre				
Pompe	3,7	4,24	7,8	9
Armoire presse 2				
Pompe huile	3	3,9	6,6	7,5
Aéroréfrigérant 2	0,9	1,32	2,44	5,5

Tableau 15 Protection contre les surcharges

(Détails en annexe 9)

4.1.15 Courant de court-circuit

Courant de court-circuit (annexe 10)

	Pdc du dispositif de protection	Icc3 présumé (kA)
câble transfo –disjoncteur		20,89
Disjoncteur	Disjoncteur 1250 A Pdc= 50 kA	20,63
JDB –TGBT		20,37
Sectionneur force motrice		16,23
borne moteur égreneuse 1	Fusible 125 A Pdc = 100kA	8,48
coffret local sécurité	Disjoncteur 250 A Avec Pdc 150 kA	2,29
arrivée CFPT		1,00
coffret usine	Disjoncteur 160 A Pdc =150 kA	1,77
Coffret atelier	Fusible 50 A Pdc =100 kA	0,79

Tableau16 : courant de court-circuit

4.2 VERIFICATION DES RESULTATS DE L'AUDIT D'EFFICACITE ENERGETIQUE

4.2 .1 Economie potentielle par l'utilisation des moteurs à haut rendement

	Gains
Moteur Mhr de puissance conforme à la machine	14 838 303

Tableau 17 : Economie potentielle par l'utilisation des moteurs à haut rendement

4.2.2 Economie potentielle sur l'éclairage

Durée d'allumage des lampes :

En campagne

	K1	K2
Extérieur	1200	600
intérieur salle d'égrenage	1200	600
bureau	960	120

hors campagne

	K1	K2
Extérieur	1680	600
intérieur salle d'égrenage	0	0
bureau	1280	0

	MAF 400	ECO 105
Nombre d'ampoule	25	25
Prix unitaire	7000	9500
Cout d'acquisition	17 5000	237500
Consommation	5 562 797	818 541
Cout total	5 737 897	1 056 041
Economie annuelle	4 681 756	
TRSI mois	0.6	

Tableau 18 : potentielles d'économie sur l'éclairage (détails en annexe 14)

4.2.3 Niveau d'exécution des recommandations

4.2.3.1 Moteur à haut rendement

A ce jour aucun moteur à haut rendement n'a été installé.

4.2.3.2 Éclairage

4.2.3.2.1 Éclairage extérieur :

Trois mois après l'audit, tous les poteaux d'éclairage étaient équipés d'Ampoule ECO 105 W. Mais à ce jour seules 2 ampoules ECO 105 W sont fonctionnelles, les MAF ont repris leur place.

4.2.3.2.2 Éclairage salle d'égrenage :

Une seule ampoule ECO 105 sur les 5 montées est encore fonctionnelle.

4.2.3.2.3 Éclairage bureau :

Les ampoules fluo compact 11W proposées pour les bureaux et les couloirs ont été montées uniquement sur les couloirs.

V. DISCUSSION ET ANALYSES

Mesure d'isolement

Les mesures d'isolement ont été effectuées en période hivernale, ce qui favorise un taux d'humidité plus élevé. Situation qui influe sur une baisse de la valeur des résistances. Cependant les résultats sont pour la plupart bons sauf pour le transformateur sec de 10 KVA. Les valeurs de résistance d'isolement de ce transformateur sont à confirmer avant la campagne d'égrenage en décembre avant d'envisager le remplacement.

Continuité des masses

La continuité des masses est bonne.

Résistance des prises de terre

Les bornes de terre nécessitent une amélioration pour avoir une résistance de 1Ω surtout pour celle du neutre car on a un schéma TTN.

La résistance des prises de terre des masses de l'installation doit être améliorée à une valeur la plus faible possible. Celle du paratonnerre est acceptable mais peut être améliorée davantage.

Dimensionnement des canalisations

La plupart des canalisations est surdimensionnée ce qui explique les chutes de tension faibles. On note que la chute de tension au point le plus éloigné de la source est de 3,39%.

Par contre des canalisations capitales sont sous dimensionnées :

- la canalisation TGBT –Armoire égrenage est sous dimensionnée. En plus la section des câbles utilisés n'est pas homogène deux des phases ont $2 \times 185 \text{ mm}^2$ et une phase à 240 mm^2 .
- La canalisation TGBT-coffret usine est sous dimensionnée 25 mm^2 est utilisée à la place de 35 mm^2 recommandée.

Ce phénomène accélère le vieillissement des canalisations et va augmenter l'échauffement dans les câbles synonyme de perte d'énergie. Ces câbles ne pourront supporter davantage d'augmentation de puissance.

Compensation d'énergie réactive

Les batteries de condensateurs disponibles permettent d'avoir un $\cos \phi = 0.88$ en campagne un $\cos \phi = 1$ en hors campagne. Ce qui empêche les pénalités appliquées par le fournisseur d'énergie pour un $\cos < 0,80$

Cependant la puissance réactive installée fait 54,7% en campagne et 19.80 % en hors

campagne de la puissance du transformateur. D'où l'obligation d'installer un système de gestion d'une compensation variable qui permet de mettre les batteries dans le réseau au besoin. Une puissance réactive inférieure ou égale à 15% de celle du transformateur sera installée en fixe dans le TGBT. L'armoire d'égrenage (usine) devra également disposer d'une compensation associée à un système variable.

En période hors campagne la puissance réactive mis en service dépasse largement les besoins qui sont de 21.78 Kvars. Ce qui occasionne une sur- compensation 5,7 fois plus que de besoin. Ce phénomène crée des surtensions sur le réseau et le rend capacitif. Une batterie de 30 Kvars est largement suffisante pour assurer une compensation adéquate.

La faible charge du transformateur en hors campagne (5.7%) couplé à une surcompensation crée une configuration propice à la ferro-résonance qui peut mettre en péril l'installation.

Protection

L'armoire de distribution a été dimensionnée à un moment où l'ensemble des besoins d'électricité était produit sur site avec :

- Un groupe électrogène de 800 KVA à utiliser pendant en période de campagne d'engrenage de décembre à avril.
- Un groupe de 30 KVA pour l'alimentation du site pour le reste du temps.

Avec la connexion du site au réseau de la ville, le groupe de 30 KVA a été déposé et la cellule d'arrivée a été dépouillée de tous ses équipements de mesure et de protection. L'armoire a été conservée malgré toutes les augmentations de puissances.

Elle ne dispose pas de jeux de barres et les protections contre la pénétration des corps solides ou liquides et celle des personnes contre les contacts directs ne sont pas assurées.

Il n'existe pas de disjoncteur dans l'armoire TGBT de même qu'au niveau de l'armoire d'égrenage. Ce qui fait que le disjoncteur de protection du transformateur qui est de 1250 A associé un DDR protège toute l'installation.

Les installations ne sont pas protégées contre les surtensions. Un défaut de masse sur la MT et la foudre peuvent créer une surtension dangereuse. D'où la l'obligation d'installer en tête d'installation un parafoudre conformément à la norme¹⁶. Des parafoudres secondaires peuvent être installés les départs de circuits sensibles de l'usine tels que le réseau informatique et l'éclairage.

Le régime TTN exige l'utilisation des DDR. A part la protection en tête de réseau, tous les

¹⁶ NF C15 100 sections 443 et 534

autres disjoncteurs n'en sont pas équipés.

Cette situation empêche une sélectivité des défauts et crée une insécurité pour le personnel.

- Les disjoncteurs au niveau des coffrets usine et local de sécurité sont surdimensionnés :
 - Pour un courant d'emploi de 59 A pour le coffret usine un disjoncteur de 160 A est utilisé. Un disjoncteur différentiel de 63 A serait mieux adapté.
 - Pour le local de sécurité, un disjoncteur de 250 A est utilisé avec un courant d'emploi de 33 A. Ce disjoncteur doit être remplacé par un équipe de DDR de 40 A.
- Le sectionneur en tête d'installation de l'armoire d'égrenage doit être remplacé par un disjoncteur de 900 A avec DDR
- Au niveau des départs moteurs les protections contre les surintensités sont assurées par fusible .Cependant on recense pour certains départs des fusibles surdimensionnés. Il est impératif de les corriger pour assurer une meilleure protection des canalisations. (annexe 8)
- Le pouvoir de coupure des dispositifs de protection (disjoncteurs et fusibles) dépassent largement les courants de court-circuit présumés.

La protection contre les surcharges au niveau de l'armoire d'égrenage est assurée par des relais thermiques. Cependant on répertorie des relais mal réglés. Le réglage préconisé est au plus égale au courant nominale du moteur In (annexe 9)

Le moteur de l'épierreur 1 ne dispose pas de dispositif de protection contre les surcharges ; situation à corriger.

Vérification des résultats de l'audit énergétique

Les potentielles d'économie sur les moteurs sont, dans le cadre du remplacement de l'ensemble des moteurs par ceux à haut rendement couplé à une opération d'adaptation de puissance, de 14 838 303 f contre 32 643 779 F calculés par PROQUELEC.

Selon PROQUELEC, il est réalisable une économie de 10 620 983 F avec l'utilisation des moteurs à rendement et 22 022 796 F par l'harmonisation des puissances .

