

RAPPORT DE STAGE



BUNGE MAROC PHOSPHORE

Période de stage : 01/02/2012 au 15/06/2012

Service : CIB/PR

Encadré par : MR. JAMMALI

Parian de stage : MR. EZ-OUGARI

Rapport réalisé par : EN NAKHKHASSI Maria



Dédicace

A mes très chers parents :

Aucun mot ne saurait

exprimer tout mon amour et toute ma gratitude.

Merci pour vos sacrifices le long de ces années.

Merci pour votre présence rassurante

Merci :

A mes sœurs Meryiem & Nadia

A mon frère Yassine :

A ma cousine Doae

A toute ma famille ;

A tous mes amis ;

A tous mes enseignants ;

A mon pays que je vénère, le Maroc ;

Je vous dédie ce travail

en témoignage de mon grand amour, mon

grand respect et ma profonde estime.



Remerciement

Avant d'entamer le vif de ce travail nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés le long de notre séjour à l'OCP :

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à l'encadrement de La FST de FES représenté par HAMDI Lhabib son disponibilité, son suivi son aide et pour le temps qu'il est consacré pour mettre en ordre toutes nos idées contenues dans ce rapport.

Ma profonde gratitude et mes sincères remerciements vont à Messieurs : Mustapha JAMMALI, Abderrahmane ZIOU, Khalid CHIKH, Aissam JAKANI, Zakaria ELMOULAT

Nous tenons à remercier infiniment Mr. EZ-ZOUGARI, chef du Service Electrique à Bunge Maroc Phosphore du complexe Maroc Phosphore Jorf Lasfar, pour avoir bien voulu nous accueillir et nous avoir préparé les conditions favorables au bon déroulement de notre stage.

Par la même occasion j'exprime mes sincères gratitudes à l'ensemble du personnel de BUNGE MAROC PHOSPHORE et spécialement Mr Hassan REDOUAN, Mohamed KHAJOUT, Mr Amine NHILI, Mr Younes CHAHID et tous les agents de l'atelier électrique, pour leur aide et leur disponibilité permanente durant toute la période du stage.

Je souhaite également transmettre mes remerciements aussi au service de régulation.



Glossaires

- OCP** : Groupe office chérifien de phosphate
BMP : Bunge Maroc Phosphore
MCC : Sale de départ moteur de basse tension
PAP : Production d'acide phosphorique
SAP : production d'acide sulfurique
TED : traitement t d'eau doux
GTA : Groupe Turbo Alternateur.
TSP : le triple superphosphate
ASP : l'ammoniac superphosphate
DAP : Le di ammonium phosphate
MAP : le mono-ammonium phosphate
VDF : variateur de vitesse
SST : démarreur électrique
DCS : Distributed Control System
TOR : Tout Ou Rien
307 : la ligne de production de MAP/TSP
306 : la ligne de production de MAP/DAP
P : pompe
T : convoyeur
M01 : moteur de type 1

Liste des Figures

- Figure 1: OCP au Maroc.....11
Figure 2:organigramme générale du groupe OCP.....13

Figure 3: Les ateliers de production implantés au sein de Bunge Maroc Phosphore.....	15
Figure 4:organigramme de BMP.....	15
Figure 5:principe de production de l'atelier acide sulfurique	18
Figure 6: synoptique de la phase de conversion.....	20
Figure 7: unité de traitement des eaux douces	21
Figure 8: section de manutention et de broyage.....	26
Figure 9: Production des engrais MAP et DAP	30
Figure 10 : le champ magnétique	33
Figure 11 : le champ résultant.....	34
Figure 12:Schéma de principe d'une cage d'écureuil	34
Figure 13:Structure générale d'un variateur de vitesse électronique	35
Figure 14:les situations possibles d'une machine dans son diagramme couplent vitesse	37
Figure 15:forme de l'alimentation fournie au moteur	40
Figure 16: la tension en fonction de temps	41
Figure 17:salle BT	43
Figure 18:tableau intelligent	44
Figure 19:tiroire électrique	45
Figure 20:les constitutions d'un tiroir	45
Figure 21:jeux de barre	45
Figure 22:Courbe du courant de démarrage.....	48
Figure 23: données de projet	54
Figure 24:type d'installation.....	54
Figure 25:Données de l'installation.....	55
Figure 26:Régime de fonctionnement	55
Figure 27:Résultats.....	56
Figure 28:diagramme qui résume les types de la maintenance	59
Figure 29: diagramme des étapes de la programmation des activités de révision	61

Liste des tableaux

Tableau 1:Fiche technique du groupe OCP.....	14
Tableau 2:Types de démarreurs	40
Tableau 3:liste des moteurs de la ligne de production 306	49
Tableau 4: liste des moteurs de la ligne de production 307	49
Tableau 5:liste des moteurs qui nécessite un démarreur électrique	49
Tableau 6:cout total d'installation des variateurs de vitesse	52
Tableau 7:cout total d'installation des démarreurs.....	53
Tableau 8:le planning de maintenance préventive.....	64

Table des matières

Liste des Figures	4
-------------------------	---



Liste des tableaux	5
Table des matières.....	5
Introduction Générale	9
Chapitre I	10
I. Introduction.....	11
II. Présentation du Groupe OCP	11
1. Introduction	11
2. Historique.....	12
3. Organigramme de Groupe OCP	13
4. Fiche technique	14
III. Présentation du Bunge Maroc Phosphore	14
1. Les unités de production de Bunge Maroc Phosphore	14
2. Organigramme du Complexe BMP.....	15
VI. Conclusion	16
Chapitre II	17
I. Introduction	18
II. Atelier de production d'acide sulfurique	18
1. Principe de production de l'acide sulfurique	18
2. Procédé de production de l'acide sulfurique	19
3. Les flux entrants et sortants de l'atelier sulfurique	20
III. Atelier de traitement des eaux douces (TED)	21
1. Principe de traitement des eaux douces.....	21
2. Procédé de traitements de différentes qualités d'eaux	21
IV. Atelier Centrale Thermoélectrique	23
1. Principe de fonctionnement de l'atelier Centrale.....	23
2. Procédé de production de l'énergie électrique	23
V. Atelier Phosphorique	25
1. Principe de production de l'acide phosphorique.....	25
2. Procédé de production d'acide Phosphorique	26
VI. Etude de l'atelier Engrais	28
1. Principe de production des engrais.....	28
2. Production du mono-Ammoniac Phosphate MAP.....	29
3. Production du phosphate di-ammoniaque DAP	29
4. Production du triple super phosphate TSP	30
5. Flux entrant et sortant de l'atelier Engrais	30
VII. Conclusion.....	31
Chapitre III	32
I. Introduction	33
II. Les moteurs asynchrones.....	33
1. Définition.....	33
2. Principe de fonctionnement.....	33
III. Les variateurs de vitesse	35
1. Définition.....	35
2. Structure, composants des variateurs électroniques	35



3. Les principaux modes de fonctionnement.....	37
4. Le schéma de montage d'un variateur de vitesse.....	39
IV. Démarreurs électroniques pour moteurs électriques industriels.....	39
1. Définition.....	39
2. Fonction	39
3. Types de démarreurs	40
4. Le schéma de montage d'un démarreur électrique.....	41
V. Conclusion.....	41
Chapitre IV.....	42
I. Introduction	43
II. Etudes critique de système actuel	43
1. Description de salle MCC	43
2. Analyse du fonctionnement de démarrage directe	46
3. Les inconvénients de démarrage direct	46
4. Critères de choix	47
III. Solution choisie.....	48
1. Les variateurs de vitesse.....	48
2. Les démarreurs électriques.....	49
IV. Avantage de la solution.....	50
1. Nature de la charge.....	50
2. Réduction de la maintenance	50
V. Conclusion.....	50
Chapitre V.....	51
I. Introduction	52
II. Etude de rentabilité du projet.....	52
1. Analyse du coût d'investissement.....	52
2. Analyse financière	53
VI. Conclusion.....	56
Chapitre VI.....	57
I. Introduction	58
II. Généralités sur la maintenance	58
1. Définition de la maintenance	58
2. Types de maintenance	58
III. Elaboration d'un plan de maintenance préventive	61
1. Introduction	61
2. Documents techniques constructeurs	62
3. Recommandations constructeurs	62
4. Conditions d'exploitation	62
5. Expérience professionnelles	62
6. Plan de maintenance préventive	62
IV. Conclusion.....	64
Conclusion générale	65
Bibliographie.....	66
Annexe A.....	67



Annexe B.....	82
Annexe C.....	84



Introduction Générale

L'augmentation de la production, l'amélioration de la maintenance à moindre coût et le respect de la sécurité des installations et du personnel sont les préoccupations majeures de toute entreprise en évolution. En réponse à ces besoins, le Groupe OCP cherche toujours à profiter des nouvelles technologies pour améliorer le contrôle et la conduite de ses installations.

L'OCP est le leader mondial dans son secteur d'activité. Conscient de son positionnement stratégique, il poursuit une politique de renforcement de ses moyens de gestion et d'amélioration de l'excellence opérationnelle. Dans ce sens, il a érigé en priorités stratégiques la maîtrise des moyens de production et la haute disponibilité des équipements.

Ce projet a donc proposé un ensemble d'améliorations pour l'installation électrique ainsi la régulation de vitesse. Il se base essentiellement sur deux principes majeurs, le premier étant étude technique des équipements de démarrage et de variation de vitesse. Le deuxième principe est l'étude économique de ces solutions proposées.



Chapitre I

Présentation du groupe OCP

I. Introduction

Dans le présent chapitre, on va vous donner un aperçu sur l'organisme et le service d'accueil ainsi qu'une présentation du sujet et du contexte de l'étude. En effet, notre projet de fin d'études est effectué au sein du groupe Office Chérifien des Phosphates, au Complexe Chimique Maroc Phosphore Jorf Lasfar, et plus précisément dans le service maintenance électrique de Bunge Maroc Phosphore sous le thème « *Etude technico-économique des équipements qui nécessitent l'entraînement par vitesse et/ou démarrage électronique dans l'atelier engrais et de la rentabilité sur le plan d'économie d'énergie et l'amélioration de la disponibilité des équipements précités* ».

II. Présentation du Groupe OCP

1. Introduction

L'Office Chérifien des Phosphates a été créé par le dahir du 07 Août 1920, alors que les premières exploitations effectives ont commencé en février 1921 dans la région d'Oued Zem. Le groupe OCP a été créé en 1975, il joue un rôle important sur le plan économique et social du royaume en participant hautement de 18 à 20% environ dans la valeur des exportations du royaume. L'OCP est spécialisé dans l'extraction, la valorisation et la commercialisation des phosphates et des produits dérivés. Chaque année, plus de 23 millions de tonnes de minerais sont extraites du sous-sol marocain qui recèle les trois-quarts des réserves mondiales. Principalement utilisé dans la fabrication des engrais, de l'acide phosphorique, le phosphate provient des sites de Khouribga, Ben guérir, Youssoufia et Boukraâ-Laâyoune.

Selon les cas, le minerai subit une ou plusieurs opérations de traitement (criblage, séchage, calcination, flottation, enrichissement à sec...). Une fois traité, il est exporté tel quel ou bien livré aux industries chimiques du Groupe, à Jorf Lasfar ou à Safi, pour être transformé en produits dérivés commercialisables: acide phosphorique de base, acide phosphorique purifié, engrais solides.

Premier exportateur mondial de phosphate sous toutes ses formes, le Groupe OCP écoule 95% de sa production en dehors des frontières nationales. Opérateur international et moteur de l'économie nationale, le Groupe OCP joue pleinement son rôle d'entreprise citoyenne. Cette volonté se traduit par la promotion de nombreuses initiatives, notamment en faveur du développement régional et de la création d'entreprise.



Figure 1: OCP au Maroc

2. Historique

Depuis sa création, l'Office Chérifien des Phosphates n'a cessé de se développer en créant de nouveaux sites de production et de transformation dont voici les principales dates :

- ✓ 1921 : Extraction souterraine au pôle mine Khouribga.
- ✓ 1931 : Ouverture du centre minier de Youssoufia
- ✓ 1952 : Mise en œuvre de l'extraction à découvert à Khouribga.
- ✓ 1965 : Démarrage de Maroc chimie I qui fut la première unité de valorisation pour la fabrication d'acide phosphorique et d'engrais à Safi.
- ✓ 1975 : Création du groupe OCP intégrant les filiales.
- ✓ 1976 : Intégration d'un nouveau centre minier Phosboukrâa.
- ✓ 1976 : Démarrage de Maroc chimie II et Maroc Phosphore I.
- ✓ 1980 : Ouverture de la mine de Benguerir.
- ✓ 1981 : Démarrage de Maroc Phosphore II à Safi.
- ✓ 1986 : Démarrage du site de valorisation de phosphate à Jorf Lasfar (El Jadida).
- ✓ 1998 : Réalisation de l'usine EMAPHOS (Euro Maroc Phosphore) pour l'acide phosphorique purifié entre le Maroc, la Belgique, et l'Allemagne.
- ✓ 1999 : Réalisation de l'usine IMACID (indo Maroc Phosphore) de fabrication d'acide phosphorique en partenariat avec l'Inde.
- ✓ 2006 : Réalisation de l'usine PMP (Pakistan Maroc Phosphore) d'une ligne pour la fabrication d'acide phosphorique en partenariat avec le Pakistan
- ✓ 2007 : Réalisation de l'usine BMP (Bungue Maroc Phosphore) d'une ligne pour la fabrication d'acide phosphorique et engrais en partenariat avec le Brésil

3. Organigramme de Groupe OCP

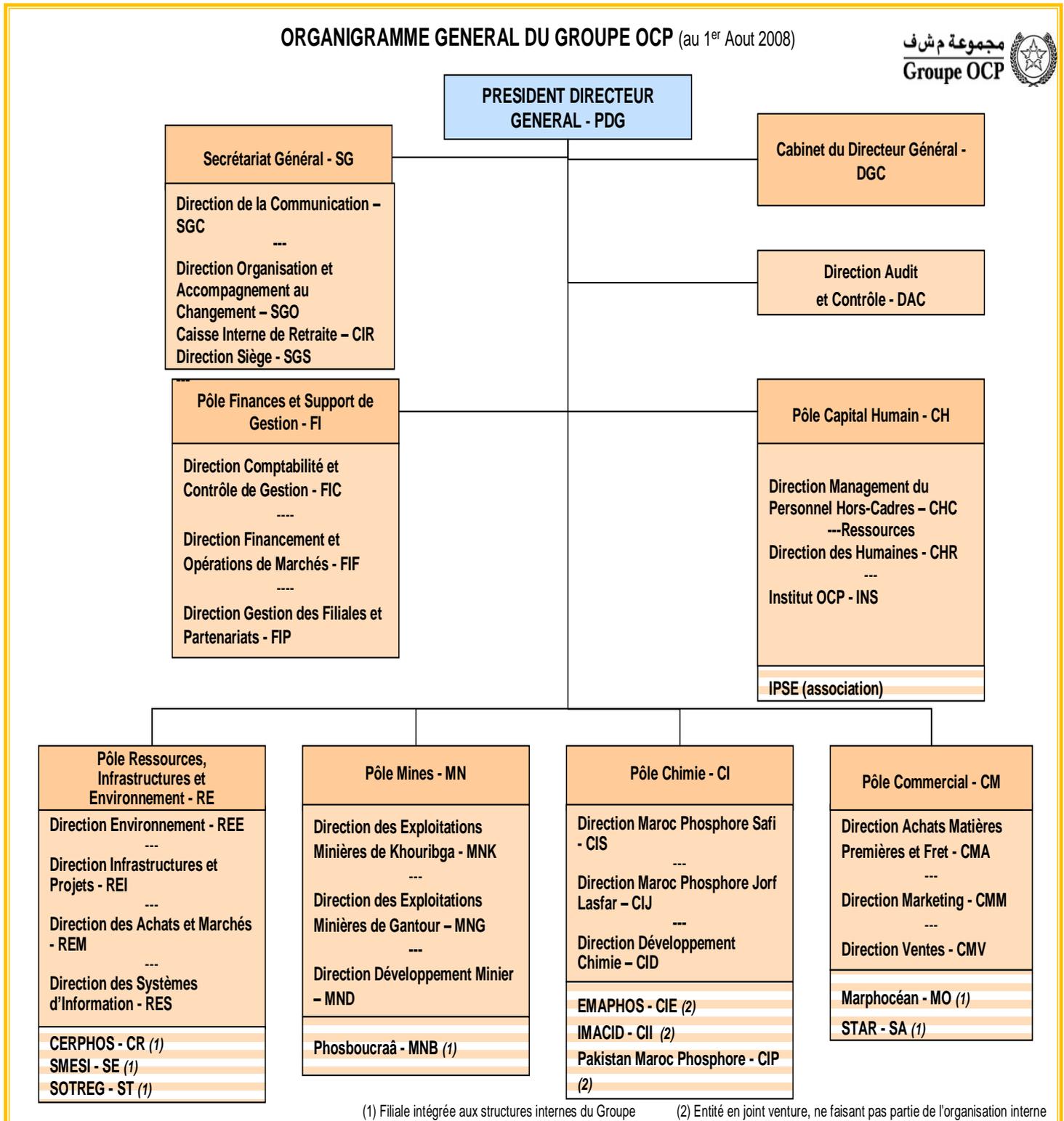


Figure 2: organigramme générale du groupe OCP

4. Fiche technique

Raison Sociale	Office Chérifien des Phosphates (OCP)
Directeur Général	Mr. Mostafa TERRAB
N° Du Registre De Commerce	Casablanca 40.327
Siège Social	Immb. OCP n°2, Rue El Abtal, Hay Erraha, Casablanca
Statut Juridique	Entreprise d'état avec gestion financière autonome
Date De Création	Dahir du 17/08/1920
Mise En Place De La Structure Du Groupe	Juillet 1975

Tableau 1:Fiche technique du groupe OCP

III. Présentation du Bunge Maroc Phosphore

Bunge Maroc Phosphore (BMP) est un projet qui a vu le jour le 14 juillet 2005, par la concrétisation de la joint-venture, 50%-50%, entre l'Office Chérifien des Phosphates et BUNGE pour la construction d'un complexe intégré de production d'acide phosphorique et d'engrais à Jorf Lasfar.

Sa capacité de production est de 375.000 t/an d'acide phosphorique avec un capital social de 900 millions dirhams.