En effet PROQUELEC dans sa méthode de calcul des gains a considéré qu'un moteur consomme entièrement la puissance utile nominale disponible quelle que soit la charge. Ainsi PROQUELEC a utilisé la formule :

$$\sum \text{puissances installées} - \sum \text{puissances recommandées} = \text{économie en KW}$$

Ce qui équivaut aux 87.2 KW qui ont coûté 22 022 796 F. Ce qui est une erreur.

Cependant on sait qu'un moteur utilisé à charge partielle consomme un plus car le $\cos \phi$ et le rendement baisse en fonction de la charge.

Le rendement des moteurs utilisés à charge partielle a été obtenu en utilisant un coefficient correcteur de l'efficacité tiré par extrapolation du tableau en annexe 12.

Économie sur l'éclairage

La vérification des économies a été limitée à celles sur l'éclairage de la cour et de la salle des machines qui représentent la plus grande partie des consommations.

Le programme d'efficacité consistait au remplacement des ampoules MAF 400 W par des ECO 105 W. Les potentielles d'économie trouvées dans cette étude sont de 4 681 756 francs pour TRSI de 0,6 mois contre 3 115 864 avec TRSI de 2,7 mois calculés par PROQUELEC.

Cette différence s'explique par le fait que dans l'étude de PROQUELEC la consommation des ballasts n'a pas été prise en compte. Alors qu'elle augmente la consommation des ampoules de 25%. (Annexe 14)

Aussi aujourd'hui se pose un problème de durée de vie des ampoules ECO 105 car 8% des ampoules ECO 105 sont fonctionnelles dans l'usine. Les MAF 400 W ont repris leur place cependant vu l'importance des potentialités d'économie il est nécessaire d'améliorer les conditions d'utilisation. En alimentant les coffrets d'éclairage à travers un transformateur d'isolement de 4 KVA et en installant des parafoudres sur les départs des circuits d'éclairage. Les ampoules à l'extérieur doivent être montées avec des déflecteurs qui les protègent contre les intempéries.

VI. RECOMMANDATIONS - PERSPECTIVES

Proposition de modernisation :

L'usine dispose de trois lignes d'égrenage.

Une ligne est constituée des moteurs suivants :

- 1 égreneuse
- 1 Thermex (pour les égreneuses de 158 scies)
- 1 nettoyeur de fibres
- 1 ventilateur axial

Les machines communes :

- 2 Ventilateurs d'aspirations coton graine
- 2 Séparateurs
- 2 Nettoyeurs inclinés
- 1 Convoyeur distribution
- 1 Vis sous égreneuses
- 1 Vis super jet
- 1 ventilateur d'aspiration fibre extra courte
- 1 Condenseur principal
- 1 Axial principal
- 1 Dameur
- 1 Tapis alimentateur
- 1 groupe hydraulique (avec son système de refroidissement)
- 1 Humidaire coton (pompe et ventilateur)
- 1 Humidaire fibre (pompe- ventilateur)

Dans la configuration actuelle les équipements des machines identiques sont mis dans le même compartiment de l'armoire. Ainsi les équipements des égreneuses sont ensembles, ceux des nettoyeurs de fibres ensembles et les ventilateurs d'aspirations ensembles...

La situation des installations électriques est dans un état d'insécurité qui rend une mise à niveau obligatoire et très urgente. Ainsi c'est l'occasion lors des prochains investissements d'améliorer la configuration des armoires pour s'adapter aux réalités de l'entreprise.

L'entreprise a une pratique de délocalisation de ses lignes d'égrenage en fonction du déplacement des zones de production du coton. Ainsi l'usine de Kolda a enregistré deux transferts lignes d'égrenage .Et Il a été constaté dans les armoires d'égrenage que ces différents transferts ont perturbé la configuration initiale de l'armoire.

Ainsi les prochaines configurations des armoires électriques devraient prendre en compte ces questions de transfert et de sécurité en regroupant tous les composants concernant une ligne

dans une cellule détachable.

Le TGBT devra au-delà de respecter les normes de sécurité sur les différents départs être équipé d'instruments de mesure et de surveillance du réseau. Il est très difficile de réaliser un programme d'efficacité énergétique sans pouvoir mesurer l'énergie qui transite dans les principaux circuits notamment :

- ✓ Force motrice
- ✓ Locaux administratif
- ✓ Éclairage
- ✓ Atelier de maintenance

Ainsi au-delà d'une gestion du $\cos \phi$ il va falloir gérer la question de la pollution par les harmoniques.

La Sodefitex dispose d'une usine entièrement automatisée, gérée par un automate de marque Modicon Premium avec Processeurs TSX 57 303. Toutes les fonctions d'automatisme, de régulations, de sécurité et de gestion sont assurées par cet automate.

Cependant dans la nouvelle configuration proposée chaque ligne d'égrenage devra être gérée par un automate de gamme adapté au process et un automate central qui assurera la supervision.

La priorité d'investissement devra être accordée au renouvellement des installations électriques notamment l'armoire TGBT et celle de la force motrice pour se conformer aux exigences réglementaires¹⁷.

La gestion du $\cos \phi$ doit être repensée avec une compensation de l'énergie réactive optimisée.

Pour éviter d'utiliser le transformateur à une si faible charge l'entreprise doit :

- soit étudier la possibilité d'installer un transformateur de 100 KVA pour la période hors campagne
- soit souscrire un abonnement BT pour le bloc administratif et l'éclairage de la cour.

Des études doivent être faites pour l'utilisation de l'énergie solaire pour alimenter les circuits d'éclairages de la cour et de la salle des machines.

¹⁷ NF C 15 100

VII.CONCLUSIONS

Bien qu'étant réalisé pendant une période d'arrêt de l'usine ce qui a comme conséquence de ne pouvoir réaliser des mesures fiables dans les conditions d'exploitations, ce travail a permis de déceler un certain nombre de situation de risques pour les hommes et les équipements.

L'étude montre que :

- L'installation d'origine était surdimensionnée pour la plupart des canalisations.
- Les dispositifs de protection ne sont pas adaptés au régime TT, les DDR obligatoires dans ce cas ne sont pas utilisés .Ce qui fait que l'installation présente des risques pour les hommes.
- L'installation n'est pas protégée contre les surtensions notamment celles pouvant être causées par la foudre
- Les calibres des disjoncteurs, fusibles et les réglages des relais thermiques ne sont pas toujours conformes
- On note une surcompensation de l'énergie réactive (plus de 5.7 fois) et une sous utilisation du transformateur (5.71 % de charge) en hors campagne .Créant ainsi une configuration propice à la ferro-résonance.

Cette étude a permis de déceler des erreurs dans les conclusions de l'audit énergétique réalisé par PROQUELEC en 2008 .les potentielles d'économie sur les moteurs ont été surévaluées de plus de dix sept millions huit cent milles et celles sur l'éclairage sous estimées.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- NF C 15 100 Norme française, Décembre 2002
- Memotech Electrotechnique 2^e édition, René Bourgeois et Denis COGNIEL
- Calcul des courants de court-circuit : Cahier technique n° 158 : B. de Metz-Noblat
F. Dumas, C. Poulain
- Cours électrotechnique
- Cours : Régime du neutre et protection contre les contacts indirects ; Bayala BAPIO
2IE
- Cours Technologie électrique ; Bayala BAPIO 2IE
- Rapport d'audit des installations industrielles ,1996 SODEFITEX
- Rapport d'audit d'efficacité énergétique des usines de la SODEFITEX ; PROQUELEC
janvier 2008
- Plan d'amélioration de l'efficacité des usines de la SODEFITEX, PROQUELEC
février 2008
- Cours ; Economie d'énergie dans le bâtiment et dans l'industrie Yezouma Coulibaly
2Ie
- La protection des installations électriques contre la foudre : Intersections (le magazine
de Schneider Electric de l'enseignement technologique et professionnel ; novembre
2000
- Guide de conception des réseaux électriques industriels T & D 6 883 427/A ;
Schneider Electric

Sites internet

http://sitelec.org/cours/abati/download/fusibles_socomec.pdf consulté le 10 septembre 2011

<http://lgt.garnier.free.fr/techno/protection.pdf> consulté le 10 septembre 2011

http://www.chauvin-arnoux.fr/groupe/pdf_mag/mesure.terre_cam_F_55.pdf

Consulté 01 septembre 2011

<http://sitelec.org/schneider/schemasneutre.pdf> ; consulté 05 septembre 2011

IX. ANNEXES

Annexe 1 : Bilan de puissance en campagne	31
Annexe 2 : Bilan de puissance hors campagne	37
Annexe 3 : consommation d'énergie sur 12 mois	40
Annexe 4 : Batterie de condensateurs disponibles	42
Annexe 5 : mesures d'isolement et mesures de continuité des masses	43
Annexe 6 : dimensionnement des canalisations	46
Annexe 7 : chute de tension	49
Annexe 8 : Protection contre les surintensités : armoire égrenage	51
Annexe 9 : Protection contre les surcharges : armoire égrenage	53
Annexe 10 : courant de court-circuit	55
Annexe 11: gains calculés par PROQUELEC	56
Annexe 12: rendement corrigé en fonction de la charge moteur du moteur	57
Annexe 13 : potentielles d'économie sur les moteurs à haut rendement	59
Annexe 14: potentielles d'économie sur l'éclairage	61
Annexe 15 : Appareils de mesures	62