1. Les unités de production de Bunge Maroc Phosphore

Le complexe Bunge Maroc Phosphore comprend actuellement:

- ◆ Une ligne de production d'acide sulfurique de 1.125 kT/an ;
- ◆ Une ligne de production d'acide phosphorique de 375 kT/an ;
- ◆ Un projet de ligne mixte de production d'engrais MAP/DAP de 340 kT MAP/ an ;
- ◆ Un projet de ligne mixte de production d'engrais TSP/MAP de 270 kT TSP/ an ;
- ◆ Une centrale thermoélectrique de 34 MW ;
- ◆ Une station de traitement des eaux douces et de compression d'air ;

La figure 2 présente ces différents ateliers comme suit :

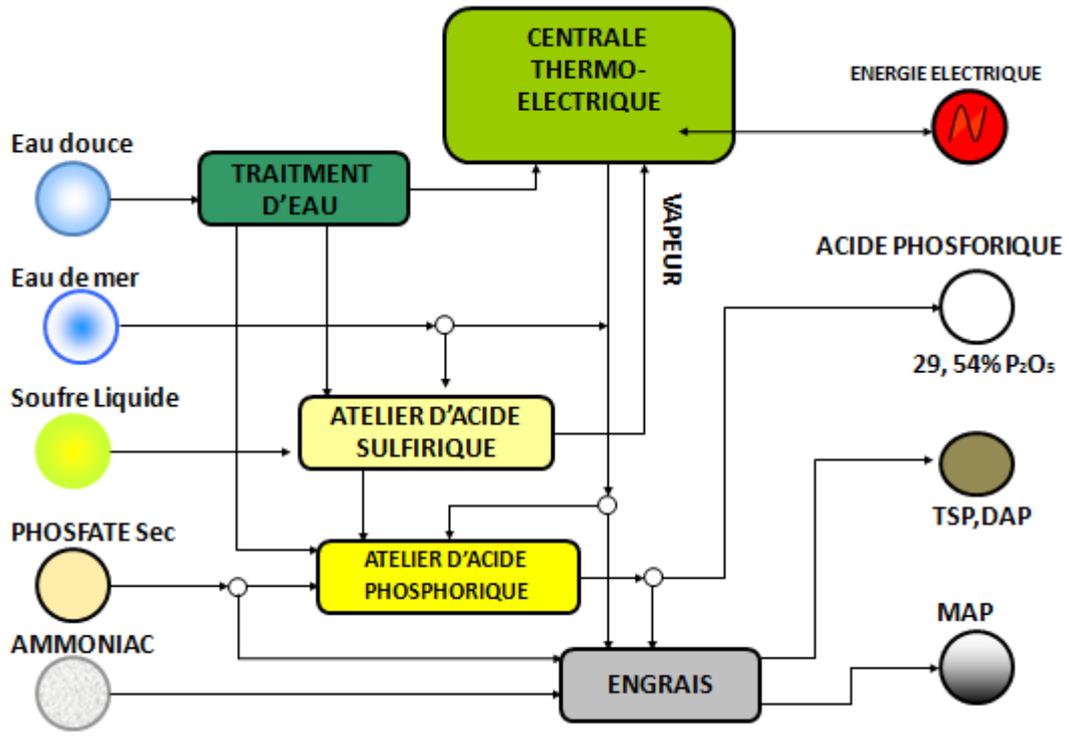


Figure 3: Les ateliers de production implantés au sein de Bunge Maroc Phosphore

2. Organigramme du Complexe BMP

Cette figure montre l'organigramme des différents ateliers et services de Bunge Maroc Phosphore.

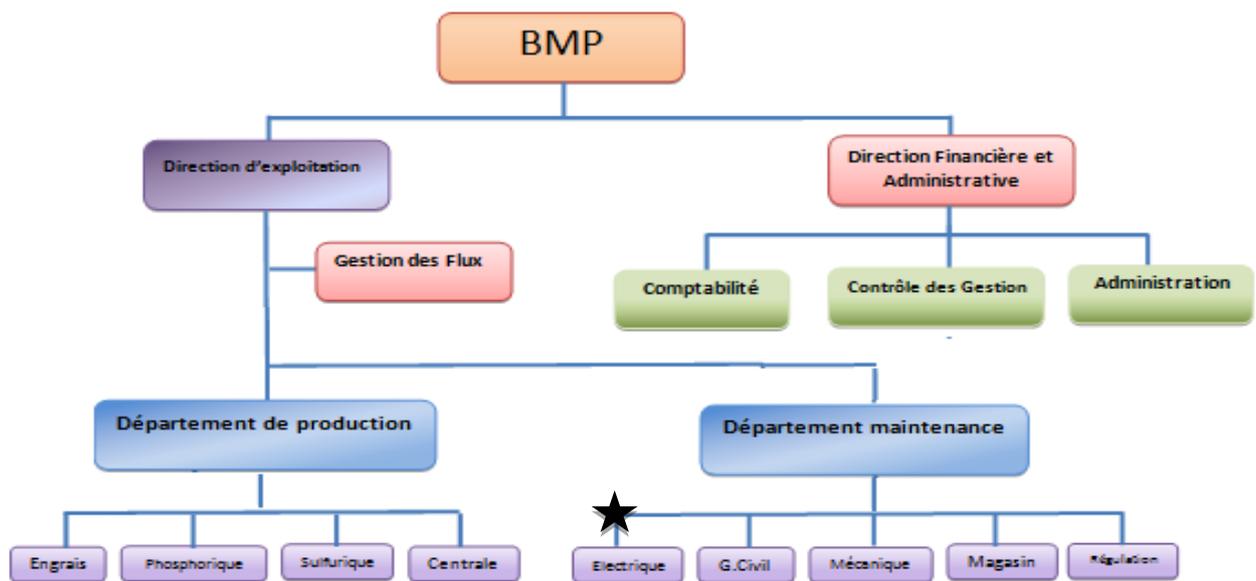


Figure 4:organigramme de BMP



Notre stage s'est déroulé au sein du département de la maintenance, sous la responsabilité du service d'électrique.

Le service d'électrique a pour mission de tester et d'assurer le bon fonctionnement des équipements électriques ainsi leurs maintenance.

VI. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre l'organisme d'accueil, le groupe OCP Jorf-Lasfar, ses activités, son historique, ainsi que le complexe industriel Bunge Maroc phosphore où il s'est déroulé notre stage de fin d'études. Le prochain chapitre s'articule sur la présentation générale des différents ateliers de l'usine.



Chapitre II

Etude de différents ateliers de production du groupe BMP

I. Introduction

Le groupe Bunge Maroc phosphore est le fruit d'un partenariat entre le Groupe OCP et le groupe Brésilien Bunge, il est constitué de cinq ateliers de production :

- ◆ Atelier de production d'acide sulfurique ;
- ◆ Atelier de traitements des eaux douces ;
- ◆ Atelier de la centrale thermoélectrique ;
- ◆ Atelier de production d'acide phosphorique ;
- ◆ Atelier de production d'engrais ;

Dans ce chapitre on va faire une analyse détaillé de l'ensemble de ces ateliers.

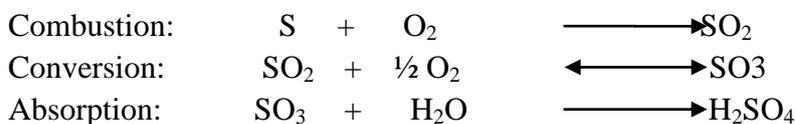
II. Atelier de production d'acide sulfurique

1. Principe de production de l'acide sulfurique

L'atelier de production de l'acide sulfurique (SAP) a pour mission principale comme son nom l'indique, la production de l'acide sulfurique (H_2SO_4).

La production de l'acide sulfurique se fait en trois étapes : la combustion, la conversion et l'absorption. On utilise le soufre comme matière première qui subira plusieurs transformations, en effet le soufre liquide se brulera au niveau du four pour donner le SO_2 , ce dernier passera par un convertisseur pour se transformer en SO_3 et finalement on combinera le SO_3 avec l'eau traité pour obtenir un acide sulfurique H_2SO_4 concentré à 98.5%.

En résumé : La production de l'acide sulfurique passe par trois réactions :



Le schéma suivant résume le principe de production de l'atelier acide sulfurique :

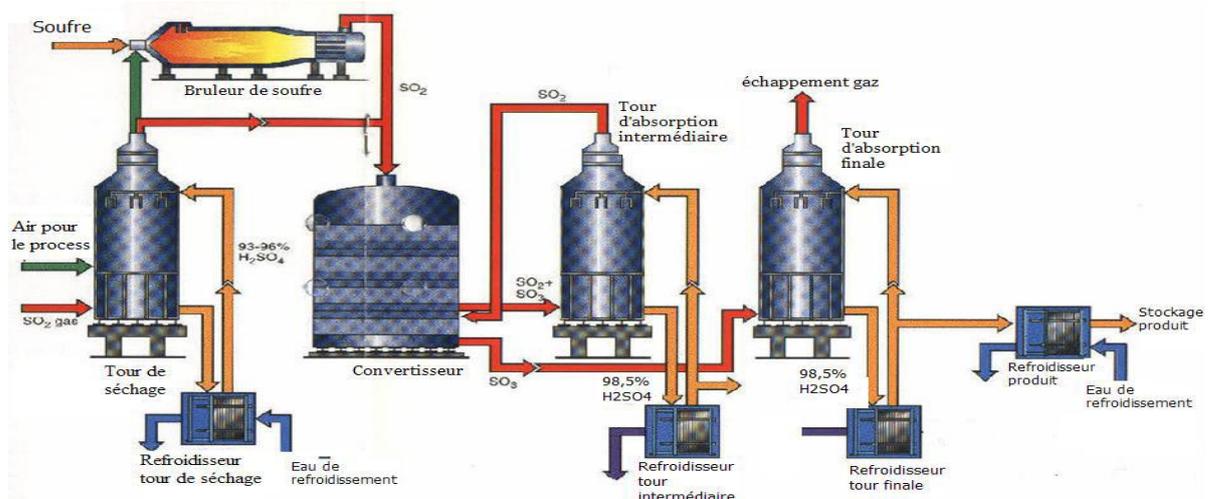


Figure 5: principe de production de l'atelier acide sulfurique

2. Procédé de production de l'acide sulfurique

i. Combustion

Le soufre liquide est reçu et stocké dans des bacs de stockage. Le soufre coule par gravité des deux bacs de stockage vers la fosse qui alimente à son tour le four de combustion.

Pour brûler le soufre, on utilise de l'air sec. Ce dernier est reçu à partir de la tour de séchage dans laquelle, l'air atmosphérique est aspiré par une turbosoufflante en passant par un filtre. Dans la tour de séchage, on injecte de l'acide sulfurique (98,5%) qui se combine avec les gouttelettes d'eau de l'air atmosphérique, afin de le déshumidifier.

La température de combustion varie entre 950 et 1150 °C. Le mélange gazeux après combustion à une teneur de 8 à 12% en volume de SO₂. La réaction chimique du soufre avec de l'air est une réaction exothermique qui produit une grande quantité de chaleur. C'est cette chaleur qui sera récupérée au niveau de la chaudière pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement de la centrale électrique. En plus de la production de la vapeur, la chaudière de récupération permet de préparer le gaz en réduisant sa température pour qu'elle soit adaptée à la température d'admission au niveau du convertisseur.

ii. Conversion

Avant d'arriver au convertisseur, le gaz sortant de la chaudière passe par un filtre afin d'éliminer les poussières contenues dedans pour empêcher l'encrassement des couches du catalyseur, il est ensuite dirigé vers la première couche du convertisseur catalytique. Dans cette couche, le SO₂ est partiellement converti en SO₃ en présence du catalyseur de vanadium. Dans la deuxième et la troisième couche, on répète la réaction. Mais entre deux couches, on refroidit le gaz produit dans des économiseurs. Cette opération améliore le rendement de l'oxydation du SO₂ dans la prochaine couche du catalyseur.

Les gaz refroidis sont admis ensuite, dans la tour d'absorption intermédiaire où le SO₃ est enlevé du jet de gaz. Les gaz sortants de la tour d'absorption intermédiaire et contenant encore du SO₂, sont circulés dans les tubes de l'échangeur de chaleur intermédiaire. Donc, ces gaz sont réchauffés par les gaz quittant la troisième couche du convertisseur. Finalement, ils sont envoyés à la quatrième couche du convertisseur pour une réaction finale.

Le schéma suivant illustre le synoptique de la phase de conversion :

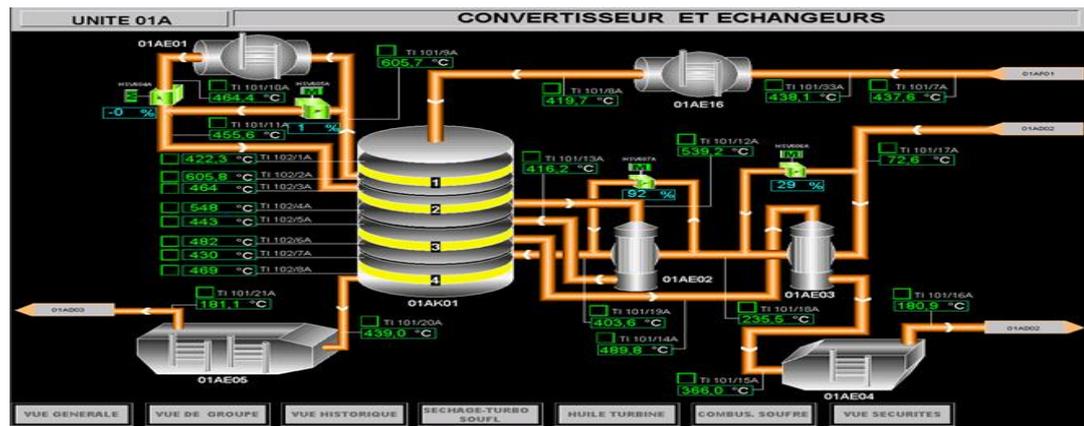


Figure 6: synoptique de la phase de conversion

iii. Absorption

Dans les tours d'absorption intermédiaire et finale, SO_3 ne se combine pas directement avec l'eau mais se combine indirectement par absorption (ou dissolution) dans l'acide sulfurique à 98-99%, cette opération a lieu dans deux tours d'absorption, la première phase ayant lieu avant la conversion totale de SO_2 en SO_3 , cette phase est nommée absorption intermédiaire. Le fait de retirer le SO_3 du gaz avant d'atteindre la quatrième couche active la réaction de conversion et permet d'obtenir un rendement global meilleur. Le reste de SO_3 est absorbé dans la tour d'absorption finale après conversion dans la quatrième couche du convertisseur.

Il faut noter que l'acide fort fourni à la tour de séchage est affaibli par les vapeurs d'eau qu'il élimine de l'air. Dans les tours d'absorption, l'acide est renforcé par l'absorption du gaz SO_3 . Ainsi l'acide de la tour de séchage est maintenu à la concentration correcte au moyen de mélange direct d'acide plus fort venant du système intermédiaire d'absorption d'acide, et l'acide dans les réservoirs de pompage qui est maintenu à la concentration désirée pour l'absorption du gaz SO_3 par addition d'eau pure et le mélange avec l'acide du système de séchage.

3. Les flux entrants et sortants de l'atelier sulfurique

L'étude détaillée de l'atelier sulfurique nous a permis de définir l'ensemble des variables qui vont aider à l'évaluation de rentabilité de l'atelier sulfurique, je les ai rassemblés en des flux entrants et sortants.

- i. Flux entrants
 - ◆ Souffre
 - ◆ Eau alimentaire
 - ◆ Eau déminéralisée
 - ◆ Gasoil
- ii. Flux sortants
 - ◆ Vapeur HP (Haute Pression)
 - ◆ Vapeur BP (Basse Pression)

- ♦ Acide Sulfurique

III. Atelier de traitement des eaux douces (TED)

1. Principe de traitement des eaux douces

L'atelier de traitement des eaux douces a pour objectif la satisfaction de besoin des différents ateliers du groupe Bunge Maroc Phosphore BMP en matière d'eau et d'air. Le principe de cette installation est d'éliminer la forte minéralisation de l'eau en faisant subir l'eau un traitement physico-chimique en produisant différentes qualités des eaux et aussi en produisant l'air comprimé.

Les éléments produits sont :

- ♦ L'eau filtrée ;
- ♦ L'eau potable ;
- ♦ L'eau déminéralisée ;
- ♦ Air comprimé : air instrument et air service;

La figure suivante montre une vue globale sur l'unité TED.

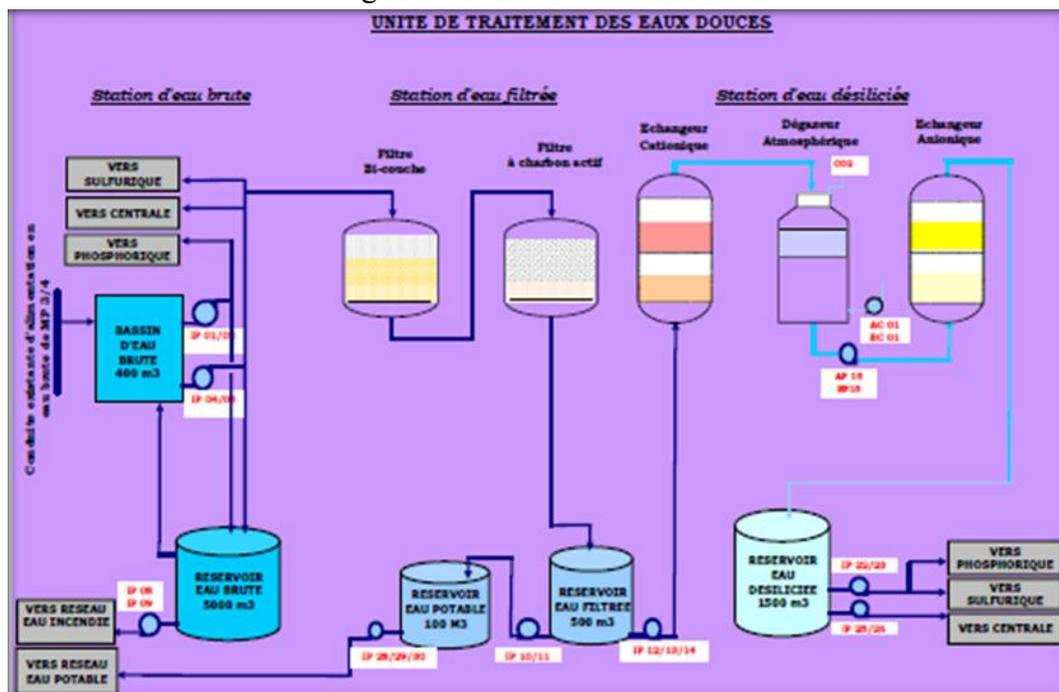


Figure 7: unité de traitement des eaux douces

2. Procédé de traitements de différentes qualités d'eau

i. Station eau brute :

L'eau brute est distribuée par le fournisseur dans les limites de l'installation depuis son stockage dans un bassin d'eau brute en béton.

ii. Poste de filtration

La chaîne de production d'eau filtrée est composée de deux filtres.

Filtre à sable : C'est un filtre bicouche vertical sous pression rempli d'antracite et de sable qui élimine les matières en suspension dans l'eau brute.

Filtre à charbon : La filtration sur charbon élimine les composés tels que :

- ◆ Les traces du chlore ;
- ◆ Les odeurs ;
- ◆ Les couleurs ;
- ◆ Les micros organismes ;
- ◆ Les matières en suspension qui ont été échappés à la filtration ;

Le filtre vertical sous pression rempli de charbon actif permet de capter certaines particules, mais il fonctionne principalement par absorption : procédé par lequel les organismes vivants en présence dans l'eau se fixent aux grains de charbon.

✓ Station de déminéralisation

La station comporte deux chaînes appelées chaînes primaires. Chacune est composée d'un échangeur cationique, d'un dégazeur atmosphérique et d'un échangeur anionique.

Echangeur cationique : contient deux couches de résine cationiques fortement acides séparées par un plancher. Il élimine les cations présents dans l'eau d'alimentation en les échangeant avec des ions hydrogènes. Ceux-ci se combinent avec les molécules d'eau, acidifiant ainsi l'eau.

✓ Station de potabilisation

Le poste de potabilisation est alimenté en eau filtrée, ainsi l'eau potable est produite à partir de l'eau filtrée par l'injection du chlore avant le remplissage du réservoir de stockage d'eau potable, le chlore est injecté sous forme d'hypochlorite de sodium (javel à 47°C).



L'eau potable doit avoir une concentration de 0.4 mg/l en Cl₂. Le contrôle de la concentration du chlore est effectué par une chlorométrie.

✓ Compresseur d'air

Dans cette unité, on distingue :

Deux compresseurs qui travaillent en alternance et refoulent l'air atmosphérique dans deux ballons. Les compresseurs sont refroidis par l'eau de noria- elle sera expliquée dans l'atelier centrale électrique- et avec l'eau incendie .S'il y a un problème dans le circuit de noria, deux sècheurs travaillent en alternance:

iii. Les flux entrants et sortants de l'atelier de TED

Comme on a signalé l'étude de l'atelier traitement des eaux douces permettent de comprendre son fonctionnement, ainsi l'ensemble des variables seront :

◆ Flux entrants

- ✓ Eau condensat
- ✓ Eau brute
- ✓ Javel

✓ NAOH/H₂SO₄

◆ Flux sortants

- ✓ Eau déminéralisée
- ✓ Eau incendie
- ✓ Eau potable
- ✓ Air comprimé

IV. Atelier Centrale Thermoélectrique

1. Principe de fonctionnement de l'atelier Centrale

L'élément de base pour le fonctionnement de la centrale thermoélectrique est la vapeur. On distingue deux types de vapeur : la vapeur à haute pression (HP) et la vapeur à basse pression (BP).

L'énergie thermique reçue est transformée par le Groupe Turbo Alternateur (GTA) en énergie électrique qui sert à alimenter le réseau local de l'usine et à expédier l'excès vers le réseau national de l'Office National d'Electricité (ONE).

La centrale thermoélectrique dispose d'un groupe turbo alternateur (GTA) d'une puissance de 32 MW et d'une tension de 10 KV. Il assure la détente de la vapeur HP produite par Les deux Chaudières de la récupération de l'atelier sulfurique en transformant l'énergie thermique de cette vapeur en énergie électrique.

L'énergie électrique produite couvre tous les besoins de BMP, le surplus est envoyé vers le réseau national de l'ONE.

2. Procédé de production de l'énergie électrique

La centrale est constituée des éléments suivants :

- ◆ Réseau vapeur.
- ◆ Groupe Turbo Alternateur GTA.
- ◆ Système de condensation.
- ◆ Système d'eau alimentaire.
- ◆ Circuit NORIA.

✓ Réseau vapeur

La vapeur HP (haute pression) produite à partir de l'eau alimentaire par les deux chaudières de récupération installées dans l'atelier d'acide sulfurique, est envoyée vers le réseau HP à une pression de 56 bars environ et une température de 490°C.

Cette vapeur sert à :

Alimenter le groupe turbo alternateurs et les boîtes d'étanchéité de la turbine.

Alimenter le barillet BP en contournant la vapeur HP en vapeur BP après sa détente et sa désurchauffe.

La vapeur BP est prélevée à une pression entre 5.5 bar aux soutirages BP de la turbine, à l'aval du contournement de la vapeur HP et au refoulement de la turbosoufflante de l'atelier sulfurique.

Elle est désurchauffée à environ 170°C, puis après son passage dans le barillet BP, est envoyée vers :

- ◆ L'atelier d'acide phosphorique (PAP) ;
- ◆ Le dégazeur de la bâche alimentaire ;
- ◆ Le groupe de mise sous vide ;
- ◆ Le réchauffeur condensats ;
- ◆ Le réchauffeur TED ;

✓ Groupe Turbo Alternateur GTA

La centrale thermoélectrique dispose d'un groupe turbo alternateur (GTA) d'une puissance de 32 MW et d'une tension de 10 KV, il assure la détente de la vapeur HP produite par les deux chaudières de récupération de l'atelier sulfurique en transformant l'énergie thermique de cette vapeur en énergie électrique.

✓ Système de condensation

Condenseur principal :

- ❖ Côté calandre, la vapeur est condensée puis collectée dans le puits installé à la partie inférieur, les condensats récupérés sont refoulés vers la bâche eau non traitée via les deux pompes d'extraction.
- ❖ Côté tubes, l'eau de mer (source froide) circule en deux passes permettant la condensation de la vapeur.

Le condenseur principal est doté d'un système de nettoyage automatique sans arrêt du groupe. Il a une capacité de 70t/h est équipé d'un groupe de mise sous vide alimenté par la vapeur BP (basse pression) de manière à créer le vide à l'intérieur du condenseur afin d'avancer la condensation

Groupe de mise sous vide :

L'éjecteur de démarrage permet la mise sous vide rapide du condenseur principal à partir de la pression atmosphérique jusqu'à une pression voisine de 300 mbar. L'échappement de démarrage vers l'atmosphère est équipé d'un silencieux.

Le maintien du vide en période de fonctionnement normal est assuré par un ensemble de deux lignes comprenant chacune deux éjecteurs installés en série et alimenté en vapeur BP.

Les deux condenseurs comprennent des tubes dans les deux plaques tubulaires. L'eau de refroidissement circule à l'intérieur des tubes .

Le mélange d'air et de vapeur extrait à partir du condenseur principal arrive dans la boîte de mélange de l'éjecteur 1er étage où il est entraîné puis comprimé dans le diffuseur par la vapeur motrice.

À la sortie de l'éjecteur, le mélange air -vapeur, ajouté à la vapeur motrice de l'éjecteur pénètre dans le corps du condenseur intermédiaire et se condense au contact des tubes froids. Les condensats sont évacués par le bas de l'appareil vers le condenseur principal tandis que la partie incondensable du mélange est aspirée par l'éjecteur deuxième étage où elle est comprimée jusqu'à la pression atmosphérique. De la même façon, la vapeur se condense dans le condenseur final.

Système d'eau alimentaire :

Ce système est destiné à assurer le conditionnement des condensats avant d'être retournés vers les chaudières de récupération par leur réchauffage et leur dégazage, et pour avoir une réserve d'eau alimentaire afin de garantir une marche stable des équipements.

✓ Circuit de Noria

Le circuit d'eau NORIA a pour mission la réfrigération des auxiliaires centrales :

- ← Les pompes alimentaires ;
- ← L'alternateur ;
- ← L'huile de graissage du GTA ;
- ← L'huile de régulation de la turbine ;
- ← Les compresseurs d'air de l'atelier TED ;
- ← La turbosoufflante de l'atelier sulfurique ;
- ← Le broyeur du phosphate ;
- ← Les échantillons d'analyses.

✓ Les flux entrants et sortants de l'atelier central électrique

Après l'étude détaillée de l'atelier centrale électrique effectué en collaboration avec les responsables d'exploitation de cet atelier, on sélectionne les variables suivantes:

▪ Flux entrant :

- ◆ Vapeur HP
- ◆ Vapeur BP
- ◆ Eau de polissage

▪ Flux sortant :

- ◆ Eau alimentaire
- ◆ Energie Electrique
- ◆ Eau condensat

V. Atelier Phosphorique

1. Principe de production de l'acide phosphorique

L'atelier phosphorique est destiné à la production de l'acide phosphorique concentré à 54% en P_2O_5 , il comprend cinq sections principales :

- ◆ section de manutention et broyage du phosphate.
- ◆ section d'attaque.
- ◆ section de filtration.
- ◆ Stockage de l'acide 29%.
- ◆ section concentration de l'acide 29% à 54% par vaporisation d'eau.
- ◆ section stockage d'acide 54%.

L'acide est obtenu par attaque directe du phosphate minérale par l'acide sulfurique.

2. Procédé de production d'acide Phosphorique

i. L'unité de broyage :

Le broyage est une opération mécanique qui consiste à broyer le phosphate brut grâce à des broyeurs afin de réduire sa granulométrie de 500 μm à 80 μm et cela pour l'augmentation de la surface d'attaque d'acide sulfurique H_2SO_4 98%, la réaction est d'autant plus facile que la surface offerte aux réactifs est plus grande.

Le broyage se fait par voie humide, un débit d'eau est injecté proportionnellement au débit du phosphate.

Le broyage est donc une opération généralement nécessaire.

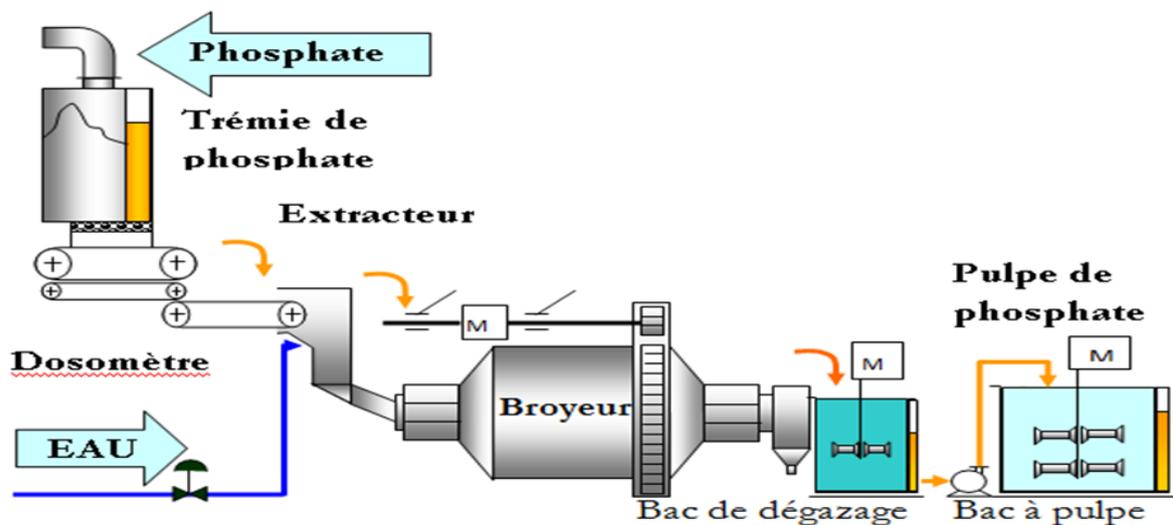


Figure 8: section de manutention et de broyage

iii. L'unité d'attaque filtration

L'unité d'attaque Filtration constitue le cœur du processus de la production au sein de l'atelier phosphorique. En effet elle conditionne le rendement et la qualité de l'acide produit.

Le but de l'attaque filtration est la production de l'acide phosphorique (29% en P_2O_5). Le phosphate broyé est attaqué par l'acide H_2SO_4 en présence d'acide H_3PO_4 (acide de retour) formant ainsi une bouillie.



La bouillie produite s'écoule par débordement dans la cuve de passage.

L'acide H_3PO_4 est obtenu par l'introduction de cette bouillie, à la tête de filtres rotatifs sous vide par une pompe.

Cette section comprend essentiellement :

- ◆ une cuve d'attaque ;
- ◆ un système de refroidissement ;
- ◆ trois cuves de digestion ;

✓ *Cuve d'attaque*

La cuve d'attaque consiste en une cuve circulaire compartimentée.

Chaque compartiment est équipé d'un agitateur à pales, permettant une bonne incorporation des éléments entrants et un bon mélange.

D'autre part, les compartiments de la cuve d'attaque sont communiquant permettant ainsi à la bouillie de circuler d'un compartiment à l'autre avant de passer vers des digesteurs.

La cuve d'attaque dispose d'un flash-cooler avec deux pompes de circulation de grand débit permettant le refroidissement de la bouillie.

Une pulpe de phosphate provenant du bac à pulpe est introduite dans la cuve d'attaque où elle sera attaquée par l'acide sulfurique concentré.

✓ *Système de refroidissement*

Les réactions chimiques se produisant dans la cuve d'attaque étant exothermiques, il est nécessaire de refroidir la bouillie à une température de l'ordre de 78°C pour éviter la prise en masse. Pour cela un flash cooler est mis en place.

✓ *Cuve de digestion*

La bouillie s'écoule de la cuve d'attaque vers la section de digestion qui contient trois digesteurs (cuves cylindriques verticales) placés en série. Ces derniers sont équipés chacun d'un agitateur à double rang de pales hélicoïdales qui permettent de produire un grand débit de pompage, avec une basse consommation énergétique, et éviter la décantation des solides. Ces digesteurs permettent aussi de stocker et d'augmenter le temps de séjour de la bouillie.

✓ *Filtration*

La bouillie d'attaque est acheminée vers deux filtres horizontaux à cellules basculantes sous vide. A la sortie des cellules on obtient l'acide phosphorique 28% P₂O₅ et le gypse. Le gypse est finalement lavé à l'eau de procédé et déchargé, par rotation de la cellule basculante, dans une arrosée d'eau de mer devant servir à son évacuation vers la mer. L'acide phosphorique 28% P₂O₅ est acheminé vers une unité de stockage composée d'un bac de dé-sursaturation, d'un bac de décantation et d'un bac de stockage.

Un lavage des toiles, avant la décharge du gypse, est réalisé au moyen de l'eau chaude. Après la décharge du gypse et le lavage de la toile, cette dernière est séchée au moyen d'un ventilateur de séchage.

✓ *Concentration 54%*

L'acide produit quitte la section à une température de 80°C. Il est conduit vers l'unité de stockage, où il est décanté afin d'éviter la précipitation du gypse.

L'installation de concentration permet par évaporation d'eau, d'élever la teneur en acide de 29% à 54% en P₂O₅.

La chaleur nécessaire à l'évaporation est fournie par la vapeur BP de 4 à 5 bars.

Cette vapeur transmet la chaleur à l'acide, en circulation dans la boucle par l'intermédiaire d'un échangeur.

L'acide produit passe ensuite vers une unité de stockage constituée par deux bacs de désaturation, deux bacs de décantation, deux bacs de stockage et d'un bac de transfert vers la station de chargement des navires.

✓ *Les flux entrants et sortant de l'atelier phosphorique*

L'étude de l'atelier phosphorique permet d'énumérer les variables suivantes afin de les remonter:

**Flux entrant :*

- ◆ Phosphate ;
- ◆ Eau brute ;
- ◆ Acide sulfurique ;
- ◆ Vapeur HP ;

**Flux sortant :*

- ◆ Acide phosphorique 29% ;
- ◆ Acide phosphorique 54% ;

VI. Etude de l'atelier Engrais

Les engrais sont des composés chimiques qui ont pour rôle d'apporter aux plantes les éléments nutritifs dont ils ont besoin. Ces éléments peuvent exister naturellement dans le sol ou y sont apportés artificiellement sous différentes qualités. On peut définir cinq types d'engrais :

TSP : le triple superphosphate, il est produit par réaction de l'acide phosphorique avec le phosphate minérale,

ASP : l'ammoniac superphosphate est très approprié aussi pour la manufacture des engrais à base d'ammoniaque,

DAP et MAP : Le di-ammonium phosphate et le mono-ammonium phosphate contient les deux éléments nutritif azote et phosphore. Ils sont complètement solubles dans l'eau et sont à 100% assimilable par les plantes,

NPK : c'est un mélange d'engrais en proportions appropriées en éléments nutritifs azote, phosphore et potassium.

1. Principe de production des engrais

La fabrication des engrais azotés consiste en une neutralisation de l'acide phosphorique ce qui donne lieu à une réaction exothermique.

Toutefois l'instabilité du phosphate tri-ammoniaque $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ dans les conditions de fabrication amène à limiter la neutralisation par contrôle analytique du rapport molaire.

$$\text{RM} = \frac{\text{Nombre de moles de } \text{NH}_3}{\text{Nombre de moles de } \text{H}_3\text{PO}_4}$$

Le procédé consiste à effectuer la neutralisation en deux étapes :

Une pré-neutralisation de l'acide phosphorique par NH_3 jusqu'à un $\text{RM} = 1,4$ pour le DAP et $\text{RM} = 0,6$ pour le MAP ce qui correspond à une fluidité maximale de la bouillie et des pertes moindre en ammoniac par tension de vapeur.

2. Production du mono-Ammoniac Phosphate MAP

Pour produire le MAP, on a besoin comme matière première de l'acide phosphorique 54% en P_2O_5 , de l'ammoniac liquide 99.5% de concentration et de la vapeur moyenne pression (8.5bar, 200°C). La ligne de production du MAP se compose principalement de :

- ← Un réacteur où s'effectue la réaction de neutralisation de l'acide phosphorique par l'ammoniac ;
- ← Une tour où s'effectue la pulvérisation de la bouillie MAP qu'on a obtenu ;
- ← Un tube sécheur où on sèche le produit MAP après la pulvérisation.

i. Réaction de neutralisation d'acide phosphorique

La réaction consiste en une neutralisation de l'acide phosphorique par l'ammoniac liquide, qui se réalise dans un réacteur agité sous pression par un agitateur pour assurer une turbulence intense à l'intérieur du réacteur.

ii. Pulvérisation de la bouillie

La solution, concentrée en MAP, est pulvérisée sous forme de gouttelettes par la pression du réacteur moyennant un atomiseur, disposé dans la partie supérieure de la tour de pulvérisation. Le tirage naturel du produit est suffisant pour permettre un mouvement des parois empêchant tout collage du produit MAP. Lors de leur chute, à contre-courant avec l'air atmosphérique entrant par la base de la tour, les gouttelettes sont déshumidifiées en petites sphères par cristallisation et refroidissement dus à l'évaporation d'eau, entraînée par l'air atmosphérique.