Annexe 1 : Bilan de puissance en campagne

force motrice

	Pu (KW)	ρ	Pab	Ku	ks	Pf
Cellule 2						
Nettoyeur incliné N° 2	15	0,88	17,10	0,65	0,85	9,45
Séparateur N°2	15	0,87	17,24	0,8	0,85	11,72
Condenseur principal	4	0,81	4,94	0,8	0,85	3,36
Epierreur 1	3,7	0,80	4,63	0,4	0,85	1,57
Nettoyeur incliné N°1	11	0,88	12,54	0,8	0,85	8,53
Séparateur N°1	22	0,80	27,50	0,6	0,85	14,03
Egreneuse 1	55	0,90	61,11	0,8	0,85	41,56
Egreneuse 2	55	0,90	61,11	0,8	0,85	41,56
Egreneuse 3	55	0,90	61,11	0,65	0,85	33,76
Cellule n°3						
Thermex 1	15	0,89	16,91	0,6	0,85	8,62
Vis sous égreneuse	7,5	0,85	8,82	0,7	0,85	5,25
Convoyeur distributeur	5,5	0,84	6,55	0,6	0,85	3,34
Souffleur graine (Blower)	25	0,93	27,00	0,7	0,85	16,06
Ventilateur asp poussière	30	0,90	33,19	0,6	0,85	16,92
Ventilateur aspiration 1	45	0,91	49,45	0,8	0,85	33,63
Ventilateur aspiration 2	45	0,91	49,45	0,8	0,85	33,63
Cellule n°4						
Ventilateur axial n°1	22	0,89	24,80	0,4	0,85	8,43
Ventilateur axial n°2	15	0,90	16,63	0,6	0,85	8,48
Ventilateur axial n°3	15	0,90	16,63	0,6	0,85	8,48
Vis déchets super jets	4	0,80	4,99	0,8	0,85	3,39
Cellule n°5						
Thermex 2	15	0,89	16,91	0,6	0,85	8,62
Epierreur 2	3,73	0,82	4,53	0,4	0,85	1,54
Nettoyeur de fibre n°1	22	0,90	24,39	0,6	0,85	12,44
Nettoyeur de fibre n°2	22	0,90	24,39	0,6	0,85	12,44
Nettoyeur de fibre n°3	22	0,90	24,39	0,6	0,85	12,44
Ventilateur axial principal	30	0,90	33,19	0,7	0,85	19,75

Ventilateur aspiration FEC	45	0,91	49,45	0,6	0,85	25,22
3Cellule n°6						
Agitateur égreneuse 1	4,66	0,85	5,48	0,8	0,85	3,73
Agitateur égreneuse 2	4,66	0,86	5,44	0,8	0,85	3,70
Agitateur égreneuse 3	4,66	0,86	5,44	0,7	0,85	3,24
Humidaire 1 : coton graine						
Pompe	2,2	0,797	2,76	0,8	0,85	1,88
ventilateur	15	0,885	16,95	0,7	0,85	10,08
Humidaire 2 : coton fibre						
Pompe	3,7	0,823	4,50	0,7	0,85	2,67
ventilateur	11	0,875	12,57	0,7	0,85	7,48
EG1						
alimentateur coton graine	0,55	0,7	0,79	0,8	0,85	0,53
poitrinière	0,55	0,7	0,79	0,8	0,85	0,53
EG2						
alimentateur coton graine	0,55	0,7	0,79	0,8	0,85	0,53
poitrinière	0,55	0,7	0,79	0,8	0,85	0,53
EG3						
Alimentateur coton graine	0,55	0,7	0,79	0,7	0,85	0,47
poitrinière	0,55	0,7	0,79	0,7	0,85	0,47
						440,07

PRESSE

Rotation presse	2,2	79,7	2,76	0,80	0,85	1,88
Dameur	15	88,7	16,91	0,80	0,85	11,50
Tapis alimentation	3,72	81,5	4,56	0,80	0,85	3,10
Pompe eau	3	81,5	3,68	0,80	0,85	2,50
Ventilateur refroidissement	2,2	79,7	2,76	0,80	0,85	1,88
Armoire presse 2						
Groupe hydraulique	55	93,1	59,08	0,80	0,85	40,17
Pompe huile	3	82,8	3,62	0,80	0,85	2,46
Aéroréfrigérant 1	0,9	73,2	1,23	0,80	0,85	0,84
Aéroréfrigérant 2	0,9	73,2	1,23	0,80	0,85	0,84
						65,17

Total	505,24
--------------	---------------

coffret éclairages usine +magasin							
		Pu (KW)	rend	Pab	ku	ks	Pab n1
7 Ampoule MAF 400 W	7	3,5	0,7	5,0	1,0	1,0	5,0
1 Ampoule économique	1	0,1	0,7	0,1	1,0	1,0	0,1
Néon 1,2	15	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	0,8
néon 0,60	3	0,1	0,8	0,1	1,0	1,0	0,1
prise de courant 10 A/230	3	6,9	1,0	6,9	1,0	0,4	2,8
prise de courant 10 A/231	3	6,9	1,0	6,9	0,5	0,4	1,4
prise de courant 20 A/380	2	44,3	1,0	44,3	1,0	0,6	24,4
climatiseur 1,5	2	3,0	1,0	3,0	1,0	1,0	3,0
ordinateur	2	0,2	1,0	0,2	1,0	1,0	0,2
							37,8

Coffret garage + atelier

Ampoule MAF	2	1,0	0,7	1,4	1,00	1,00	1,4
prise de courant 10 A/230 V	3	6,9	1	6,9	1,00	0,40	2,8
prise de courant 20 A/380	2	27,712	1	27,7	1,00	0,55	15,2
compresseur	1	4	0,8	5,0	0,8	1	4,0
							23,4

Hangar semence

Ampoule MAF	1	0,5	0,7	0,7	1,00	1,00	0,7
prise de courant 10 A/230 V	1	2,3	1	2,3	1,00	1,00	2,3
prise de courant 20 A/380	1	11,0848	1	11,1	1,00	1,00	11,1
moteur vis	1	2,2	0,7	3,1	0,80	0,80	2,0
							16,1

Coffret éclairage usine + magasin	Pab n1	ks2	Pab n2
éclairages usine + magasin	37,8	0,6	22,69
garage + atelier	23,4	0,6	14,06
Hangar semence	16,1	0,6	9,67
Total	46,41		

Sécurité incendie +forage + logement +centre de formation

	quantité	Pu(KW)	ρ	Pab	ku	ks	Pab n1
sécurité							
Ampoule MAF 400 W	1	0,5	0,7	0,35	1,0	1,0	0,35

Néon 0,60 m	1	0,02	0,8	0,02	1,0	1,0	0,02
fluo compacte 11 W	1	0,01	1	0,01	1,0	1,0	0,01
Suppresseur 30 KW	1	30	0,8	24,00	0,8	0,8	15,36
pompe forage 1,5 KW	1	1,5	0,7	1,05	0,9	0,8	0,76
prise de courant 10/230	1	2,3	1	2,30	0,5	1,0	1,15
							17,65

chambre de passage usine

Néon 1,20 m 36 W	1	0,05	0,80	0,04	1,00	1,00	0,04
fluo compacte	5	0,01	1,00	0,01	1,00	1,00	0,01
plafonnier	2	0,07	1,00	0,07	1,00	1,00	0,07
prise de courant 10 A /230 V	6	2,30	1,00	2,30	0,50	0,25	0,29
							0,40

Centre de formation

ampoule incandescente	98	3,92	1,00	3,92	1,00	1,00	3,92
plafonnier	26	1,82	1,00	1,82	1,00	1,00	1,82
climatiseur 1,5 kW	4	6,00	1,00	6,00	1,00	1,00	6,00
ordinateur 120 W	3	0,36	1,00	0,36	1,00	1,00	0,36
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78
courant de prise 10 /230	6	13,80	1,00	13,80	0,20	0,25	0,69
téléviseur	1	0,15	1,00	0,15	1,00	1,00	0,15
tank réfrigérant 3 kW	2	6,00	0,70	4,20	0,80	0,60	2,02
tapis élévateur Suneor 4 KW	1	4,00	0,80	3,20	0,80	0,60	1,54
projection de graine suneor 2,2 kW	1	2,20	0,70	1,54	0,80	0,60	0,74
lampe éclairage silo suneor	5	0,10	0,70	0,07	1,00	1,00	0,07
							25,12