A la base de la tour, se trouve un racleur qui permet d'évacuer les grains MAP à travers une fente vers un tambour de séchage rotatif. A la partie supérieure de celle-ci, un dispositif de lavage simple est utilisé pour éliminer la poussière contenue dans l'air d'échappement avant son déchargement dans l'atmosphère.

iii. Séchage :

L'opération de séchage joue un rôle très important dans la chaîne de production. Il est nécessaire de réduire l'humidité du produit dans les limites imposées par les caractéristiques de l'air ambiant dans le hall de stockage.

3. Production du phosphate di-ammoniaque DAP

La production du DAP est faite en deux étapes ; la première étape est la production du MAP, la deuxième consiste à produire le DAP dans le processus de la granulation, où est placé un deuxième réacteur tubulaire dans lequel existe l'ammoniac.

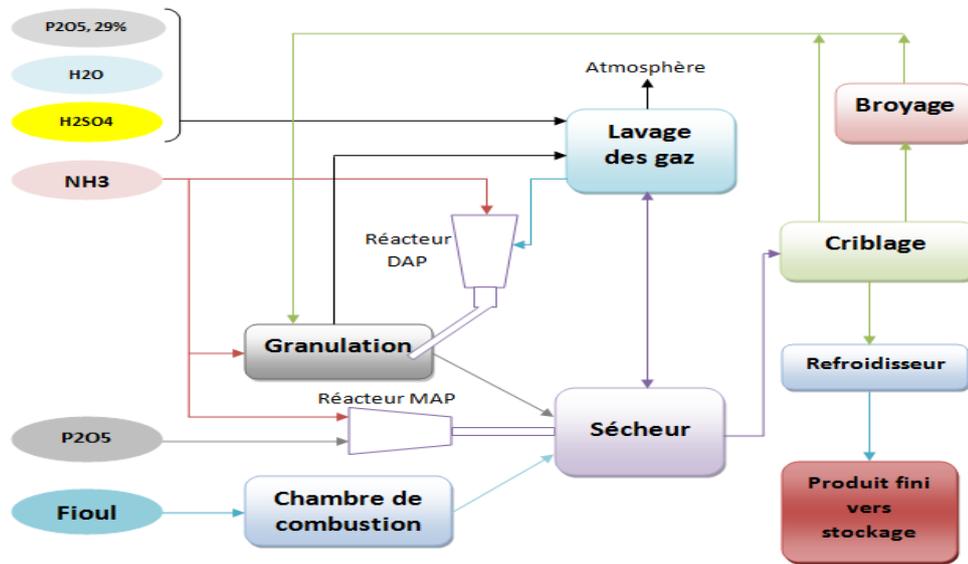


Figure 9: Production des engrais MAP et DAP

4. Production du triple super phosphate TSP

Les TSP est un engrais simple qui ne contient que du P_2O_5 , sa fabrication est basée sur la réaction du phosphate broyé avec l'acide phosphorique pour obtenir le phosphate mono-calcique monohydrate ($Ca (P_2O_5)_2, H_2O$) qui est soluble dans l'eau et par conséquent il est directement assimilable par les plantes.

i. Réaction

Le phosphate broyé est attaqué par l'acide phosphorique 42% en P_2O_5 . Cette réaction est endothermique

ii. Granulation

Après l'attaque du phosphate broyé, la bouillie obtenue est acheminée vers le processus de la granulation qui recouvre le produit. Ce processus facilite la manutention et diminue le risque de prise de masse. Après la granulation, l'humidité du produit granulé est de l'ordre de 10%.

iii. Séchage

Le produit granulé est déversé dans un tube sécheur rotatif muni d'une chambre de combustion qui l'alimente par les gaz chauds. Le rôle de séchage est de diminuer l'humidité du produit granulé afin d'éviter les phénomènes de colmatage des appareils de broyage et criblage, ainsi que la prise en masse au cours du stockage.

5. Flux entrant et sortant de l'atelier Engrais

L'étude de l'atelier phosphorique permet d'énumérer les variables suivantes :



i. Flux entrant

- ◆ Acide phosphorique ;
- ◆ Vapeur HP ;
- ◆ Phosphate ;
- ◆ Fioul ;

ii. Flux sortant

- ◆ MAP, DAP, TSP ;

VII. Conclusion

Au cours de ce chapitre, on a présenté les ateliers de production de l'unité Bunge Maroc Phosphore. Nous avons constaté qu'en plus de la production des engrais, l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique. L'unité produit également de l'énergie électrique à partir de l'énergie thermique de la vapeur, ce qui assure une autonomie en matière d'énergie électrique à l'usine.



Chapitre III

Recensement des équipements

I. Introduction

Dans ce présent chapitre on doit faire un recensement des équipements utilisée ainsi une étude technique des équipements utilisés

II. Les moteurs asynchrones

1. Définition

En raison de leur type de construction robuste et simple et de leur exploitation réclamant une maintenance réduite, les moteurs triphasés asynchrones sont abondamment utilisés dans le commerce, l'industrie et l'artisanat.

Ils sont constitués d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

2. Principe de fonctionnement

Le principe des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives.

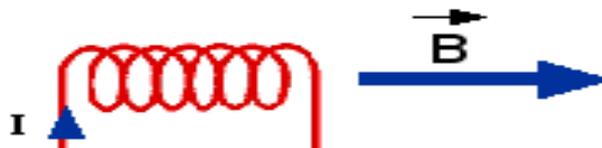


Figure 10 : le champ magnétique

La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique B. Ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont fonction du courant I. C'est une grandeur vectorielle.

Si le courant est alternatif, le champ magnétique varie en sens et en direction à la même fréquence que le courant.

Si deux bobines sont placées à proximité l'une de l'autre, le champ magnétique résultant est la somme vectorielle des deux autres.

Dans le cas du moteur triphasé, les trois bobines sont disposées dans les stators à 120° les unes des autres, trois champs magnétiques sont créés. compte-tenu de la nature du courant.

Le réseau triphasé, les trois champs sont déphasés (chacun à son tour passe par un maximum).le champ magnétique résultant tourne à la même fréquence que le courant soit 50 tr/s.

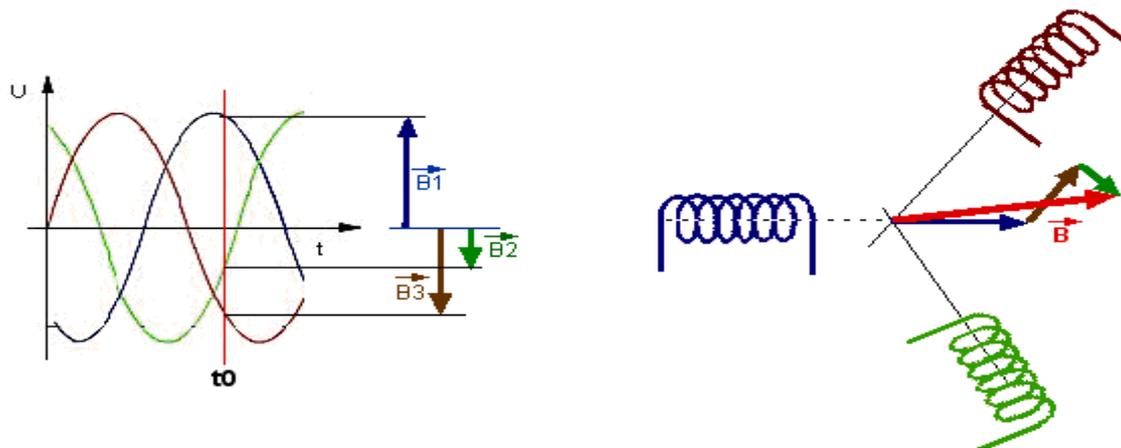


Figure 11 : le champ résultant

Les 3 enroulements statiques créent donc un champ magnétique tournant, sa fréquence de rotation est nommée fréquence de synchronisme. Si on place une boussole au centre, elle va tourner à cette vitesse de synchronisme.

Le stator est constitué de barres d'aluminium noyées dans un circuit magnétique. Ces barres sont reliées à leur extrémité par deux anneaux conducteurs et constituent une « cage d'écureuil ». Cette cage est en fait un bobinage à grosse section et très faible résistance.

Cette cage est balayée par le champ magnétique tournant. Les conducteurs sont alors traversés par des courants de Foucault induits. Des courants circulent dans les anneaux formés par la cage, les forces de Laplace qui en résultent exercent un couple sur le rotor. D'après la loi de Lenz les courants induits s'opposent par leurs effets à la cause qui leur a donné naissance. Le rotor tourne alors dans le même sens que le champ mais avec une vitesse de synchronisme de ce dernier.

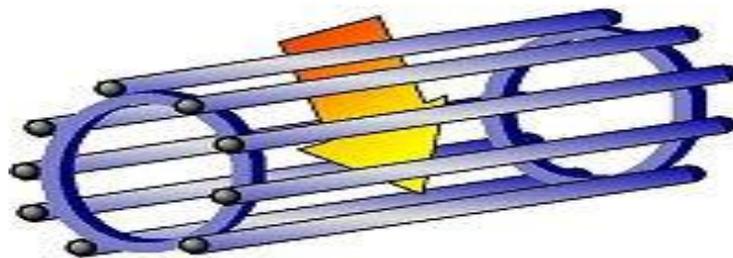


Figure 12: Schéma de principe d'une cage d'écureuil

Le rotor ne peut pas tourner à la même vitesse que le champ magnétique, sinon la cage ne serait plus balayée par le champ tournant et il y aurait disparition des courants induits et donc des forces de Laplace et du couple moteur. Les deux fréquences de rotation ne peuvent donc pas être synchrones d'où le nom de moteur asynchrone

III. Les variateurs de vitesse

1. Définition

Dans sa constitution, le variateur est similaire à un convertisseur de fréquence : il fonctionne de façon analogue.

Il est aussi constitué d'un redresseur et d'un onduleur à transistors à modulation de largeur d'impulsions (MLI) qui restitue un courant de sortie de forme sinusoïdale. Il est fréquent de trouver plusieurs variateurs de ce type alimentés par une même source de courant continu. Ainsi, sur une machine-outil, chaque variateur commande un des moteurs associés aux axes de la machine. Une source commune à courant continu alimente en parallèle cet ensemble de variateurs. Ce type d'installation permet de mettre à disposition de l'ensemble, l'énergie qui proviendrait du freinage de l'un des axes.

Comme dans les convertisseurs de fréquence, une résistance de freinage associée à un hacheur permet d'évacuer l'énergie de freinage en excès.

Les fonctions d'asservissement de l'électronique et les faibles constantes de temps mécaniques et électriques autorisent des accélérations et plus généralement des bandes passantes très élevées, avec en même temps une très grande dynamique de vitesse.

2. Structure, composants des variateurs électroniques

o Structure

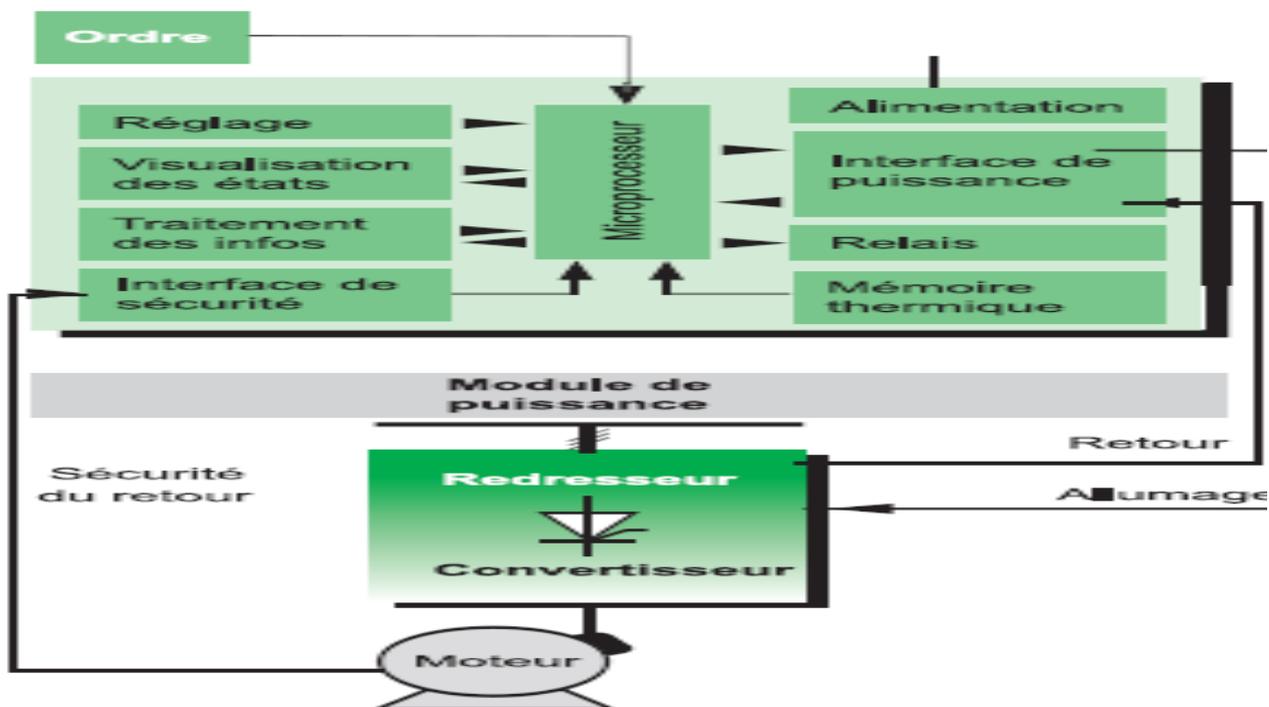


Figure 13: Structure générale d'un variateur de vitesse électronique

Les variateurs de vitesse électroniques sont composés de deux modules généralement regroupés dans une même enveloppe (C Fig.13) :

- un module de contrôle qui gère le fonctionnement de l'appareil,
- un module de puissance qui alimente le moteur en énergie électrique.

** Le module de contrôle*

Sur les démarreurs et les variateurs modernes, toutes les fonctions sont commandées par un microprocesseur qui exploite les réglages, les ordres transmis par un opérateur ou par une unité de traitement, et les résultats de mesure comme la vitesse, le courant, etc.

Les capacités de calcul des microprocesseurs ainsi que des circuits dédiés (ASIC) ont permis de réaliser des algorithmes de commandes extrêmement performants et, en particulier, la reconnaissance des paramètres de la machine entraînée. A partir de ces informations, le microprocesseur gère les rampes d'accélération et de décélération, l'asservissement de vitesse, la limitation de courant, et génère la commande des composants de puissance. Les protections et les sécurités sont traitées par des circuits spécialisés (ASIC) ou intégrées dans les modules de puissance (IPM).

Les réglages (limites de vitesse, rampes, limitation de courant, etc.) se font soit par claviers intégrés, soit à partir d'automates par des bus de terrain ou de PC pour charger des réglages standard. De même, les différents ordres (marche, arrêt, freinage, etc.) peuvent être donnés à partir d'interfaces de dialogue homme/machine, par des automates programmables ou par des PC. Les paramètres de fonctionnement et les informations d'alarme et de défauts peuvent être visualisés par des voyants, des diodes électroluminescentes, des afficheurs à segments ou à cristaux liquides, ou déportés vers des superviseurs par des bus de terrains.

Des relais, souvent programmables, donnent des informations de :

- défaut (réseau, thermique, produit, séquence, surcharge, etc.),
- surveillance (seuil de vitesse, pré alarme, fin de démarrage).

Les tensions nécessaires pour l'ensemble des circuits de mesure et de contrôle sont fournies par une alimentation intégrée au variateur et séparée galvaniquement du réseau.

** Le module de puissance*

Le module de puissance est principalement constitué de :

- composants de puissance (diodes, thyristors, IGBT, etc.),
- interfaces de mesure des tensions et/ou des courants,
- et fréquemment d'un ensemble de ventilation.

- Les composants de puissance.

Les composants de puissance sont des semi-conducteurs fonctionnant en tout ou rien, donc comparables à des interrupteurs statiques pouvant prendre les deux états : passant ou bloqué.

Ces composants, associés dans un module de puissance, constituent un convertisseur qui alimente, à partir du réseau à tension et fréquence fixes, un moteur électrique sous une tension et/ou une fréquence variable.

Les composants de puissance sont la clef de voûte de la variation de vitesse et les progrès réalisés ces dernières années ont permis la réalisation de variateurs de vitesse économiques.

N.B : Les matériaux semi-conducteurs, tels que le silicium, ont une résistivité qui se situe entre celle des conducteurs et celle des isolants.

3. Les principaux modes de fonctionnement

La “ vitesse ” de synchronisme d’un moteur asynchrone triphasé est fonction de la fréquence (alimentation) et du nombre de paires de pôles (constitution) : $N_s = f / p$

Pour un moteur tétra -polaire à 50Hz : $N_s = 50/2 = 25t/s = 1500t/mn$

Le moteur a synchrone aura une vitesse de rotation inférieure à N_s . Pour exprimer l’écart entre “ vitesse ” de synchronisme et vitesse rotor, on définit le glissement :

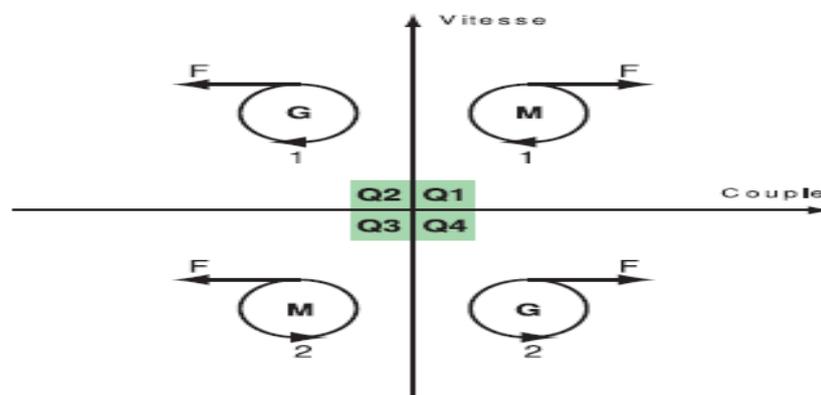
$$g = (N_s - N) / N_s \quad g \text{ est voisin de } 5\%$$

Pour faire varier la vitesse du moteur asynchrone on pourra donc faire varier la fréquence des courants d’alimentation.

Les variateurs de vitesse peuvent, selon le convertisseur électronique, soit faire fonctionner un moteur dans un seul sens de rotation, ils sont alors dits « unidirectionnels », soit commander les deux sens de rotation, ils sont alors dits « bidirectionnels ».

Les variateurs peuvent être « réversibles » lorsqu’ils peuvent récupérer l’énergie du moteur fonctionnant en générateur (mode freinage).

La réversibilité est obtenue soit par un renvoi d’énergie sur le réseau (pont d’entrée réversible), soit en dissipant l’énergie récupérée dans une résistance avec un hacheur de freinage.



Sens de rotation	Fonctionnement	Couple C	Vitesse n	Produit C.n	Quadrant
1 (horaire)	En moteur	oui	oui	oui	1
	En générateur		oui		2
2 (antihoraire)	En moteur			oui	3
	En générateur	oui			4

Figure 14:les situations possibles d’une machine dans son diagramme couplet vitesse

La figure 14 illustre les quatre situations possibles dans le diagramme couple-vitesse d’une machine résumées dans le tableau associé. A noter que lorsque la machine fonctionne en générateur, elle doit bénéficier d’une force d’entraînement. Cet état est notamment exploité pour le freinage. L’énergie cinétique alors présente sur l’arbre de la machine est soit transférée au réseau d’alimentation, soit dissipée dans des résistances ou, pour les petites puissances, dans les pertes de la machine.

➤ *Les fonctions complémentaires des variateurs de vitesse*

i. Les possibilités de dialogue

Pour pouvoir assurer un fonctionnement correct du moteur, les variateurs intègrent un certain nombre de capteurs pour surveiller la tension, les courants du moteur et son état thermique. Ces informations, indispensables pour le variateur, peuvent être utiles pour l'exploitation.

Les variateurs et démarreurs récents intègrent des fonctions de dialogue en tirant profit des bus de terrain. Il est ainsi possible de générer des informations qui sont utilisées par un automate et un superviseur pour la conduite de la machine, les informations de contrôle proviennent de l'automate par le même canal.

Parmi les informations qui transitent citons :

- les consignes de vitesse,
- les ordres de marche ou d'arrêt,
- les réglages initiaux du variateur ou les modifications de ces réglages en opération,
- l'état du variateur (marche, arrêt, surcharge, défaut),
- les alarmes,
- l'état du moteur (vitesse, couple, courant, température).

Ces possibilités de dialogue sont également utilisées en liaison avec un

PC pour pouvoir simplifier les réglages à la mise en route (téléchargement) ou archiver les réglages initiaux.

ii. Les fonctions intégrées

Pour couvrir efficacement bon nombre d'applications, les variateurs disposent d'un nombre important d'ajustages et de réglages comme :

- les temps des rampes d'accélération et de décélération,
- la forme des rampes (linéaires, en S, en U ou paramétrables),
- les commutations de rampes permettant d'obtenir deux rampes d'accélération ou de décélération pour permettre par exemple un accostage en douceur,
- la réduction du couple maximum commandée par une entrée logique ou par une consigne,
- la marche pas-à-pas,
- la gestion de la commande d'un frein pour les applications de levage,
- le choix de vitesses présélectionnées,
- la présence d'entrées sommatives permettant d'additionner des consignes de vitesse,
- la commutation des références présentes à l'entrée du variateur,
- la présence d'un régulateur PI pour les asservissements simples (vitesse ou débit par exemple),
- l'arrêt automatique suite à une coupure réseau permettant le freinage du moteur,
- le rattrapage automatique avec recherche de la vitesse du moteur pour une reprise à la volée,
- la protection thermique du moteur à partir d'une image générée dans le variateur,
- la possibilité de connexion de sondes PTC intégrées au moteur,
- l'occultation de fréquence de résonance de la machine (la vitesse critique est occultée de sorte que le fonctionnement permanent à cette fréquence est rendu impossible),
- le verrouillage temporisé à basse vitesse dans les applications de pompage où le fluide participe à la lubrification de la pompe et évite le grippage.

Ces fonctions, sur les variateurs sophistiqués, se trouvent le plus souvent en standard comme dans l'Altivar (ATV58H) Telemecanique.

iii. Les cartes optionnelles

Pour des applications plus complexes, les fabricants proposent des cartes optionnelles qui permettent soit des fonctions particulières, par exemple le contrôle vectoriel de flux avec capteur, soit des cartes dédiées à un métier particulier.

On trouve par exemple :

- des cartes « commutation de pompes » pour réaliser économiquement une station de pompage comportant un seul variateur alimentant successivement plusieurs moteurs,
- des cartes « multi-moteurs »,
- des cartes « multi-paramètres » permettant de commuter automatiquement des paramètres prédéfinis dans le variateur,
- des cartes spécifiques développées à la demande d'un utilisateur particulier.

Certains fabricants proposent également des cartes automates intégrées dans le variateur permettant des applications simples. L'opérateur dispose alors d'instructions de programmation et d'entrées et sorties pour la réalisation de petits automatismes, là où la présence d'un automate ne se justifie pas.5

4. Le schéma de montage d'un variateur de vitesse

Voir l'annexe A

Schéma d'un variateur de vitesse.

IV. Démarreurs électroniques pour moteurs électriques industriels

1. Définition

Le démarreur est un moteur électrique auxiliaire destiné à lancer un moteur pour lui permettre de démarrer. il présente l'avantage de protéger le moteur contre l'augmentation du courant au cours du démarrage, qui peut atteindre parfois 7 fois le courant nominal, donc son rôle est de le limiter afin de ne pas avoir une surintensité qui va provoquer par la suite, si cette augmentation excessive se répète, un problème au niveau du moteur .

2. Fonction

Permettre le démarrage et éventuellement la variation de vitesse des moteurs électriques tout en protégeant les moteurs contre toutes surintensités et emballements.

3. Types de démarreurs

Deux grandes familles existent :

Moteurs	Types	Fonctions
Pour moteurs à courant continu.	En France Le plus connu est le « RECTIVAR » de Télémécanique	Démarrage et variation de vitesse, il est possible d'asservir celle-ci.
Pour moteurs à courant alternatifs.	Démarreur simple	Démarrage seul
	« ALTIVAR » de télémécanique	Variation de vitesse, il n'est pas possible d'asservir celle-ci.
	« GRADIVAR » de Télémécanique	Démarrage et variation de vitesse, il n'est pas possible d'asservir celle-ci.
	A courant magnétisant et rotorique	Démarrage et variation de vitesse. Il est possible d'asservir vitesse et position
	Pour Moteurs synchrones	Démarrage et variation de vitesse. Il est possible d'asservir vitesse et position

Tableau 2:Types de démarreurs

ii. Forme de l'alimentation fournie au moteur

L'alimentation est fournie par un hacheur de tension qui reconstitue le triphasé, après un redressement plus un filtrage du réseau.

Un circuit spécialisé (et très secret quant à sa structure) calcule les temps de fermeture et d'ouverture de six transistors de type CMOS de puissance.

Ces transistors se comportent comme des interrupteurs.

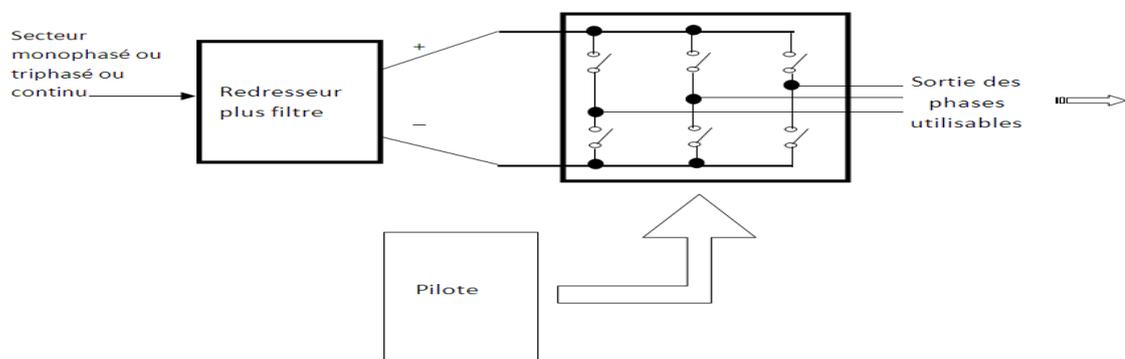


Figure 15:forme de l'alimentation fournie au moteur

- Le pilote grâce à un algorithme ferme au moment où il faut, les interrupteurs ; il n'y a jamais deux interrupteurs en série fermés ensemble, pour éviter le court-circuit.
- La reconstitution de la tension alternative s'effectue en modifiant le rapport cyclique du signal de hachage.
- La tension n'est pas sinusoïdale, mais les bobines du moteur réagissent et l'intensité qui les traverse, tend vers une sinusoïde.

Pour une tension entre deux phases :

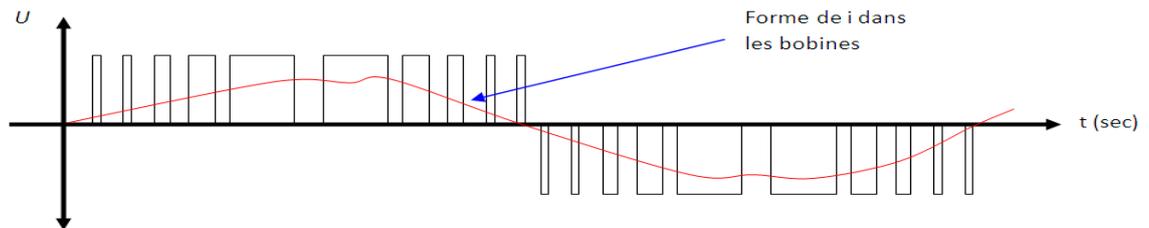


Figure 16: la tension en fonction de temps

Remarque : les deux autres tensions sont bien sûr déphasées de 120° et 240° par rapport à celle dessinée.

4. Le schéma de montage d'un démarreur électrique

Voir l'annexe A

Schéma d'un démarreur électrique.

V. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié l'ensemble des équipements. Suite à cette étude nous avons eu les informations nécessaires pour tirer les solutions techniques adéquates pouvant répondre au notre sujet. Le prochain chapitre s'articulera sur la présentation de problématique aussi les solutions proposées.



Chapitre IV

Problématique & solutions

I. Introduction

Le démarrage en direct sur le réseau de distribution des moteurs asynchrones est la solution la plus répandue et est souvent convenable pour une grande variété de machines. Cependant, elle s'accompagne parfois de contraintes qui peuvent s'avérer gênantes pour certaines applications, voire même incompatible avec le fonctionnement souhaité au niveau de la machine :

- ✓ appel de courant au démarrage pouvant perturber la marche d'autres appareils connectés sur le même réseau,
- ✓ à-coups mécaniques lors des démarrages, inacceptables pour la machine ou pour le confort et la sécurité des usagers,
- ✓ impossibilité de contrôler l'accélération et la décélération,
- ✓ impossibilité de faire varier la vitesse.

Les démarreurs et les variateurs de vitesse suppriment ces inconvénients.

La technologie électronique leur a donné plus de souplesse et a étendu leur champ d'application. Mais encore faut-il bien les choisir.

II. Etudes critique de système actuel

L'objectif de cette partie est de donner un aperçu sur les points faible de system actuel.

1. Description de salle MCC

La salle MCC ou Bass tension comporte des tableaux comportes des colonnes, qui contiennent des tiroirs, des arrives électriques....

Le tableau aussi comporte plusieurs jeux de barre verticale et horizontale permet de transporter l'énergie électrique aux tiroirs...



Figure 17:salle BT

a) Colonnes :

Le tableau intelligent comporte plusieurs colonnes, les deux premières sont spécifiées pour l'ARRIVEE, une NORMAL et l'autre SECOURS, les autres colonnes restantes sont appelées de DISTRIBUTION, car elles sont réservées pour distribuer l'énergie électrique aux différents organes participant à la production.

Ces colonnes sont nommées par ordre alphabétique.

N.B : une autre colonne appelée IHM (interface Homme-Machine) se trouve au début du tableau .elle permet la supervision et assure la communication avec l'utilisateur grâce a un écran afficheur appelé PANEL VIEW.

Pour faciliter la tâche de commande des dispositifs du chantier (moteurs, pompes, ventilateur...) un découpage des colonnes est mis en jeu. Ce découpage a permet d'avoir un certain nombre de tiroirs par colonne. Chaque tiroir est responsable d'un organe.

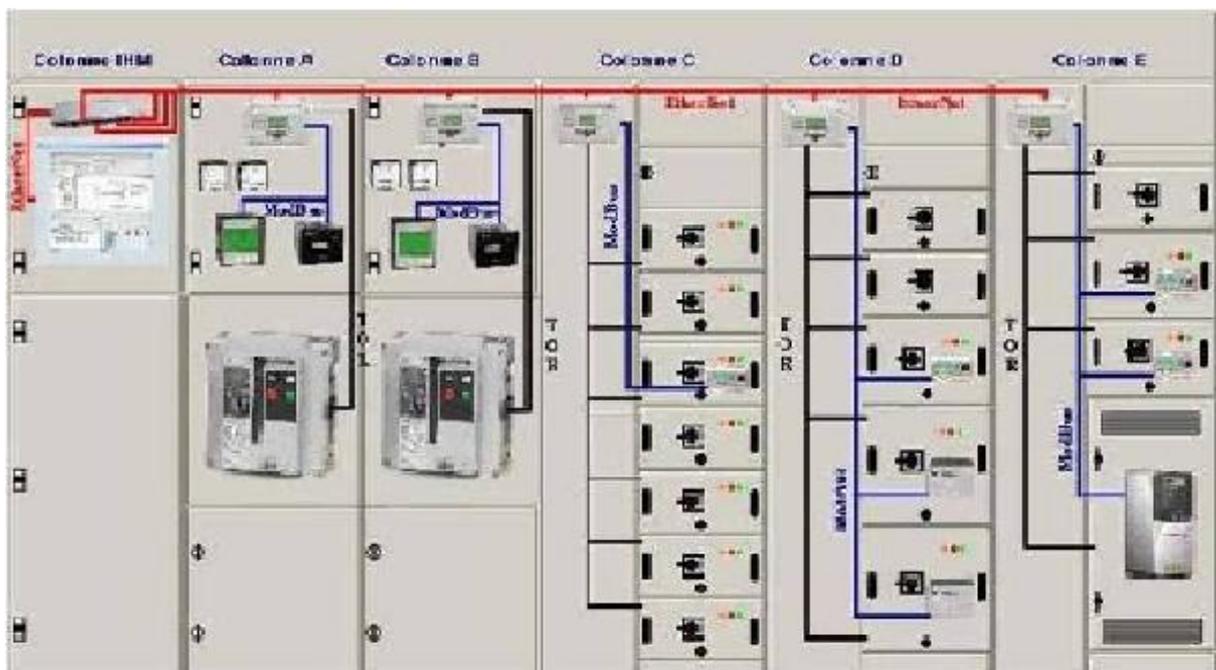


Figure 18:tableau intelligent

b) Les tiroirs :

Il s'agit d'armoires électriques, composées de deux parties :

- ◆ Partie puissance : présentée par les jeux de barres et les câbles électriques. Elle peut aussi intégrer des transformateurs de courant comme de tension (TC/TT), ou des TOR.
- ◆ Partie commande : nommée ainsi car elle regroupe plusieurs appareil de commande et de protection, tel que disjoncteur, contacteur, BP...

Types de tiroir :

On distingue deux types de tiroirs :

Le premier type DEPART MOTEUR, et le deuxième DAPART DISONCTEUR.

Les départs moteurs sont caractérisés par la présence de 3 lampes de signalisation (lampes témoins) :

Rouge : Arrêt.
Verte : Marche.
Jaune : Défaut.

Relais de protection
NDIN-MA

Marche Disjoncteur



Figure 19:tiroire électrique

Il comprend quatre fonctions de base :

- ✓ le sectionnement ;
- ✓ la protection contre les court-circuits ;
- ✓ la protection contre les surcharges ;
- ✓ la commutation ou commande (marche - arrêt).

Il est constitué de :

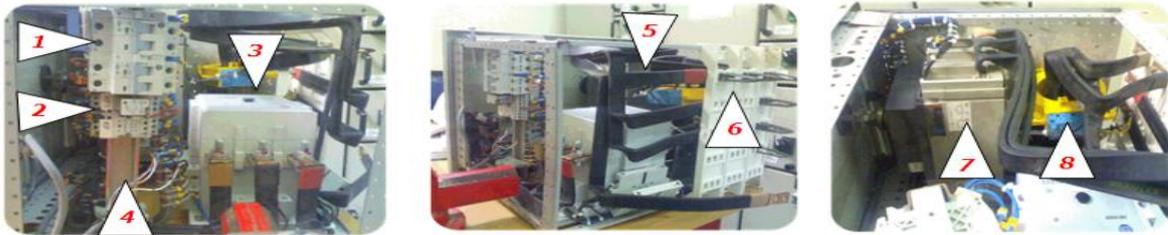


Figure 20:les constitutions d'un tiroir

- | | | |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 Disjoncteur | 4 Raie | 7 Disjoncteur déclencheur |
| 2 Relais de défaut | 5 Jeux de barre | 8 TOR |
| 3 contacteur 200 kW | 6 Broche d'alimentation | |

c) Les jeux de bars

Dans la distribution électrique un jeu de barres désigne un conducteur de cuivre ou d'aluminium qui conduit de l'électricité dans un tableau électrique, à l'intérieur de l'appareillage électrique ou dans un poste électrique.



Figure 21:jeux de barre

Il assure le transport d'énergie électrique entre les éléments (tiroirs, cellule, armoire électrique, générateur, transformateur...)

2. Analyse du fonctionnement de démarrage directe

a) Partie puissance

La tension 660V-3PH traverse une boîte à fusibles. Chaque fusible a un calibre de 500A et de type AM .le démarreur est donc en état de marche.

Un TOR branché sur les trois phases permet une lecture du courant au niveau de l'afficheur 825-P.

Le relais de protection 825MCM630 monté en aval du démarreur et en amont du moteur assure la protection de ce dernier.

Un TC (transfo de courant) donne l'image du courant à un ampèremètre analogique qui se trouve sur la façade de l'armoire.

Un PTC contrôle la température du moteur, et envoie son information vers l'afficheur externe à travers les broches T1 et T2.

b) Partie commande

Un transformateur 660V/220V.500VA fournit l'énergie 220VAC au Bloc de commande à travers Q1 (2A) et Q3 (4A).

La première branche de ce bloc regroupe les différents défauts qui peuvent perturber le fonctionnement.

Puisque le démarreur est ON, donc D1 est fermé, le contact KF2 se ferme aussi (salle DCS), par conséquent le relais thermique RT1 permettra d'exciter le relais auxiliaire KF1 (défaut disjoncteur).

A cet effet, tous les défauts sont désactivés, et par suite le contacteur KM1 va se fermer.