	Pab n1	Ks2	Pab n2
sécurité	17,65	0,6	10,59
chambre de passage usine	0,40	0,6	0,24
Centre de formation	25,12	0,6	15,07
			25,90

bloc bureaux administratifs

	nombre	Pu (KW)	rend	Pab	Ku	Ks	Pab
climatiseur 1,5 KW	3	4,50	1,00	4,50	1,00	1,00	4,50
Néon 1,20 m	8	0,36	0,80	0,29	1,00	1,00	0,29
prise de courant 10 A / 230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,50	0,21	1,96
prise de courant 10 A / 230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,50	0,21	1,96
Ordinateur 120 W	4	0,48	1,00	0,48	1,00	1,00	0,48
imprimante	1		1,00	0,00	1,00	1,00	0,00
lampe fluo compact 11 W	5	0,01	1,00	0,01	1,00	1,00	0,01
plafonnier 70 W	3	0,07	1,00	0,07	1,00	1,00	0,07
							9,26

coffret éclairage extérieur

	nombre	Pu (KW)	rend	Pab	Ku	Ks	Pab n1
7 Ampoule MAF 400 W	18	9,0	0,7	12,9	1,0	1,0	12,9
							12,9

Bilan de puissance en campagne niveau TGBT

Circuit	Pab n2	K3	Pab n 3
Armoire force motrice	505,24	0,9	454,72
coffret éclairage usine	46,41	0,8	37,13
coffret éclairage extérieur	12,86	1	12,86
bureau	9,26	0,8	7,41
sécurité + logement +CFPC	25,90	0,8	20,72
Puissance active totale en campagne			532,83

Annexe 2 : Bilan de puissance hors campagne

Bilan de puissance en inter campagne

coffret éclairage usine +magasin + auxiliaires

		Pu (KW)	rend	Pab	Ku	Ks	Pab n1 (KW)	tg	Q (Kvar)
Néon 1,2	3	0,1	0,8	0,2	1,0	1,0	0,2	1,73	0,29
néon 0,60	3	0,1	0,8	0,1	1,0	1,0	0,1	1,73	0,15
prise de courant 10 A/230	1	2,3	1,0	2,3	1,0	1,0	2,3	0	0,00
prise de courant 10 A/231	3	6,9	1,0	6,9	0,5	0,4	1,4	0	0,00
prise de courant 20 A/380	1	22,2	1,0	22,2	1,0	1,0	22,2	0	0,00
climatiseur 1,5	2	3,0	1,0	3,0	1,0	1,0	3,0	0,80	2,41
ordinateur	2	0,2	1,0	0,2	1,0	1,0	0,2	0,75	0,18
							29,3		3,03

Coffret garage + atelier

Ampoule MAF	2	1,0	0,7	1,4	1,00	1,00	1,4	0,48	0,69
prise de courant 10 A/230 V	3	6,9	1	6,9	1,00	0,40	2,8	0	0,00
prise de courant 20 A/380	2	27,712	1	27,7	1,00	0,55	15,2	0	0,00
compresseur	1	4	0,8	5,0	0,8	1	4,0	0,75	3,00
							23,4		3,69

	Pab n1	Qn1	ks2	Pab n2	Q n2
éclairage usine + magasin + auxiliaires	29,3	3,03	0,8	23,47	2,42
garage + atelier	23,4	3,69	0,8	18,74	2,95
				42,22	5,37

Sécurité incendie +forage + logement +centre de formation

	quantité	Pu(KW)	rend	Pab	Ku	Ks	Pab n1	tg	Q
sécurité									
Ampoule MAF 400 W	1	0,5	0,7	0,35	1,0	1,0	0,35	0,48	0,17
Néon 0,60 m	1	0,02	0,8	0,02	1,0	1,0	0,02	1,73	0,03
fluo compacte 11 W	1	0,01	1	0,01	1,0	1,0	0,01	1,73	0,02
pompe forage 1,5 KW	1	1,5	0,7	1,05	0,9	0,8	0,76	1,02	0,77
PC 10 A /230 V	1	2,3	1	2,30	0,5	1,0	1,15	0,00	0,00
							2,29		0,99

chambre de passage usine

Néon 1,20 m 36 W	1	0,05	0,80	0,04	1,00	1,00	0,04	1,73	0,06
fluo compacte	5	0,01	1,00	0,01	1,00	1,00	0,01	1,73	0,02
plafonnier	2	0,07	1,00	0,07	1,00	1,00	0,07	1,73	0,12
PC 10 A /230 V	6	2,30	1,00	2,30	0,50	0,25	0,29	0,00	0,00
							0,40		0,20

Centre de formation

ampoule incandescente	98	3,92	1,00	3,92	1,00	1,00	3,92	0,00	0,00
plafonnier	26	1,82	1,00	1,82	1,00	1,00	1,82	1,73	3,15
climatiseur 1,5 kW	4	6,00	1,00	6,00	1,00	1,00	6,00	0,80	4,81
ordinateur 120 W	3	0,36	1,00	0,36	1,00	1,00	0,36	0,75	0,27
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	8	18,40	1,00	18,40	0,20	0,21	0,78	0,00	0,00
PC 10 A /230 V	6	13,80	1,00	13,80	0,20	0,25	0,69	0,00	0,00
téléviseur	1	0,15	1,00	0,15	1,00	1,00	0,15	0,75	0,11
tank réfrigérant 3 kW	2	6,00	0,70	4,20	0,80	0,60	2,02	1,02	2,06
							22,78		10,41

	Pab n1	Qn1	Ks2	Pab n2	Qn2
sécurité	2,29	0,99	0,8	1,83	0,793
chambre de passage usine	0,40	0,20	0,8	0,32	0,162
Centre de formation	22,78	10,41	0,8	18,22	8,324
				20,37	9,28

Bilan de puissance en inter campagne niveau TGBT

Circuit	Pab n2	Qn2	K3	Pab n 3	Q n3
coffret éclairage usine	42,22	5,37	0,8	33,77	4,30
coffret éclairage extérieur	12,86	6,23	0,8	10,29	4,98
bureau	9,26	4,61	0,8	7,41	3,69
sécurité + logement +CPFP	20,37	9,28	0,8	16,30	7,42
				67,77	20,39

tg φ 0,30

φ 0,29

cosφ	0,96
--------------------------------	-------------

La puissance en hors campagne

S = 70.77 KVA

Annexe 3: consommation d'énergie sur 12 mois

mois	P max 9 relevée	K1	K2	Energie réactive	HI	H2	CosΦ	gains
janv.-10	442	62 1	1614	40275	687	687	0.82	0
févr.-10	429	71294	2181	41100	736	736	0.87	0
mars-10	36	77 3	452		7 0	780	1	38941
avril-10	28	7266	571	0	726	726	1	3 809
mai-1	3	7280	1523	11	692	6 2	1	37431
juin-10	18	7055	1467	0	783	783	1	36551
juil.-10	15	6213	1332	0	753	753	1	32858
août-10	14	5575	1141	0	681	681	1	29883
sept-10	31	5480	1113	0	825	825	1	29412
oct.-10	31	5299	1056	0	704	704	1	28343
nov.-10	210	6528	1250	343	734	734	1	78841
déc.-10	431	69266	2148	37058	827	827	0.89	0
		261530	17848	118787	8928	8928		

Consommations d'énergie en campagne

Mois	Pmax	K1	K2	Q	HI	H2	CosΦ	bonif
janv.-10	442	62531	1614	40275	687	687	0.82	0
févr.-10	429	71294	2181	41100	736	736	0.87	0
nov.-10	210	6528	1250	343	734	734	1,00	78841
déc.-10	4 1	69266	2148	37 58	827	827	0.89	
		209619	7193	118776	2984	2984	0,88	78841

Consommations d'énergie hors campagne

Mois	Pmax	K1	K2	Q	HI	H2	CosΦ	bonif
mars-10	36	7743	1452	0	780	780	1	38941
avril-10	28	7266	1571	0	726	726	1	37809
mai-10	33	7280	15 3	11	692	692	1	7431
juin-10	8	7055	1467	0	783	783	1	36551
juil.-10	15	6213	1332	0	753	53	1	2858
août-10	14	5575	1141	0	681	681	1	29883
sept-10	31	5480	1113	0	825	825	1	29412
oct.-10	31	5299	1056	0	704	704	1	28343
		51911	10655	11	5944	5944	1	271228

Pmax : puissance maximum relevée

K1 : puissance active consommée de 23 h à 0h et 0h à 19 h

K2 : puissance active consommée de 19h à 23 h

Q : puissance réactive consommée

Bonif : bonification du CosΦ supérieur à 0.95

Annexe 4 : Batterie de condensateurs disponibles

la capacité des condensateurs disponibles en campagne

armoire Force motrice

Condensateur 1	30 Kvar
Condensateur 2	30 Kvar
Condensateur 3	30 Kvar
Condensateur 4	30 Kvar
Condensateur 5	50 Kvar
Condensateur 6	50 Kvar
	220 Kvar

Armoire TGBT

Condensateur 1	40 Kvar
Condensateur 2	40 Kvar
Condensateur 3	30 Kvar
Condensateur 4	15 Kvar
	125 Kvar

Totale en campagne 345 Kvar

la capacité des condensateurs disponibles hors campagne

Armoire TGBT

Condensateur 1	40 Kvar
Condensateur 2	40 Kvar
Condensateur 3	30 Kvar
Condensateur 4	15 Kvar