Le KM1 étant un BY-PASS, il court-circuite le démarreur, c'est-à-dire que ce dernier ne va plus intervenir par la suite.

3. Les inconvénients de démarrage direct

a) Au démarrage

Les moteurs triphasés asynchrones réclament un fort courant de démarrage direct $I(démar)$ en fonction du modèle utilisé ce courant peut atteindre une valeur de de 3 à 15 fois supérieure à celle du courant d'emploi assigné comme valeur de base on peut utiliser une valeur de 7 à 8 fois supérieure à celle du courant assigné au moteur . Ceci présente l'inconvénient suivant

- une plus grande charge pour le réseau d'alimentation électrique.
- Démarrage brusque : déconseillé si le démarrage doit être doux et progressif (tapis, transporteur, etc. ...)

Pour le couple de démarrage et le couple de décrochage on peut en général considérer un couple de 2 à 4 fois supérieur au couple assigné pour l'appareil consommateur cela signifie la présence de contraintes mécaniques, sur la machine et les produits transportés. Ceci présente les inconvénients suivants :

- la mécanique de la machine est plus fortement sollicitée.
- accroissement pour l'application des coûts dus à l'usure et à la maintenance.

b) *Au changement de vitesse*

- ✓ Les convertisseurs de fréquence peuvent alimenter des moteurs standards. Sans précaution particulière, si ce n'est le déclassement à basse vitesse dans le cas de la motrice moto ventilée.
- ✓ Il sera toujours préférable, cependant, de choisir le moteur ayant le meilleur rendement et le plus haut cosφ. Dans les faibles puissances, le choix d'un moteur variateur synchrone peut être judicieux en raison du rendement supérieur de cette association. La différence de prix d'achat est en effet rapidement amortie.

4. Critères de choix

La gravité des arrêts et l'importance des pertes réagissent sur le choix des moteurs qui nécessitent une autre astuce de démarrage contre le démarrage direct.

a) *Installation d'un variateur de vitesse :*

Les moteurs fonctionnent à leurs états nominaux, par contre les pompes fonctionnent avec un débit variable ce qui engendre une perte d'énergie électrique.

Le variateur de vitesse offre une réponse performante et fiable à l'objectif réglementaire de précision d'arrêt et de maintien à niveau. Il procure, de plus, des avantages tels que :

- Une progressivité des accélérations et décélérations de la cabine permettant de supprimer les à-coups désagréables.
- Une bonne précision d'arrêt à vide et en charge et une bonne fiabilité de cette précision d'arrêt,
- Un dépannage plus rapide par l'insertion d'outils de diagnostic de défaut (ou panne)
- Des économies d'énergie. Ces économies peuvent être réalisées sur la part fixe du contrat avec le fournisseur d'énergie (diminution de la puissance souscrite) et sur la consommation. Cette dernière est substantielle pour les ascenseurs ayant un fort trafic, comme dans le cas des immeubles du secteur tertiaire ou immeubles d'habitation de grande hauteur; elle est moins significative pour les immeubles d'habitation de faible hauteur.
- Une amélioration du confort acoustique pour les locaux situés à proximité de la machinerie

b) *Installation des démarreurs électriques*

Le choix est guidé par des critères économiques et techniques qui sont :

- ◆ les caractéristiques mécaniques,
- ◆ les performances recherchées,
- ◆ la nature du réseau d'alimentation électrique,
- ◆ l'utilisation du moteur existant dans le cas d'un rééquipement,
- ◆ la politique de maintenance de l'entreprise,
- ◆ le coût de l'équipement,

Le choix d'un démarreur sera lié :

- ◆ au type d'utilisation : souplesse au démarrage

- ◆ au type de moteur asynchrone
- ◆ à la puissance de la machine
- ◆ la puissance de la ligne électrique
- ◆ la gamme de vitesse requise pour l'application.

III. Solution choisie

Parmi les 500 moteurs installés à l'atelier engrais fonctionnent entre la puissance de 0.75 et 700 KW, on a constaté que certains moteurs nécessitent des solutions autres que le démarrage direct. Pour ces derniers on a choisi d'éliminer le démarrage direct de certains moteurs et le remplacer par variateur ou un démarreur suivant le cas.

Les démarreurs et les variateurs de vitesse ont permis d'éviter le phénomène de surintensité au cours du démarrage des moteurs, car le courant de démarrage peut atteindre parfois 8 fois le courant nominal, ce qui présente un inconvénient pour l'installation.

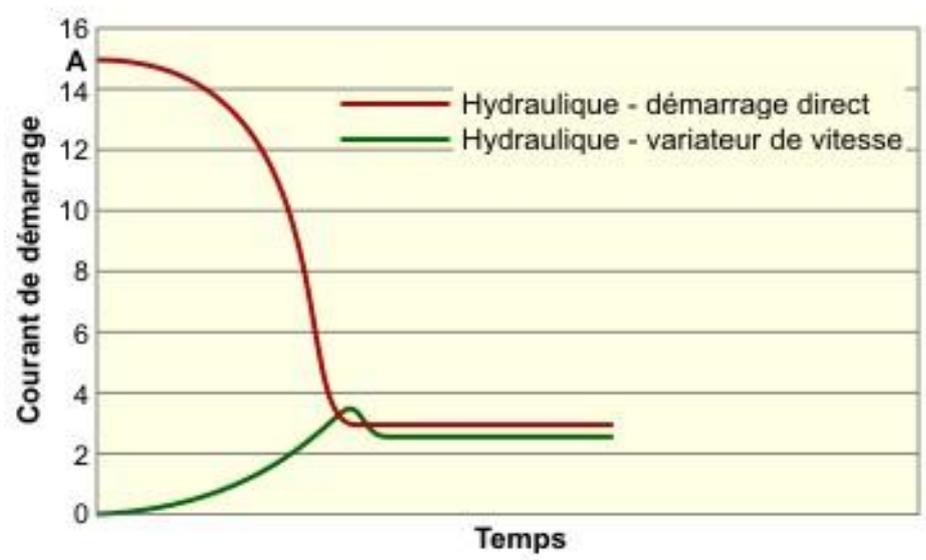


Figure 22: Courbe du courant de démarrage

1. Les variateurs de vitesse

Les moteurs fonctionnent à leurs états nominaux, par contre les pompes fonctionnent avec un débit variable ce qui engendre une perte d'énergie électrique.

a) *Ligne de production 306 :*

Le tableau suivant donne les caractères techniques des différents moteurs qui nécessitent des variateurs de vitesse dans la ligne de production 306.

Repère	Désignation	P(KW)	U(V)	I(A)	Cosφ	Vitesse
306-P-02A-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	80	0.86	1488
306-P-02B-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488
306-P-04A-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488
306-P-04R-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488

Tableau 3:liste des moteurs de la ligne de production 306

b) *Ligne de production 307 :*

Le tableau suivant donne les caractères techniques des différents moteurs qui nécessitent des variateurs de vitesse dans la ligne de production 307.

Repère	Désignation	P(KW)	U(V)	I(A)	cosφ	Vitesse
307-P-02A-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	80	0.86	1488
307-P-02B-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488
307-P-04A-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488
307-P-04R-M01	moteur électrique LOHER 140 KW	140	660 D	148	0.86	1488

Tableau 4: liste des moteurs de la ligne de production 307

2. Les démarreurs électriques

Pour corriger les erreurs mentionnées auparavant au démarrage ; comme la perturbation de production ou arrêts indésirables nous avons choisi d'éliminer le démarrage direct, et la remplacer par un démarrage avec démarreur électrique.

Dans le tableau suivant nous citons les différents moteurs qui nécessitent un démarrage indirect et leurs caractères techniques

Repère	Désignation	P(KW)	U(V)	I(A)	Cosφ	Vitesse
309-T-06-M01	convoyeur	132	660	80	0.85	1485
306-T-05-M01	convoyeur	132	660	80	0.85	1485
309-Z-01-M01	gratteur	777,34	660	500	0.85	1485
310-T-04-M01	convoyeur	132	660	80	0.85	1485
310-T-05-M01	convoyeur	132	660	80	0.85	1485
310-Z-01-M01	gratteur	612,16	660	400	0.85	1485
306-T-02-M01	moteur électrique SIEMENS 90 KW	90	660 Y	80	0.87	1485
307-T-02-M01	moteur électrique SIEMENS 90 KW	90	660 Y	80	0.87	1485

Tableau 5:liste des moteurs qui nécessite un démarreur électrique

IV. Avantage de la solution

1. Nature de la charge

Les convertisseurs de fréquence s'imposent pour le réglage de débit des pompes et ventilateurs en raison de la caractéristique de couple de ces charges.

L'usage de variateurs de vitesse par rapport à des fonctionnements tout ou rien ou à des systèmes de réglage faisant appel à des vannes, des volets ou des clapets permet des économies substantielles d'énergie. La documentation des constructeurs donne des exemples de calcul d'économie d'énergie permettant d'estimer le retour sur investissement. Cette économie ne peut être évaluée qu'en connaissant parfaitement l'application et les spécialistes des constructeurs sont en mesure de guider le choix de l'utilisateur.

2. Réduction de la maintenance

Les convertisseurs de fréquence et les démarreurs électroniques effectuent un démarrage progressif qui élimine les contraintes mécaniques imposées à la machine pouvant ainsi être optimisée directement à la conception.

Dans le cas de la commande multi-moteur (ex. station de pompage), une gestion appropriée des moteurs permet d'équilibrer les heures de fonctionnement de chacun d'entre eux et d'augmenter la disponibilité et l'endurance de l'installation

V. Conclusion

Le choix d'un variateur de vitesse ou un démarreur étant intimement lié à la nature de la charge entraînée et aux performances visées, toute définition et recherche d'un variateur de vitesse doivent passer par une analyse des exigences fonctionnelles de l'équipement, puis des performances requises pour le moteur lui-même. La documentation des fournisseurs de variateurs de vitesse et des démarreurs fait également abondamment mention de couple constant, couple variable, puissance constante, contrôle vectoriel de flux, variateur réversible, etc. Ces désignations caractérisent toutes les données nécessaires pour retenir le type de variateur le plus adapté. Un choix incorrect de variateur peut conduire à un fonctionnement décevant.



Chapitre V

Étude de rentabilité du projet

I. Introduction

Les exigences économiques jouent un rôle très important pour l'installation d'un projet pour cela dans ce chapitre on évaluera le coût total de notre solution ainsi que les gains qui peuvent être réalisés en adoptant cette solution

II. Etude de rentabilité du projet

On peut décomposer la rentabilité de ce projet à deux catégories majeures.

La première catégorie concerne le cout direct d'investissement comme le cout d'équipement installée, le cout de pièces de rechange et aussi le cout de la maintenance. L'autre catégorie concerne le cout indirect d'installation

1. Analyse du coût d'investissement

a) Coût d'équipements

i. Pour Variateur de vitesse :

- ✓ Le cout de variateur de vitesse compris plus de cout d'achat d'un variateur de vitesse mais aussi le cout d'installation et les couts des équipements d'armoire.
- ✓ La puissance et la marque peuvent influencer au cout total des variateurs.
- ✓ Suivie d'une ancienne installation au sien de Bunge Maroc Phosphore on peut avoir une idée sur le coût générale d'installation des nouveaux équipements.
- ✓ Le tableau suivant donne une estimation sur le cout total d'installation du variateur de vitesse

désignation	Qté	Prix unitaire (dh)	Prix total (dh)
variateur de vitesse pour moteur asynchrone 140 kW	5	96000,00	480000,00
variateur de vitesse pour moteur asynchrone 140 kW	5	96000,00	480000,00
Formation et assistance à la mise en service	Ens	800000,00	800000,00
Armoire & Equipements supplémentaires	10	30000,00	300000,00
Frais d'installation	Ins	200000,00	200000,00
total			2260000,00

Tableau 6:cout total d'installation des variateurs de vitesse

ii. Pour les démarreurs électriques :

- ✓ Le cout de démarreurs compris plus de cout d'achat d'un variateur de vitesse mais aussi le cout d'installation et les couts des équipements d'armoire.
- ✓ La puissance et la marque peuvent influencer au cout total.

- ✓ Suivie d'une ancienne installation au sien de Bunge Maroc Phosphore on peut avoir une idée sur le coût générale d'installation des nouveaux équipements.
- ✓ Le tableau suivant donne une estimation sur le cout total d'installation du démarreur

désignation	Qté	Prix unitaire (dh)	Prix total (dh)
Démarreur pour moteur asynchrone 90 kW	2	22476,00	44952,00
Démarreur pour moteur asynchrone 132 kW	4	47277,00	189108,00
Démarreur pour moteur asynchrone 800 kW	2	83037,00	166074,00
Formation et assistance à la mise en service	Ens	400000,00	400000,00
Armoire & Equipements supplémentaire	8	30000,00	240000,00
Frais d'installation	Ins	200000,00	200000,00
Total			1240134,00

Tableau 7:cout total d'installation des démarreurs

b) *Cost de pièces de rechange*

Ce coût est dû essentiellement aux différentes pièces de rechange dont on aura besoin pendant toute la durée de vie de l'ouvrage (consommables, PDR pour la maintenance préventive, remplacement d'un équipement défaillant à cause d'un éventuel défaut survenu au niveau de l'interconnexion)

Sur la base des équipements d'interconnexion, On estime ce cout à 1 000 000 DH.

Voir l'annexe B

c) *Frais annuels de maintenance*

La maintenance joue dans ces dernières années un rôle très importance dans l'industrie.

Dans BMP on a deux types de frais de maintenances :

-contact avec une entreprise de maintenance électrique

-agents interne d'OCP

Un planning de maintenance préventive doit être établi en vue de durée de vie de l'interconnexion. On estime le cout annuel de ces travaux de maintenance à 100 000 DH.

2. Analyse financière

a) *Cost d'énergie consommée*

i. *Au démarrage :*

Au démarrage directe on consomme 6* la puissance nominale pendant 5 seconde c'est un perd d'énergie couteuse, mais lorsque on utilise un démarreur ou un variateur on peut réduire la moitié c'est un gain économique.

ii. Au changement de vitesse :

Dans l'atelier d'engrais la plus part des moteurs travaille à un débit de 100% par contre les pompes travaille avec un débit variable ce qui résulte une perte d'énergie consommée.

Le logiciel ECO8 permet de calculer l'énergie consommée et l'économie annuelle d'installation
Les figure suivant donne une vue générale sur le démarche à suivre :

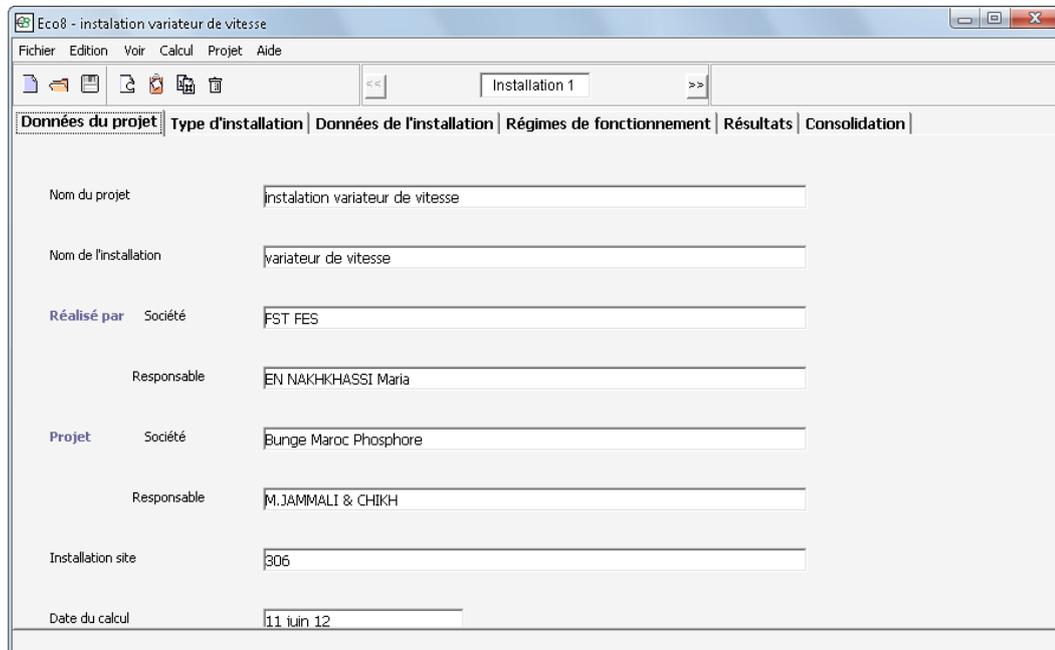


Figure 23: données de projet

D'abore, il faut entrer les données du projet comme le nom du projet ,l'installation site, le nom de realisateur ,ect...

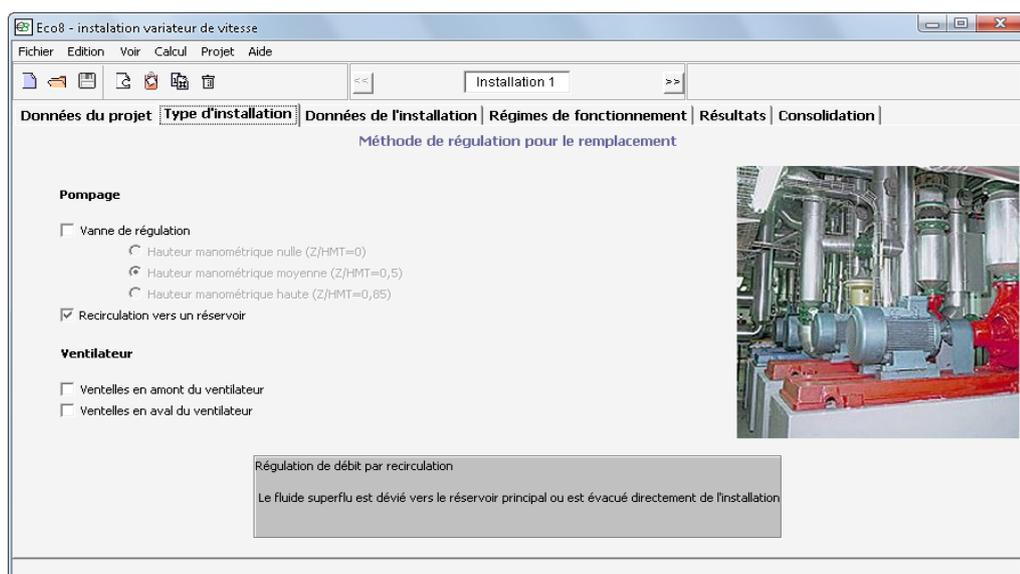


Figure 24:type d'installation

Après, il faut entrer le type d'installation (pompe ou ventilateur)

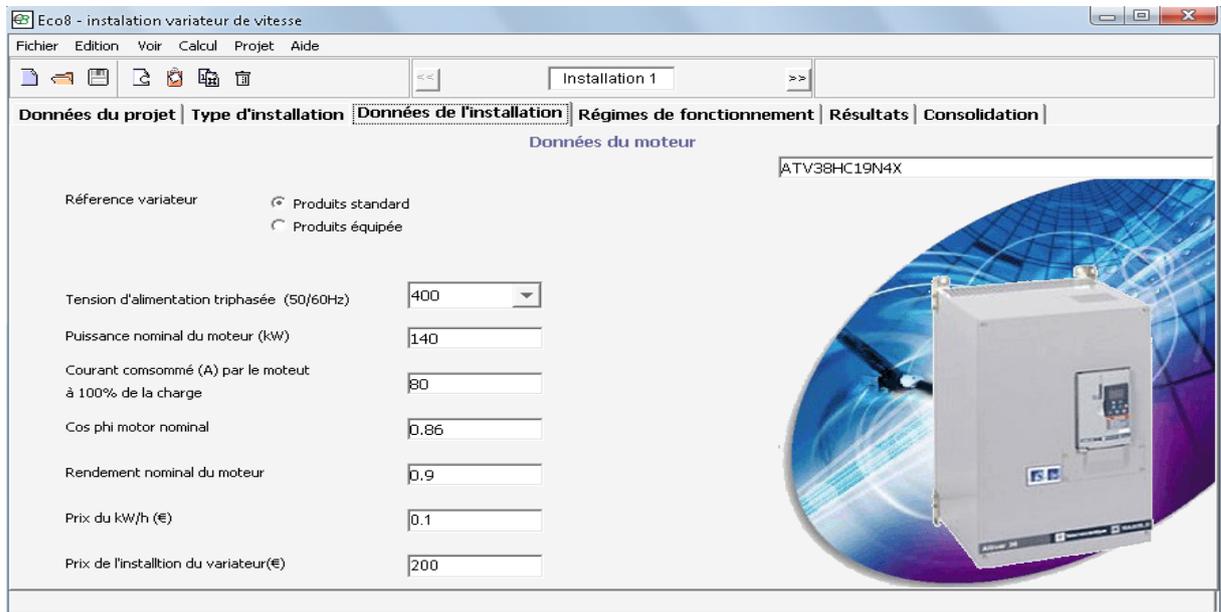
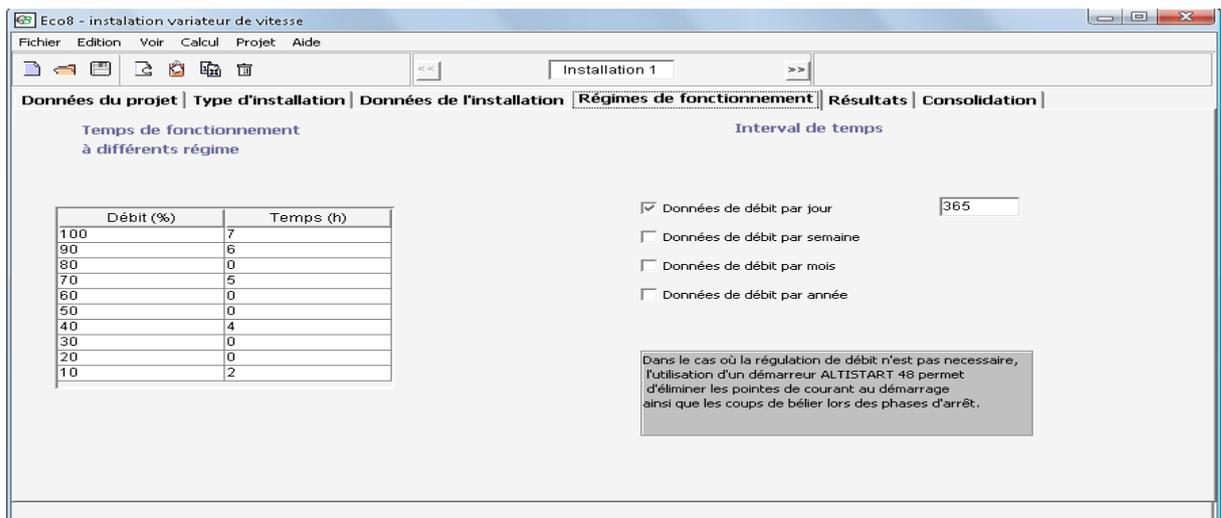


Figure 25:Données de l'installation

En suit, on tape les données de l'installation comme le courant, la tension, la puissance, le prix du KW/h ,etc....



Débit (%)	Temps (h)
100	7
90	6
80	0
70	5
60	0
50	0
40	4
30	0
20	0
10	2

Figure 26:Régime de fonctionnement

Dans l'étape de régime de fonctionnement on entre le débit de cette pompe et l'intervalle du temps.

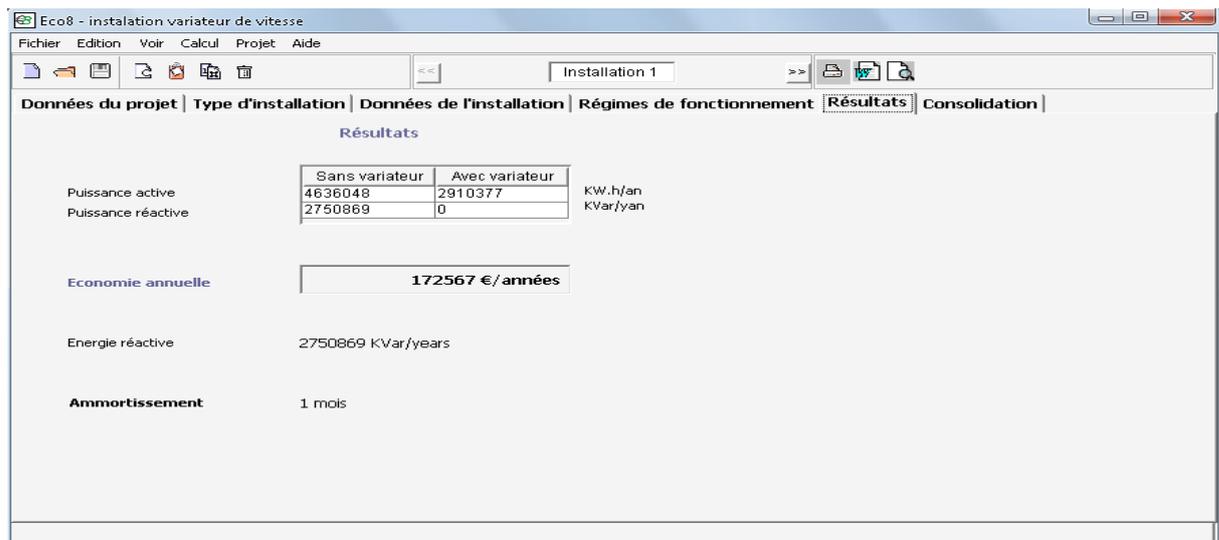


Figure 27:Résultats

Finalement, dans cette étape de résultats le logiciel calcule le cout d'installation, le cout d'économie d'énergie annuelle, et aussi l'amortissement du projet.

D'après les résultats (voir l'annexe C) on peut dire que l'installation d'un variateur de vitesse permet d'économie au totales 20000000 KW/an ce qui nous permet d'économie presque 20 million DH/an

b) La durée de vie de projet

La durée de vie du projet n'est autre que la durée de vie du matériel. Le matériel constituant l'interconnexion fabriqué, selon les fournisseurs habituels du Groupe OCP, de telle façon à tenir au moins 30 ans.

c) Taux d'actualisation

L'actualisation consiste à ramener sur une même base des flux financiers non directement comparables qui se produisent à des dates différentes. Cela permet non seulement de les comparer mais également d'effectuer sur eux des opérations arithmétiques.

En effet un Dirham d'aujourd'hui n'est pas un dirham de demain que ça soit en termes de valeur, de risque (un Dirham d'aujourd'hui est entre nos mains, celui de demain est supposé existant). On fixe ce taux à 10%.

VI. Conclusion

L'étude économique menée au cours de ce chapitre a montré l'efficacité de la solution proposée. Cette solution nécessite un investissement global de 1,2 Millions de DH, et permettra d'augmenter la disponibilité des lignes de production, aussi augmentera la durée de vie des moteurs électrique .Soit un taux de retour d'investissement de deux mois.



Chapitre VI

PLAN DE MAINTIENANCE PREVENTIVE

I. Introduction

Le rôle croissant de la maintenance dans les différentes branches de l'industrie, du grand et du petit tertiaire conduit le technicien à intervenir sur des équipements de plus en plus diversifiés et demandant des connaissances accrues dans toutes les technologies.

II. Généralités sur la maintenance

1. Définition de la maintenance

D'après l'Afnor (NF X 60-010) : «La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité.

2. Types de maintenance

1. La maintenance corrective

C'est une maintenance effectuée après la détection d'une défaillance et destinée à remettre un bien dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement. C'est donc une maintenance qui remet en état mais qui ne prévient pas la casse. Elle réagit à des événements aléatoires, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'a pas été pensée. Ces activités englobent deux types d'interventions :

- ◆ Les interventions palliatives (dépannage):

Elles remettent l'équipement en état de fonctionnement provisoirement. Cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère temporaire qui devront être suivies d'actions curatives.

- ◆ Les interventions curatives (réparation) :

Elles réparent l'équipement d'une manière définitive. Ces activités peuvent être des réparations, des modifications ou des remplacements ayant pour objet de supprimer les défaillances.

2. La maintenance préventive

i. Définition

Dans la définition de la maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de maintenance effectuées préventivement. La maintenance préventive s'oppose en cela à la maintenance corrective déclenchée par des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance.

La maintenance préventive comprend :

- ✓ Les contrôles ou visites systématique,
- ✓ Les expertises, les actions et les remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites,
- ✓ Les remplacements systématiques,
- ✓ La maintenance conditionnelle ou les contrôles non destructifs.

La maintenance préventive ne doit pas consister à dire à un agent de maintenance : «allez voir si l'état de tel organe est bon » au moyen d'une liste des points à examiner. Dans ce cas, si l'état est bon, on ne dit rien ; s'il n'est pas bon, il faut intervenir de suite, ce qui nécessite forcément une disponibilité en pièces de rechange. Il s'agit d'une détection d'anomalie et non de maintenance préventive.

Au contraire la maintenance préventive doit consister à suivre l'évolution de l'état d'un organe, de manière à prévoir une intervention dans un délai raisonnable (1 mois par exemple) et l'achat des pièces de remplacement nécessaires.

ii. Différents type de maintenance préventive

◆ Maintenance systématique

Elle correspond à l'ensemble des actions destinées à restaurer, totalement ou partiellement, la marge de résistance des matériels non défaillants. Elle comprend le remplacement systématique de certains composants critiques en limite d'expiration de leur durée de vie, le remplacement de composants peu coûteux pour éviter les dépenses d'évaluation de leur état et l'essentiel des opérations de service(Remplacement des filtres, du fluide,...).

◆ Maintenance conditionnelle

Elle est effectuée sur la base de critères d'acceptation préétablis, suite à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs. Elle admet toutefois que l'équipement puisse continuer à fonctionner en dépit de l'occurrence de défaillances progressives, tant que celles-ci n'ont pas atteint les limites spécifiées.

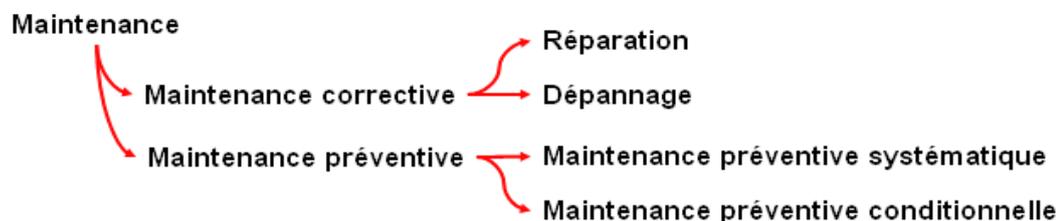


Figure 28:diagramme qui résume les types de la maintenance

iii. Objectifs visés par la maintenance préventive

◆ Améliorer la fiabilité du matériel

La mise en œuvre de la maintenance préventive nécessite les analyses techniques du comportement du matériel. Cela permet à la fois de pratiquer une maintenance préventive optimale et supprimer complètement certaines défaisances.

◆ Garantir la qualité des produits

La surveillance quotidienne est pratiquée pour détecter les symptômes de défaillance et veiller à ce que les paramètres de réglage et de fonctionnement soient respectés. Le contrôle des jeux et de la géométrie de la machine permet d'éviter les aléas de fonctionnement.la qualité des produits est ainsi assurée avec l'absence des rebuts.

- ◆ Améliorer l'ordonnancement des travaux

La planification des interventions de la maintenance préventive, correspondant au planning d'arrêt machine, devra être validée par la production. Cela implique la collaboration de ce service, ce qui facilite la tâche de la maintenance.

Les techniciens de maintenance sont souvent mécontents lorsque le responsable de fabrication ne permet pas d'arrêt de l'installation alors qu'il a reçu un bon de travail pour l'intervenir. Une bonne coordination prévoit un arrêt selon un planning défini à l'avance et prend en compte les impossibilités en fonction des impératifs de productions.

- ◆ Assurer la sécurité humaine

La préparation des interventions de maintenance préventive ne consiste pas seulement à respecter le planning. Elle doit tenir compte des critères de sécurité pour éviter les imprévus dangereux.

Par ailleurs le programme de maintenance doit aussi tenir compte des visites réglementaires.

- ◆ Améliorer la gestion des stocks

La maintenance préventive est planifiable. Elle maîtrise les échéances de remplacements des organes ou pièces, ce qui facilite la tâche de gestion des stocks ; on pourra aussi éviter de mettre en stock certaines pièces et ne les commander que le moment venu.

- ◆ Respect de l'environnement

Le service de maintenance est impliqué dans les dégradations portées à l'environnement : de vapeurs et de fumées, rejets d'eaux usées, bruit, dégradation du paysage, etc. Ces nuisances impliquent l'entreprise au niveau civique et au niveau de son image de marque, bien entendu, mais également au niveau de son existence, car des écarts importants vis-à-vis des normes peuvent amener les inspecteurs de l'environnement à arrêter une unité de production, avec tout ce que cela comporte comme conséquences économiques et sociales. Cette implication de la maintenance se traduit de deux manières : conduire des actions vis-à-vis des nuisances existantes et surveiller les organes qui peuvent occasionner de nouvelles nuisances (état des vannes, des filtres, des canalisations...)

iv. En résumé

Pour éviter les pannes il faut effectuer de la maintenance programmée (révision). Elle correspond à des activités « lourdes » de maintenance programmée sur des périodes déterminées. Elles sont souvent sou traitées, car elles nécessitent un personnel important.

- ◆ Elles requièrent un personnel de haute technicité

- ♦ Elles doivent être coordonnées, car de nombreux corps de métier doivent cohabiter simultanément sur les mêmes lieux ou les mêmes équipements.

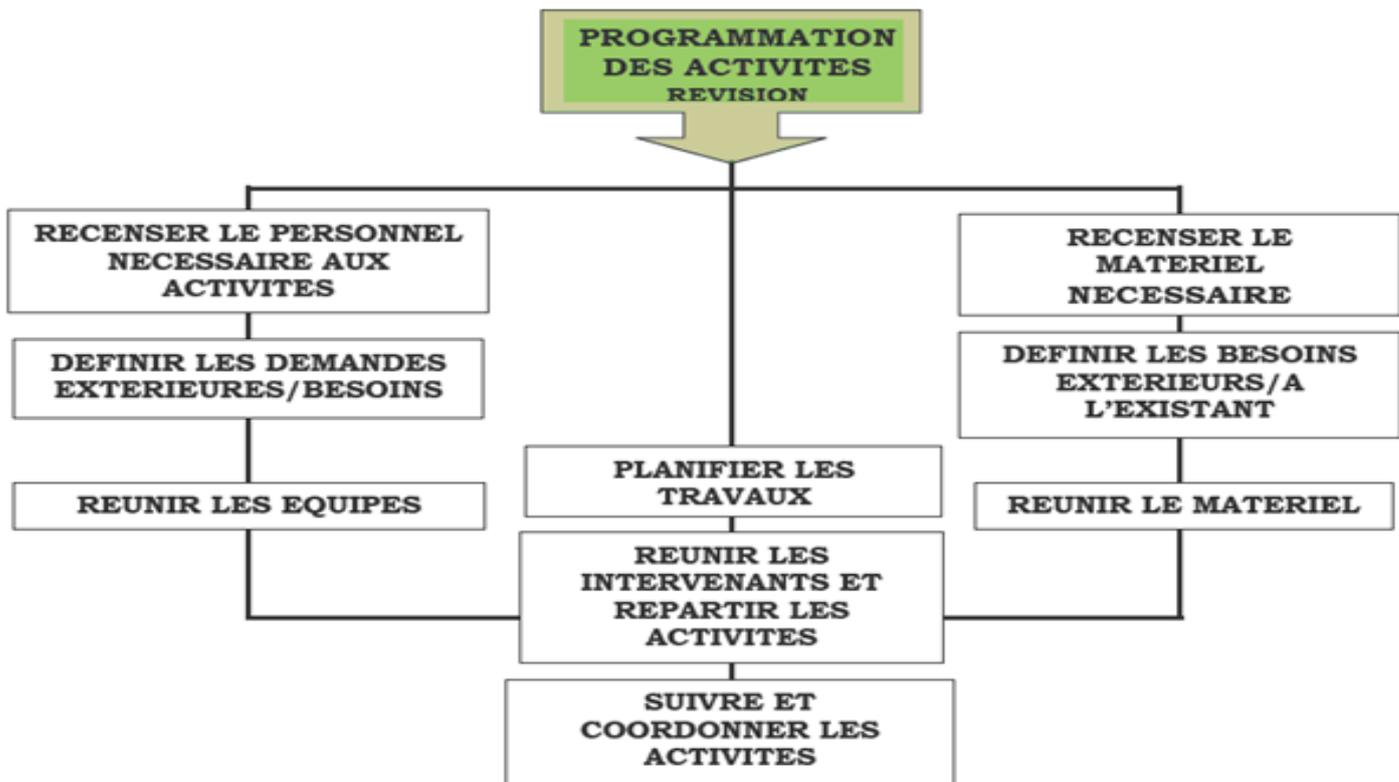


Figure 29: diagramme des étapes de la programmation des activités de révision

III. Elaboration d'un plan de maintenance préventive

1. Introduction

L'élaboration d'un plan de maintenance se fait au niveau d'une unité de maintenance. Elaborer un plan de maintenance préventive, c'est décrire toutes les Operations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chaque organe .La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant tous les organes de la décomposition fonctionnelles et en tenant compte de leur technologie, de leur environnement (sec, humide, poussière, chaud, non couvert, etc.), de leur utilisation, de leur probabilité de défaillance et de leur impact sur la production et sur la sécurité (humaine et matérielle).