Totale : 125 Kvar

Annexe 5 : mesures d'isolement et mesures de continuité des masses

Armoire usine

Désignations des circuits Protections particulières	Type et secteur des conducteurs	Pu (KW)	Protection Type N X Ir DDR	Mesure Isolement Phases- terre	Mesure Continuité des masses
Cellule 1					
Arrivée depuis TGBT	2(2x1x185) +240				
Coupure générale			Sect3 x shunt		
Transformateur de commande 2KVA					0.57
Primaire : 380 V			F2 x10aM	80 M	
Secondaire : 48 V			C2x25	100 M	
Transformateur 10KVA					0.89
Primaire : 380 V			Dj3 X 15 A	0.4 M	
Secondaire S1 : 110 V	2 x2.5		F2 x 16aM	10 M	
Secondaire S2 : 110 V	2(2x2.5) +2.5		F2 x 12aM	7 M	
Secondaire S3: 110 V	2x2.5		F2 x 25aM	0.2 M	
Depart armoire presse	3 X 95 +70		Dj3 x 128 A (NS250)	0.6 M	0.63
Cellule N°2					
Nettoyeur incliné N° 2	4x16	11	SF3 x 50aM +RT 32	50 M	0.60
Séparateur N°2	4x16	22	SF3 x 50aM +RT 38	20 M	0.90
Condenseur principal	4 x4	4	SF3 x 20aM +RT 9	20 M	0.80
Epieur 1	4 x 2.5	3.7	SF3 x 12aM +C	10 M	1.2
Nettoyeur incliné N°1	4x16	11	SF3 x 40aM +RT 23	07 M	0.61
Séparateur N°1	4x16	22	SF3 x 40aM +RT 23	10M	1.17
Egreneuse 1	4 x 25	55	SF3 x 125 +RT 110	0.5 M	0.63
Egreneuse 2	4x 25	55	SF3 x 125 +RT 110	10 M	0.61
Egreneuse 3	4 x 25	55	SF3 x 125 +RT 85	1.8 M	0.65
Arrière cellule n°2					
Condensateur 1-30KVA	3 X 16		F3 X 100aM+C63		PAS DE TERRE
Condensateur 1-30KVA	3 X 16		F3 X 100aM+C63		
Condensateur 1-30KVA	3 X 16		F3 X 100aM+C63		
Condensateur 1-30KVA	3 X 16		F3 X 63aM+C63		
Cellule n°3					
Thermex 1	4 x 16	15	SF3 x 32 Am +RT 30	15 M	0.61
Vis sous égreneuse	4 x 2.5	7.5	SF3 x 16Am +RT 13	5M	0.8

Convoyeur distributeur	4 x2.5	5.5	SF3 x 16 Am +RT 10	2.5 M	0.92
Souffleur graine (Blower)	4 x 10	25	SF3 x 63aM +RT 48	10M	0.67
Ventilateur asp. poussière Thermex	4 x 10	30	SF3 x 40aM +RT36	2.5 M	0.92
Ventilateur asp. coton graine 1	3 x 25	45	SF3 x 100aM +RT 95	0.8 M	0.58
Ventilateur asp. coton graine 2	3 x 25	45	SF3 x 100 aM +RT 85	1.2M	0.56
Cellule n°4					
Arrivée depuis cellule n°1	3 X 120				
Ventilateur axial n°1	4 x16	15	SF3 x 45aM +RT 23	1.2 M	0.71
Ventilateur axial n°2	4 x16	22	SF3 x 32aM +RT 29	6 M	0.85
Ventilateur axial n°3	4 x16	22	SF3 x 32aM +RT 30	0.8 M	0.66
Vis déchets super jets	4 x 2.5	4	SF3 x 10aM +RT 7	0.7M	0.76
Condensateur 1-50KVA			HPC3 X 160 aM+C		
Condensateur 1-50KVA			HPC3 X 160 aM+C		
Cellule n°5					
Transformateur VA			F2 x 2		
Primaire 380 V			F16aM+N		
Secondaire SI 220 V					
Transformateur VA			F2 x 1aM		
Primaire 380 V			F8aM+N		
Eclairage armoire (220 V)			F1x2g1+N		
Secondaire S2 48 V			F2 x 1aM		
Thermex 2	4 x 4	15	SF3 x 25aM+RT28	180 M	0.62
Epierreur 2	4 x 2.5	3.7	SF3 x 8aM+RT1.9	1M	1.7
Nettoyeur de fibre n°1	4 x 16	22	SF3 x 40aM+RT27	20 M	0.68
Nettoyeur de fibre n°2	4 x25	22	SF3 x 40aM+RT23	81M	0.67
Nettoyeur de fibre n°3	4 x25	22	SF3 x 40aM+RT36	9 M	0.63
Ventilateur axial principal	4 x10	30	SF3 x 63aM+RT48	80 M	0.96
Ventilateur déchets Lint cleaner	4 X 16	45	SF3 x 100aM+RT85	0.7 M	0.56
Cellule n°6					
Agitateur égreneuse 1	4 x 2.5	10	SF3 x 20aM+RT11.5	90 M	0.63
Agitateur égreneuse 2	4 x 2.5	10	SF3 x 20aM+RT10	130 M	0.68
Agitateur égreneuse 3	4 x 2.5	10	SF3 x 25aM+10	70 M	0.61
Départ Humidaire	4 x 16		SF3 x 25aM	190 M	0.59
Armoire presse 1					
Arrivée de cellule n°1	3 X 95 +70				
Coupure générale			Sect3x shunt		
Rotation presse	4*2.5	3 HP	SF3 x 8aM +RT 1.5	90 M	0.59
Dameur	4*10	20 HP	SF3 x 32aM +RT 27.5	60 M	0.62
Tapis alimentation	4x2.5	5 HP	SF3 x 12aM +RT 11	110 M	0.63
Pompe eau	4x2.5	4 HP	SF3 x 10aM +RT 6	0.9 M	0.60

Ventilateur refroidissement	4x2.5	2.2	SF3 x 2aM +RT 1.6	110 M	0.63
Transformateur 800 VA					0.85
Primaire P 380V			F2 x 4 Am	10 M	
Secondaire S 24 V			F2 x 6 Am	7.8M	
Tour de refroidissement	4 x 4		SF3 x 2aM +RT 16	120 M	1.12
Armoire presse 2					
Alimentation armoire presse 1	3 x 50 +35				
Coupure générale			Int 3 x 160 A		
Présence tension			F2 x 1 Gg		
Transformateur 400 VA P 380V			F2 X 2 Am	118M	0.7
Sec Tr.400VA Cde 220V			Dj2 x 2A	110M	
Transformateur 100 VA P 380V			F2 X 1 Am	115M	0.7
Sec Tr.100VA signalisation 24 V			Dj2 x 4A	78M	
Groupe hydraulique	4 x 35	55	SF3 x 125 aM+RT 95	170 M	0.63
Pompe huile	4 x 1.5	3	SF3 x 12aM+RT7.5	90 M	0.61
Aéroréfrigérant 1	4 x 2.5	0.90	SF3 x 4aM+RT2.5	0.3 M	0.65
Aéroréfrigérant 2	4 x 2.5	0.90	SF3 x 4aM+RT5.5	95 M	0.56
Humidaire 1 : coton graine					
Alimentation	4 x 10				
Protection générale			SF3 x 63aM		
Présence tension			F2 x 1g1		
Transformateur 160VA					0.8
Primaire 380V			F2 x 2aM	89 M	
Secondaire 220 V			F2 x 2g1+N	110M	
Pompe	4 x1.5	5.5	SF3 x 16aM+RT13	12 M	0.85
ventilateur	4 x 4	15	SF3 x 40aM+RT17	35 M	0.62
Humidaire 2 : coton fibre					
Alimentation	4 x 10				
Protection générale			SF3x45 aM		
Présence tension			F2 x 1g1		
Transformateur 160VA					0.62
Primaire 380V			F2 x 2aM	12 M	
Secondaire 220 V			F2 x 2g1+N	13 M	
Pompe	4 x1.5		SF3 x 16aM+RT9	35 M	0.69
ventilateur	4x4	7.5	SF3 x 40aM+RT12	20 M	0.61
Coffret éclairage intérieur usine					
Arrivée de TBGT	4 x 35			112 M	0.4
Protection générale			SF3 x 20+N		
Coffret éclairage extérieur					
Arrivée de TGBT	5 X 6				
Coupure générale	3 x 4+ 5 x 2.5		Int 4 x 40 A+		

Annexe 6 : dimensionnement des canalisations

force motrice	Pu (KW)	Ib (A)	F3	F4	F	k	I_z	recommandé	utilisée
----------------------	--------------------	---------------	-----------	-----------	----------	----------	----------------------	-------------------	-----------------

Cellule 1

Nettoyeur incliné N° 2	15	14,98	0,72	0,8	0,52	1,10	31,43	4	16
Séparateur N°2	15	18,58	0,72	0,8	0,52	1,10	38,99	4	16
Condenseur principal	4	5,32	0,72	0,8	0,52	1,21	12,28	1,5	4
Epieurreur 1	3,7	2,49	0,72	0,8	0,52	1,21	5,75	1,5	2,5
Nettoyeur incliné N°1	11	13,52	0,72	0,8	0,52	1,10	28,37	2,5	16
Séparateur N°1	22	22,23	0,72	0,8	0,52	1,10	46,64	6	16
Egreneuse 1	55	65,85	0,8	0,8	0,58	1,10	124,38	35	25
Egreneuse 2	55	65,85	0,8	0,8	0,58	1,10	124,38	35	25
Egreneuse 3	55	53,51	0,8	0,8	0,58	1,10	101,06	25	25

Cellule n°3

Thermex 1	15	13,67	0,73	0,8	0,53	1,10	28,29	2,5	16
Vis sous égreneuse	7,5	8,32	0,72	0,8	0,52	1,21	19,21	1,5	2,5
Convoyeur distributeur	5,5	5,29	0,72	0,8	0,52	1,21	12,22	1,5	2,5
Souffleur graine (Blower)	25	25,46	0,82	0,8	0,60	1,10	46,91	6	10
Ventilateur asp poussière	30	26,82	0,82	0,8	0,60	1,10	49,42	6	10
Ventilateur aspiration 1	45	53,29	0,75	0,8	0,55	1,10	107,36	25	25
Ventilateur aspiration 2	45	53,29	0,75	0,8	0,55	1,10	107,36	25	25

Cellule n°4

Ventilateur axial n°1	22	13,36	0,77	0,8	0,56	1,10	26,22	2,5	16
Ventilateur axial n°2	15	13,44	0,77	0,8	0,56	1,10	26,37	2,5	16
Ventilateur axial n°3	15	13,44	0,88	0,8	0,64	1,10	23,08	2,5	16
Vis déchets super jets	2,2	2,96	0,72	0,8	0,52	1,31	7,39	1,5	2,5

Cellule n°5

Thermex 2	15	13,67	0,73	0,8	0,53	1,21	31,12	4	4
Epieurreur 2	3,73	2,44	0,72	0,8	0,52	1,31	6,10	1,5	2,5
Nettoyeur de fibre n°1	22	19,71	0,72	0,8	0,52	1,10	41,37	6	16
Nettoyeur de fibre n°2	22	19,71	0,72	0,8	0,52	1,10	41,37	6	25
Nettoyeur de fibre n°3	22	19,71	0,72	0,8	0,52	1,10	41,37	6	25
Ventilateur axial principal	30	31,29	0,88	0,8	0,64	1,10	53,73	10	16
Ventilateur asp FEC	45	39,97	0,73	0,8	0,53	1,10	82,72	16	16

Cellule n°6

Agitateur égreneuse 1	4,66	5,91	0,7	0,8	0,51	1,21	14,03	1,5	2,5
Agitateur égreneuse 2	4,66	5,86	0,7	0,8	0,51	1,21	13,91	1,5	2,5
Agitateur égreneuse 3	4,66	5,13	0,7	0,8	0,51	1,21	12,17	1,5	2,5

Humidaire 1 : coton graine

Pompe	4	2,97	1	0,8	0,73	1,31	5,35	1,5	1,5
ventilateur	15	15,98	0,77	0,8	0,56	1,10	31,36	4	4

Humidaire 2 : coton fibre

Pompe	3,7	4,24	1	0,8	0,73	1,31	7,63	1,5	1,5
ventilateur	11	11,85	0,77	0,8	0,56	1,21	25,59	2,5	4

EG1

alimentateur coton graine	0,55	0,85	0,88	0,8	0,64	1,31	1,73	1,5	1,5
poitrinière	0,55	0,85	0,88	0,8	0,64	1,31	1,73	1,5	1,5

EG2

alimentateur coton graine	0,55	0,85	0,88	0,8	0,64	1,31	1,73	1,5	1,5
poitrinière	0,55	0,85	0,88	0,8	0,64	1,31	1,73	1,5	1,5

EG3

alimentateur coton graine	0,55	0,74	0,88	0,8	0,64	1,31	1,51	1,5	1,5
poitrinière	0,55	0,74	0,88	0,8	0,64	1,31	1,51	1,5	1,5

PRESSE

Rotation presse	2,2	2,97	0,88	0,8	0,64	1,31	6,08	1,5	2,5
Dameur	15	18,22	0,88	0,8	0,64	1,10	31,29	4	10
Tapis alimentation	3,72	4,92	0,88	0,8	0,64	1,21	9,29	1,5	2,5
Pompe eau	3,68	3,97	0,88	0,8	0,64	1,31	8,11	1,5	2,5
Ventilateur refroidissement	2,2	2,97	0,88	0,8	0,64	1,31	6,08	1,5	2,5

Armoire presse 2

Groupe hydraulique	55	63,66	0,88	0,8	0,64	1,10	109,31	25	35
Pompe huile	3	3,90	0,88	0,8	0,64	1,31	7,98	1,5	1,5
Aéroréfrigérant 1	0,9	1,32	0,88	0,8	0,64	1,31	2,71	1,5	2,5
Aéroréfrigérant 2	0,9	1,32	0,88	0,8	0,64	1,31	2,71	1,5	2,5

$$F=F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5$$

$$.F2 = 0.91$$

câbles enterrés

	Pu (KW)		F1	F2	F 3	F4	F	K	I _z		
		Ib(A)								normée	utilisée
TGBT-Armoire force motrice	454,72	720,6	0,8	0,89	0,87	0,71	0,46	1	1560	3 x 240	2(1 x 2 x 185) +240
TGBT - coffret usine	37,13	58,84	0,8	0,89	0,87	0,71	0,39	1	152	35	25
TGBT - Bureau	7,41	11,74	0,8	0,89	1,00	1,00	0,63	1,1	21	1,5	6
TGBT-coffret local sécurité	20,72	32,84	0,8	0,89	1,00	1,00	0,63	1,1	58	6	6
TGBT-Coffret éclairage extérieur	12,86	20,38	1	0,91	0,88	0,8	0,54	1	38	2,5	6
coffret sécurité -CPFP	15,07	23,89	0,8	0,89	1	1	0,60	1	40	2,5	16
Disjoncteur -TGBT	532,83	844,4	1	0,91	0,88	0,8	0,538	1	1569	3 x 300	3 x 240

F 5 : 0,84 sauf pour force motrice

f7 : 1,05 sauf pour éclairage

Annexe 7 : chute de tension

force motrice	Pu (KW)	Ib (A)	longueur L (m)	Δu %
Cellule 1				
Nettoyeur incliné N° 2	15	14,98	35	1,47
Séparateur N°2	15	18,58	45	1,63
Condenseur principal	4	5,32	25	1,46
Epierreur 1	3,7	2,49	50	1,60
Nettoyeur incliné N°1	11	13,52	48	1,53
Séparateur N°1	22	22,23	50	1,78
Egreneuse 1	55	65,85	29	1,85
Egreneuse 2	55	65,85	24	1,74
Egreneuse 3	55	53,51	13	1,43
Cellule n°3				
Thermex 1	15	13,67	32	1,42
Vis sous égreneuse	7,5	8,32	17	1,66
Convoyeur distributeur	5,5	5,29	40	1,89
Souffleur graine (Blower)	25	25,46	8	1,36
Ventilateur asp poussière	30	26,82	10	1,41
Ventilateur aspiration 1	45	53,29	22	1,59
Ventilateur aspiration 2	45	53,29	20	1,56
Cellule n°4				
Ventilateur axial n°1	22	13,36	20	1,33
Ventilateur axial n°2	15	13,44	20	1,33
Ventilateur axial n°3	15	13,44	15	1,29
Vis déchets super jets	2,2	2,96	35	1,53
Cellule n°5				
Thermex 2	15	13,67	27	1,96
Epierreur 2	3,73	2,44	45	1,55
Nettoyeur de fibre n°1	22	19,71	13	1,32
Nettoyeur de fibre n°2	22	19,71	10	1,26

Nettoyeur de fibre n°3	22	19,71	7	1,23
Ventilateur axial principal	30	31,29	30	1,69
Ventilateur aspiration FEC	45	39,97	30	1,83
Cellule n°6				
Agitateur égreneuse 1	4,66	5,91	35	1,87
Agitateur égreneuse 2	4,66	5,86	25	1,67
Agitateur égreneuse 3	4,66	5,13	15	1,44
Humidaire 1 : coton graine				
Pompe	4	2,97	3	1,24
ventilateur	15	15,98	20	1,85
Humidaire 2 : coton fibre				
Pompe	3,7	4,24	6	1,33
ventilateur	11	11,85	20	1,68
PRESSE				
Rotation presse	2,2	2,97	20	1,38
Dameur	15	18,22	20	1,49
Tapis alimentation	3,72	4,92	20	1,51
Pompe eau	3,68	3,97	10	1,32
Ventilateur refroidissement	2,2	2,97	25	1,43
Armoire presse 2				
Groupe hydraulique	55	63,66	8	1,32
Pompe huile	3	3,90	8	1,36
Aéroréfrigérant 1	0,9	1,32	8	1,22
Aéroréfrigérant 2	0,9	1,32	8	1,22

	Pu (KW)	Ib (A)	L	Δu %
TGBT-Armoire force motrice	454,72	720,6	35	1,19
TGBT - coffret usine	37,13	58,84	35	3,10
TGBT - Bureau	7,41	11,74	70	1,37
TGBT-coffret local sécurité	20,72	32,84	110	1,48
TGBT-Coffret éclairage extérieur	12,86	2 ,38	3	0,31
coffret sécurité -CPFP	15,07	23,89	150	3,39

Annexe 8 : Protection contre les surintensités : armoire égrenage

	Pu (KW)	Ib (A)	câble utilisé	Iz câble utilisé	fusible utilisé	fusible recommandé moteur
Cellule 1						
Nettoyeur incliné N° 2	15	14,98	16	100	50	50
Séparateur N°2	15	18,58	16	100	50	50
Condenseur principal	4	5,32	4	42	20	10
Epierreur 1	3,7	2,49	2,5	31	12	8
Nettoyeur incliné N°1	11	13,5	16	100	40	25
Séparateur N°1	22	22,2	16	100	40	50
Egreneuse 1	55	65,9	25	127	125	125
Egreneuse 2	55	65,9	25	127	125	125
Egreneuse 3	55	53,5	25	127	125	125
Cellule n°3		0				
Thermex 1	15	13,67	16	100	32	32
Vis sous égreneuse	7,5	8,32	2,5	31	16	20
Convoyeur distributeur	5,5	5,29	2,5	31	16	12
Souffleur graine (Blower)	25	25,5	10	75	63	63
Ventilateur asp poussière	30	26,8	10	75	40	80
Ventilateur aspiration 1	45	53,3	25	127	100	100
Ventilateur aspiration 2	45	53,3	25	127	100	100
Cellule n°4		0				
Ventilateur axial n°1	22	13,4	16	100	45	32
Ventilateur axial n°2	15	13,4	16	100	32	32
Ventilateur axial n°3	15	13,4	16	100	32	32
Vis déchets super jets	4	2,96	2,5	31	10	10
Cellule n°5		0				
Thermex 2	15	13,7	4	42	25	32
Epierreur 2	3,73	2,44	2,5	31	8	8
Nettoyeur de fibre n°1	22	19,7	16	100	40	50

Nettoyeur de fibre n°2	22	19,7	25	127	40	50
Nettoyeur de fibre n°3	22	19,7	25	127	40	50
Ventilateur axial principal	30	31,3	16	100	63	80
Ventilateur aspiration FEC	45	40	16	100	100	100
Cellule n°6		0				
Agitateur égreneuse 1	4,66	5,91	2,5	31	20	25
Agitateur égreneuse 2	4,66	5,86	2,5	31	20	25
Agitateur égreneuse 3	4,66	5,13	2,5	31	25	25
Humidaire 1 : coton graine		0				
Pompe	4	2,97	1,5	23	16	10
ventilateur	15	16	4	42	40	32
Humidaire 2 : coton fibre		0				
Pompe	3,7	4,24	1,5	23	16	10
ventilateur	11	11,9	4	42	40	20
PRESSE						
Rotation presse	2,2	2,97	2,5	23	8	6
Dameur	15	18,2	10	75	32	32
Tapis alimentation	3,72	4,92	2,5	31	12	10
Pompe eau	3,68	3,97	2,5	31	10	10
Ventilateur refroidissement	2,2	2,97	2,5	31	2	6
Armoire presse 2		0				
Groupe hydraulique	55	63,7	35	158	125	125
Pompe huile	3	3,9	1,5	23	12	8
Aéroréfrigérant 1	0,9	1,32	2,5	31	4	4
Aéroréfrigérant 2	0,9	1,32	2,5	31	4	4

Annexe 9: Protection contre les surcharges : armoire égrenage

	Pu (KW)	Ib (A)	In	Réglage RT
Cellule 1				
Nettoyeur incliné N° 2	15	14,98	41,7	32
Séparateur N°2	15	18,58	41,7	38
Condenseur principal	4	5,32	8,5	9
Epierreur 1	3,7	2,49	5,4	
Nettoyeur incliné N°1	11	13,5	22	23
Séparateur N°1	22	22,2	41,7	23
Egreneuse 1	55	65,9	121	110
Egreneuse 2	55	65,9	121	110
Egreneuse 3	55	53,5	86	85
Cellule n°3		0		
Thermex 1	15	13,67	28	30
Vis sous égreneuse	7,5	8,32	15,5	13
Convoyeur distributeur	5,5	5,29	11,3	10
Souffleur graine (Blower)	25	25,5	50	48
Ventilateur asp poussière	30	26,8	55	36
Ventilateur aspiration 1	45	53,3	86	95
Ventilateur aspiration 2	45	53,3	86	85
Cellule n°4		0		
Ventilateur axial n°1	22	13,4	45	23
Ventilateur axial n°2	15	13,4	29	29
Ventilateur axial n°3	15	13,4	29	30
Vis déchets super jets	4	2,96	8,5	7
Cellule n°5		0		
Thermex 2	15	13,7	28	28
Epierreur 2	3,73	2,44	5,4	1,9
Nettoyeur de fibre n°1	22	19,7	43	27
Nettoyeur de fibre n°2	22	19,7	43	23
Nettoyeur de fibre n°3	22	19,7	43	36

Ventilateur axial principal	30	31,3	55	48
Ventilateur aspiration FEC	45	40	86	85
Cellule n°6		0		
Agitateur égreneuse 1	4,66	5,91	20	11,5
Agitateur égreneuse 2	4,66	5,86	20	10
Agitateur égreneuse 3	4,66	5,13	20	10
Humidaire 1 : coton graine		0		
Pompe	4	2,97	8,5	7
ventilateur	15	16	28	27,5
Humidaire 2 : coton fibre		0		
Pompe	3,7	4,24	7,8	
ventilateur	11	11,9	22	
PRESSE				
Rotation presse	2,2	2,97	4,8	1,5
Dameur	15	18,2	28	27,5
Tapis alimentation	3,72	4,92	7,8	11
Pompe eau	3,68	3,97	7,8	6
Ventilateur refroidissement	2,2	2,97	4,8	1,6
Armoire presse 2				
Groupe hydraulique	55	63,7	102	95
Pompe huile	3	3,9	6,6	7,5
Aéroréfrigérant 1	0,9	1,32	2,44	2,5
Aéroréfrigérant 2	0,9	1,32	2,44	5,5

Annexe 10: courant de court-circuit
--

		long	R (mΩ)	X (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	$I_{cc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{T2}^2 + X_{T2}^2}}$
réseau amont	Scc = 30,25 MVA		0,2	0,50			
transfo	transfo 630 KVA 6,6 KV /400 V		2,95	10,25	3,1	10,75	21,4
transfo- disjoncteur	Câble unipolaire 3m 3*240	3	0,09	0,24	3,19	10,99	20,89
disjoncteur			0,00	0,15	3,19	11,14	20,63
JDB			0,00	0,15	3,19	11,29	20,37
armoire Force motrice	Câble unipolaire 35 m 3*240	35	1,1	2,8	4,29	14,09	16,23
borne moteur égreneuse 1	câble tripolaire 50 m 35 mm2	29	18,6	2,32	22,93	16,41	8,48
coffret local sécurité	câble tripolaire 110 m 25 mm2	110	99,0	8,8	102,19	20,09	2,29
disjoncteur coffret sécurité			0,0	0,15	102,19	20,24	2,29
CPFP	câble tripolaire 150 m 25 mm2	150	135,0	12	237,19	32,09	1,00
coffret usine	câble tripolaire 35 m 6 mm2	35	131,3	2,8	134,44	14,09	1,77
disjoncteur coffret usine			0,0	0,15	134,44	14,24	1,77
PC atelier	câble tripolaire 30 m 4 mm2	30	168,8	2,4	303,19	16,49	0,79
bureau	câble tripolaire m 6 mm2	70	393,8	5,6	396,94	16,89	0,58

Annexe 11 : gains calculés par PROQUELEC

Types de moteurs	Rendement	Rendement	KOLDA		
	moteurs	moteurs			
	classiques	efficients	Economie réalisée	Nombre de	Economie
			par moteur et par an	moteurs	totale réalisée par an
2,2	80,2	86,6	70 458	6	422 748
3	81,7	87,5	84 594	2	169 188
4	83	88,5	104 093	5	520 465
5,5	84,3	89,9	141 249	6	847 494
11	87,8	91	153119	6	918 714
15	88,3	93,3	316403	5	1 582 015
22	90,4	93,5	280 431	6	1 682 586
30	91,1	94,4	400 098	4	1 600 392
45	92,3	94,5	394 478	4	1 577 912
55	93,2	94,7	324 870	4	1 299 480
TOTAL				48	10 620 994

Des erreurs ont été notées sur le nombre de moteur (41 réellement installés au lieu de 48) et sur l'utilisation de différents du coût de KWh (103 F CFA et par moment 109 F CFA)

Moteur	Déposé (KW)	Posé(KW)	Gain (KW)
Rock catcher (épierreur)	3,7	2.2	5,2
Rock catché (épierreur)	3,7		
Séparateur	11	0	11
Nettoyeur incliné	11	15	7
Nettoyeur incliné	11		
Nettoyeur fibre	22	11	11
Nettoyeur fibre	22	11	11
Nettoyeur fibre	22	11	11
Aspirateur déchets	30	22.0	8
V. air humide	15	11	4
C. graine	30	11	19
	181,4	94,2	87,2

Annexe 12 : rendement corrigé en fonction de la charge du moteur

	moteur installé		moteur recommandé Pu(KW)	Coefficient	rendement
	Pu (KW)	rendement%		correcteur	corrigé
Nettoyeur incliné N° 2	15	88,70	11,000	0,85	75,03
Séparateur N°2	15	88,70	11,000	0,85	75,03
Condenseur principal	4	83,00	4,000	1,00	83,00
Epierreur 1	3,7	81,70	1,100	0,60	49,02
Nettoyeur incliné N°1	11	87,80	11,000	1,00	87,80
Séparateur N°1	22	90,40	11,000	0,83	74,67
Egreneuse 1	55	93,20	55,000	1,00	93,20
Egreneuse 2	55	93,20	55,000	1,00	93,20
Egreneuse 3	55	93,20	45,000	0,99	91,80
Thermex 1	15	88,30	11,000	0,85	74,69
Vis sous égreneuse	7,5	85,00	5,500	0,78	66,30
Convoyeur distributeur	5,5	84,30	3,700	0,70	59,01
Souffleur graine (Blower)	25	90,40	25,000	1,00	90,40
Ventilateur asp poussières	30	91,10	22,000	0,98	88,91
Ventilateur aspiration 1	45	92,30	45,000	1,00	92,30
Ventilateur aspiration 2	45	92,30	45,000	1,00	92,30
Ventilateur axial n°1	22	90,40	11,000	0,83	74,67
Ventilateur axial n°2	15	88,30	11,000	0,85	74,69
Ventilateur axial n°3	15	88,30	11,000	0,85	74,69
Vis déchets super jets	4	83,00	4,000	1,00	83,00
Thermex 2	15	88,30	11,000	0,85	74,69
Epierreur 2	3,73	81,70	1,100	0,60	49,02
Nettoyeur de fibre n°1	22	90,40	15,000	0,85	76,84
Nettoyeur de fibre n°2	22	90,40	15,000	0,85	76,84
Nettoyeur de fibre n°3	22	90,40	15,000	0,85	76,84
Ventilateur axial principal	30	91,10	30,000	1,00	91,10
Ventilateur aspiration FEC	45	92,30	30,000	0,89	82,24
Agitateur égreneuse 1	4,66	83,00	4,660	1,00	83,00
Agitateur égreneuse 2	4,66	83,00	4,660	1,00	83,00

Agitateur égreneuse 3	4,66	83,00	4,660	1,00	83,00
Pompe	2,2	80,2	2,200	1,00	80,20
ventilateur	15	88,3	11,000	0,85	74,69
Pompe	3,7	81,7	2,200	0,70	57,19
ventilateur	11	87,8	7,500	0,84	73,84
Rotation presse	2,2	80,2	2,200	1,00	80,20
Dameur	15	88,3	15,000	1,00	88,30
Tapis alimentation	3,72	81,7	3,720	1,00	81,70
Pompe eau	3	81,7	3,000	1,00	81,70
Ventilateur refroidissement	2,2	80,2	2,200	1,00	80,20
Groupe hydraulique	55	93,2	55,000	1,00	93,20
Pompe huile	3	82,8	3,000	1,00	82,80

Exemple de niveau variation du rendement des moteurs avec la charge (cours audit énergétique)

Rapport de charge (kW/kW nominal)	Puissance nominale du moteur (kW)							
	25	50	100	150	250	500	1,000	1,500
0.10	0.728	0.812	0.864	0.899	0.923	0.940	0.953	0.963
0.15	0.757	0.836	0.884	0.915	0.936	0.951	0.962	0.970
0.20	0.782	0.856	0.900	0.928	0.947	0.960	0.969	0.976
0.25	0.794	0.866	0.908	0.934	0.952	0.964	0.973	0.979
0.30	0.808	0.878	0.917	0.942	0.958	0.969	0.977	0.982
0.35	0.826	0.891	0.928	0.950	0.964	0.974	0.981	0.985
0.40	0.841	0.903	0.937	0.957	0.970	0.978	0.984	0.988
0.45	0.849	0.909	0.941	0.960	0.973	0.980	0.986	0.990
0.50	0.970	0.976	0.981	0.984	0.986	0.989	0.991	0.992
0.55	0.976	0.981	0.985	0.987	0.989	0.991	0.993	0.994
0.60	0.980	0.985	0.988	0.990	0.991	0.993	0.995	0.995
0.65	0.984	0.988	0.990	0.992	0.993	0.995	0.996	1.000
0.70	0.987	0.990	0.992	0.993	0.995	0.996	1.000	1.000
0.75	0.989	0.992	0.994	0.995	0.996	1.000	1.000	1.000
0.80	0.991	0.993	0.995	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
0.85	0.992	0.994	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.90	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.95	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Annexe 13 : potentielles d'économie sur les moteurs à haut rendement

	Pu (KW)	rendemen t moteur classique	rendemen t moteur efficient	gains
Nettoyeur incliné N° 2	11	75,03	93,30	652 847
Séparateur N°2	11	75,03	93,30	652 847
Condenseur principal	4	83,00	88,50	68 114
Epierreur 1	1,1	49,02	87,50	224 431
Nettoyeur incliné N°1	11	87,80	91,00	100 194
Séparateur N°1	11	74,67	93,50	674 699
Egreneuse 1	55	93,20	94,70	212 581
Egreneuse 2	55	93,20	94,70	212 581
Egreneuse 3	45	91,80	94,70	341 150
Thermex 1	11	74,69	93,30	667 951
Vis sous égreneuse	5,5	66,30	90,50	504 490
Convoyeur distributeur	3,7	59,01	89,90	489 971
Souffleur graine (Blower)	22	90,40	93,50	183 502
Ventilateur asp poussière	22	88,91	94,40	327 044
Ventilateur aspiration 1	45	92,30	94,50	258 130
Ventilateur aspiration 2	45	92,30	94,50	258 130
Ventilateur axial n°1	11	74,67	93,30	668 963
Ventilateur axial n°2	11	74,69	93,30	667 951
Ventilateur axial n°3	11	74,69	93,50	673 687
Vis déchets super jets	4	83,00	88,50	68 114
Thermex 2	11	74,69	93,30	667 951
Epierreur 2	1,1	49,02	87,50	224 431
Nettoyeur de fibre n°1	15	76,84	93,50	791 049
Nettoyeur de fibre n°2	15	76,84	93,50	791 049
Nettoyeur de fibre n°3	15	76,84	93,50	791 049
Ventilateur axial principal	25	91,10	94,40	218 172
Ventilateur aspiration	30	82,24	94,50	1 076 370

FEC				
Agitateur égreneuse 1	4,66	83,00	88,50	79 353
Agitateur égreneuse 2	4,66	83,00	88,50	79 353
Agitateur égreneuse 3	4,66	83,00	88,50	79 353
Pompe	2,2	80,20	86,60	46 105
ventilateur	11	74,69	93,30	667 951
Pompe	2,2	57,19	87,50	303 052
ventilateur	7,5	73,84	91,00	435 600
Rotation presse	2,2	80,20	86,60	46 105
Dameur	15	88,30	93,30	207 040
Tapis alimentation	3,72	81,70	87,50	68 640
Pompe eau	3	81,70	87,50	55 355
Ventilateur refroidissement	2,2	80,20	86,60	46 105
Groupe hydraulique	55	93,20	94,70	212 581
Pompe huile	3	82,80	87,50	44 261
Total				14 838 303

Annexe 14 : potentielles d'économie sur l'éclairage

consommation des MAF

		puissance	k1	k2
campagne	Extérieur	12,86	15429	7714
	Int	5,00	6000	3000
hors campagne	Extérieur	12,86	21600	7714
	Int	5,00	0	0
	cumul		43029	18429
	prix KWH		79,9	115,3
	cout		3437983	2124814
	consommation totale		5562797	

consommation des ECO 105

		puissance	k1	k2
campagne	Extérieur	1,89	2268	1134
	intérieur	0,74	888	444
hors campagne	Extérieur	1,89	3175	1134
	intérieur	0,74	0	0
	cumul		6331	2712
	prix KWH		79,9	115,3
	cout		505847	312694
	consommation totale		818 541	

	Foyers actuels	Foyers de remplacement
	MAF 400	ECO 105
KI	2 851 471	748 511
K2	1 492 904	391 887
cout d'achat	53 196	96 259
Total	4 397 571	1 236 657
Economie réalisée	3 160 914	
Investissement	96 259	
TRSI en mois	2,74	

Annexe 15 : appareil de mesures

Mesures d'isolement :

Appareil : ISOL 5002

Fabriquant : CHAUVIN ARNOUX

Mesures de terre :

Appareil : TERCA 2

Fabriquant : CHAUVIN ARNOUX

Continuité des masses :

Appareil : Multimètre 5220

Fabriquant : CHAUVIN ARNOUX