L'affectation des opérations de visite ou de contrôle a comme objectif de détecter les effets des dysfonctionnements qui peuvent arriver sur chacun de ces organes. Il faut donc avoir connaissance de la nature, de la gravité et de la probabilité d'apparition des défaillances.

Pour chaque organe, lors de l'affectation des opérations et de la définition des périodicités, on se pose la question « Est-ce nécessaire et suffisant ? » afin de conforter la réflexion.

Lorsque la fréquence des contrôles est élevée, en raison de la probabilité importante de l'apparition de défaillances, on devra tenter de trouver la solution pour éliminer complètement ce dysfonctionnement.

Les différentes sources qui nous aident à définir les opérations de maintenance préventive sont :

- ✓ Les documents techniques constructeurs ;
- ✓ L'expérience de chacun et du rédacteur ;
- ✓ Les historiques de la machine concernée et éventuellement celles des machines de même type ;
- ✓ Les recommandations des constructeurs ;
- ✓ La base de données des organes très courants (standard de maintenance préventive);
- ✓ Les valeurs MTBF ;
- ✓ Les conditions d'utilisation (taux d'engagement, environnement).

2. Documents techniques constructeurs

Les documents constructeurs permettent de connaître d'une manière approfondie la machine à étudier. En général, on peut trouver les renseignements suivants :

- ✓ Pièces d'usure, pièces de rechange ;
- ✓ Types et références des articles ;
- ✓ Type de lubrifiant, produits consommable ;
- ✓ Consignes particulières de sécurité.

3. Recommandations constructeurs

Les recommandations des constructeurs sont souvent à caractère général. Il faut les adapter aux conditions réelles d'utilisation. Les données proposées, très importantes, doivent servir de base de référence particulière pour la machine concernée.

4. Conditions d'exploitation

- ✓ Taux d'engagement ;
- ✓ Ambiance ;
- ✓ Mode de fonctionnement.

5. Expérience professionnelles

En général, le document historique est souvent insuffisant ou inexistant. Les avis des dépanneurs et des conducteurs de machine sont très intéressants.

6. Plan de maintenance préventive

a) *Recueil des opérations de maintenance*

Le recueil des opérations de maintenance préventive est un document de travail des méthodes qui permet de lister les opérations en passant en revue systématique tous les organes. Ce document comporte les éléments suivants.

- Opérations
- Intervenants
- Durée
- Numéro de fiche de maintenance préventive
- Observations

b) *Fiche de maintenance préventive*

C'est un document opérationnel regroupant les opérations de maintenance préventive, qui seront confiées à une équipe. une équipe peut être formée d'un seul ou plusieurs corps de métier.

Equipement	NO	Opération	DO (en h)	Moyens humains						périodicité
				Compétence						
				FR	TL	EB	EA	EE	EH	
variateur de vitesse	1	Mise hors tension et consignation	0,5				1			A
	2	Dépoussiérage de l'armoire	1				1			A
	3	Contrôle et serrage des bornes et connexions	1				1			A
	4	Contrôle de l'isolement des câbles électriques de puissance	0,5				1	1		A
	5	Contrôle du relayage de commande	0,5				1			A
	6	Contrôle du paramétrage (mesure et protection)	1					1		A
	7	Contrôle du circuit de commande locale et distance	1				1			A
	8	Contrôle thermographique	0,5					1		T
	9	Essais	1					1		A

Equipement	NO	Opération	DO (en h)	Moyens humains						périodicité
				Compétence						
				FR	TL	EB	EA	EE	EH	
Démarreur électrique	1	Mise hors tension et consignation	0,5				1			A
	2	Dépoussiérage de l'armoire	1				1			A
	3	Contrôle et serrage des bornes et connexions	1				1			A
	4	Contrôle de l'isolement des câbles électriques de puissance	0,5				1	1		A
	5	Contrôle du relayage de commande	0,5				1			A
	6	Contrôle du paramétrage (mesure et protection)	1					1		A
	7	Contrôle du circuit de commande locale et distance	1				1			A
	8	Essais	1					1		A

Légende	NO : Opération	DO : Durée opération	FR : Frigoriste	TL : Téléphonist e	EB : Electricien bobineur	EA : Electricien autonome	EE : Electricien expert	EH : Electricie n habilité
Légende	Q : quotidien	H : hebdomadaire	M : Mensuel	T : Trimestriel	S : Semestriel	A : Annuel	FP : Fréquence particulière	

Tableau 8:le planning de maintenance préventive

IV. Conclusion

La maintenance est une fonction complexe qui, selon le type de processus, peut être déterminante pour la réussite d'une entreprise. Les fonctions qui la composent et les actions qui les réalisent doivent être soigneusement dosées pour que les performances globales de l'outil de production soient optimisées.

La maintenance préventive consiste à vérifier l'état de fonctionnement et d'usure des matériels, de façon régulière et planifiée, afin de suivre leur dégradation et de prévenir les pannes.



Conclusion générale

Ce travail qui s'inscrit dans le cadre de projet de fin d'études consiste à mettre en place l'installation des variateurs de vitesse ou démarreurs électriques au sine d'atelier engrais au niveau de l'unité Bunge Maroc Phosphore.

Au terme de ce travail, nous estimons que la solution réalisée apporte une réponse adaptée aux exigences fonctionnelles de Bunge Maroc Phosphore.

En guise de conclusion, on peut confirmer que la réalisation de ce projet au sein du Groupe OCP JORF LASFAR a constitué, pour nous, une réelle opportunité pour côtoyer l'environnement de travail de l'ingénieur et de confronter les difficultés et les exigences du milieu industriel. Elle a constitué, également, une expérience professionnelle très riche qui nous a permis d'approfondir nos connaissances techniques et de nous former sur des technologies nouvelles. De plus, cette expérience nous a permis de travailler en équipe et de forger des capacités d'organisation, de résolution de problèmes et de synthèse.

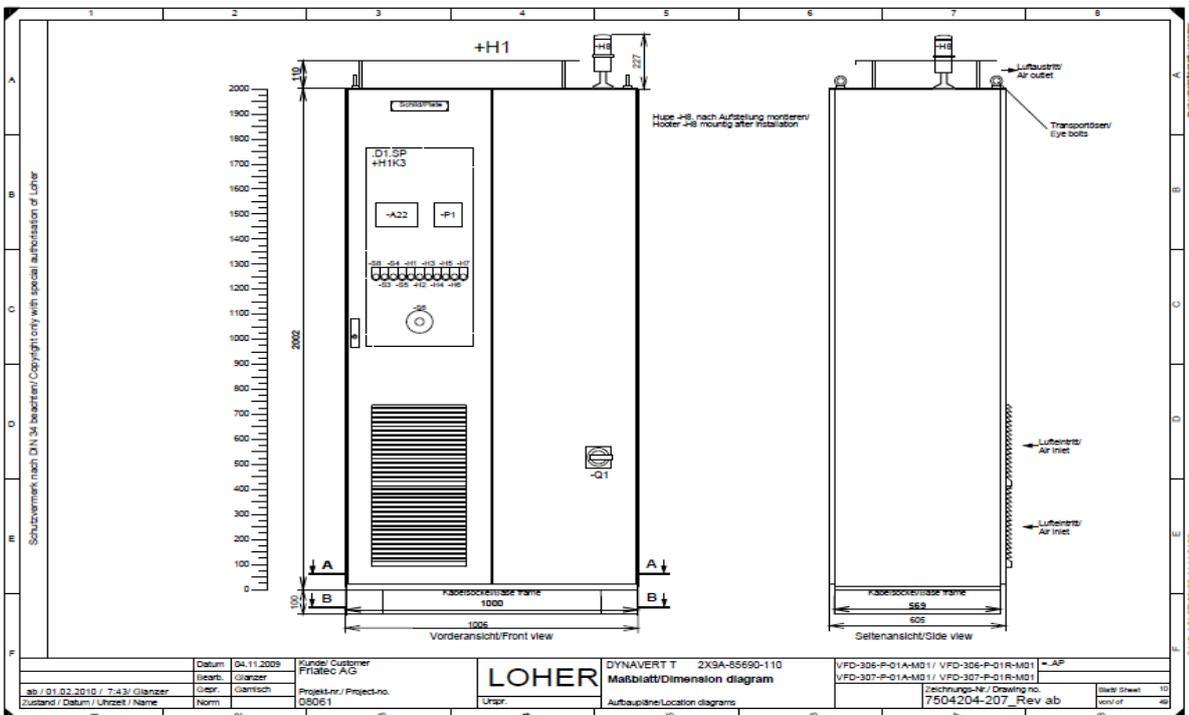
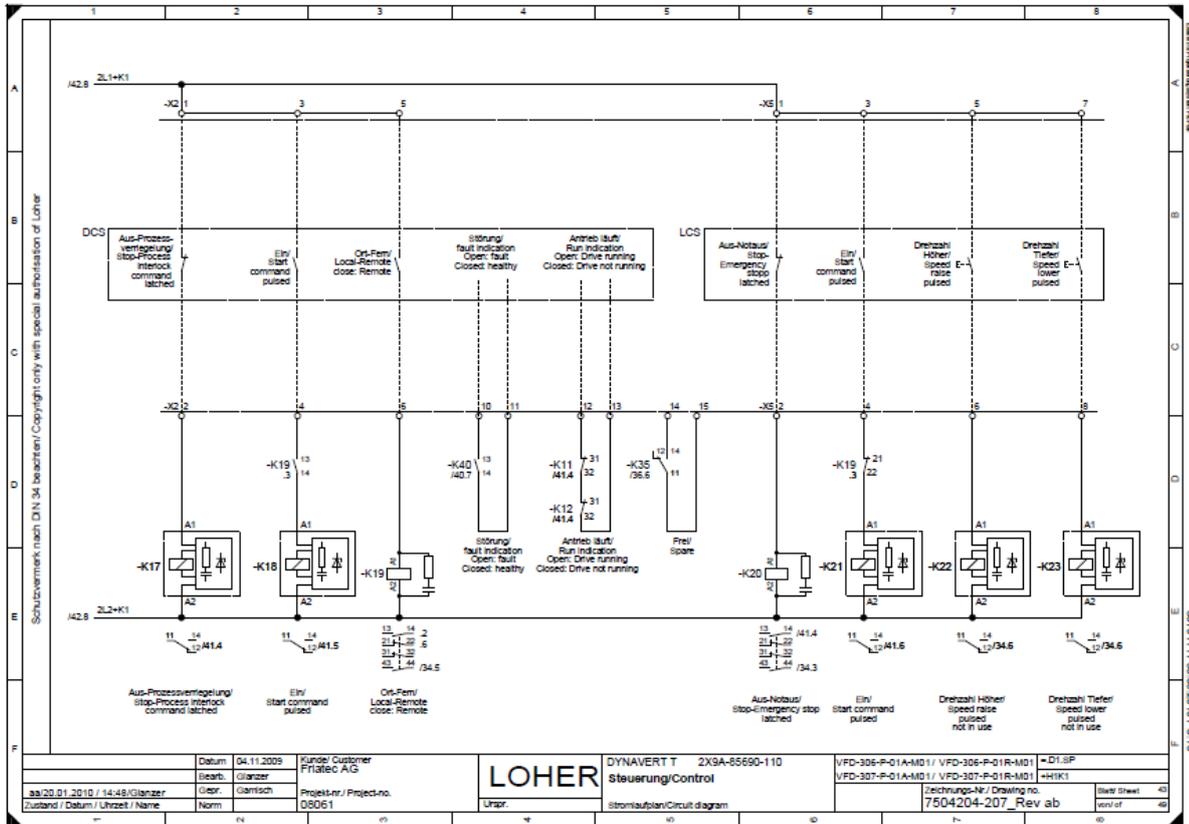


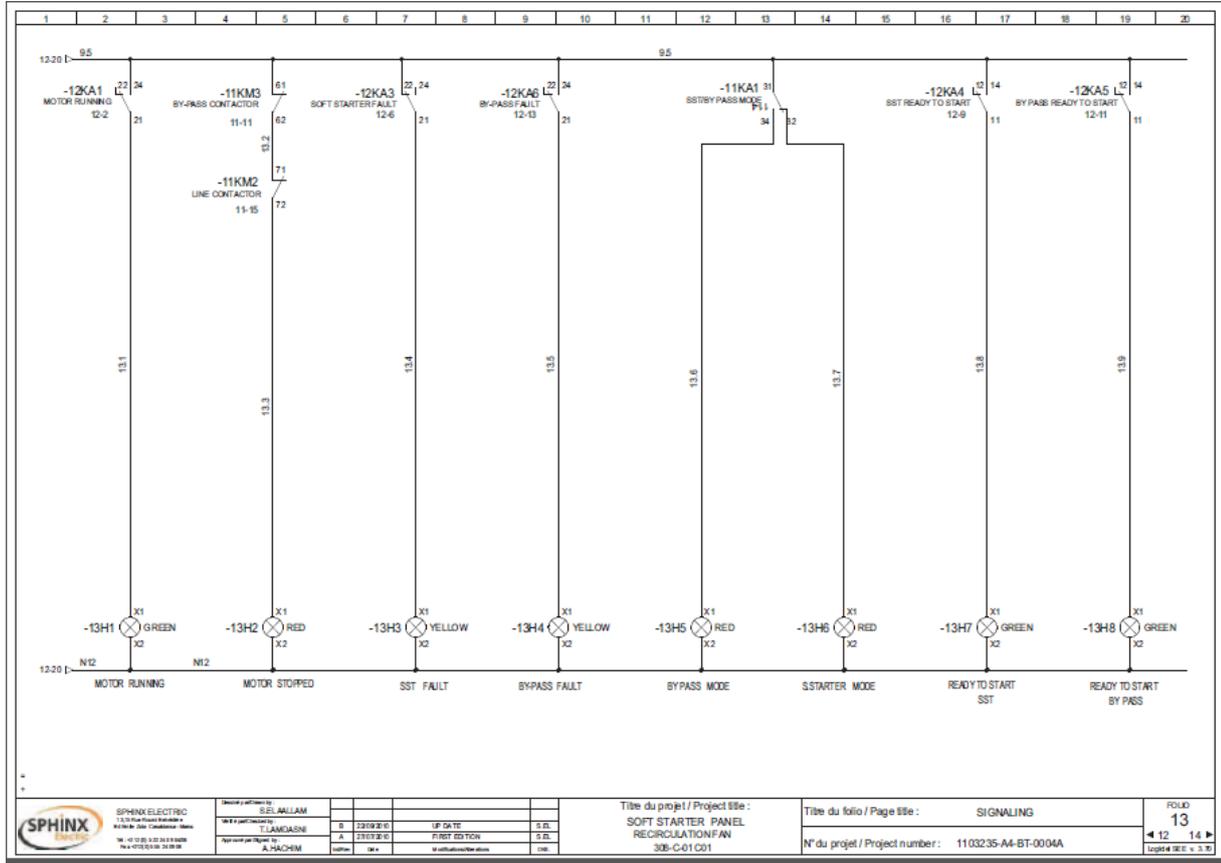
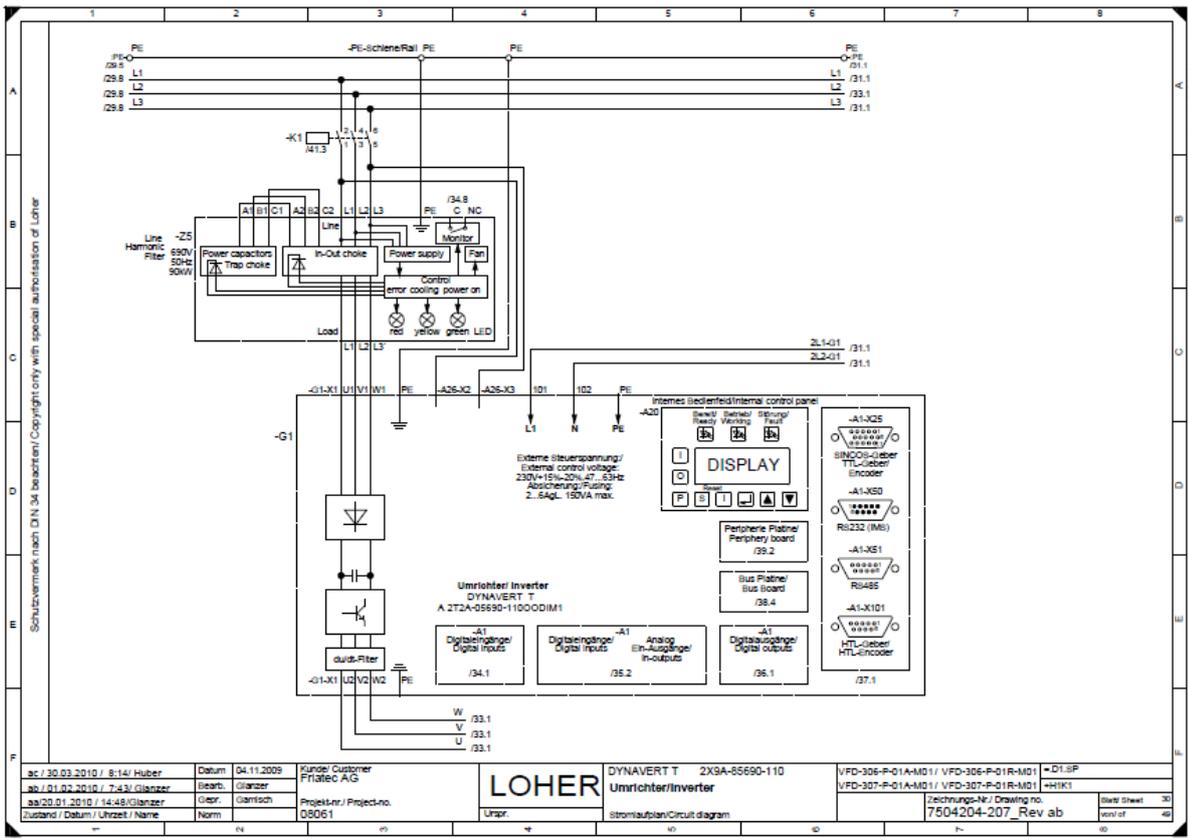
Bibliographie

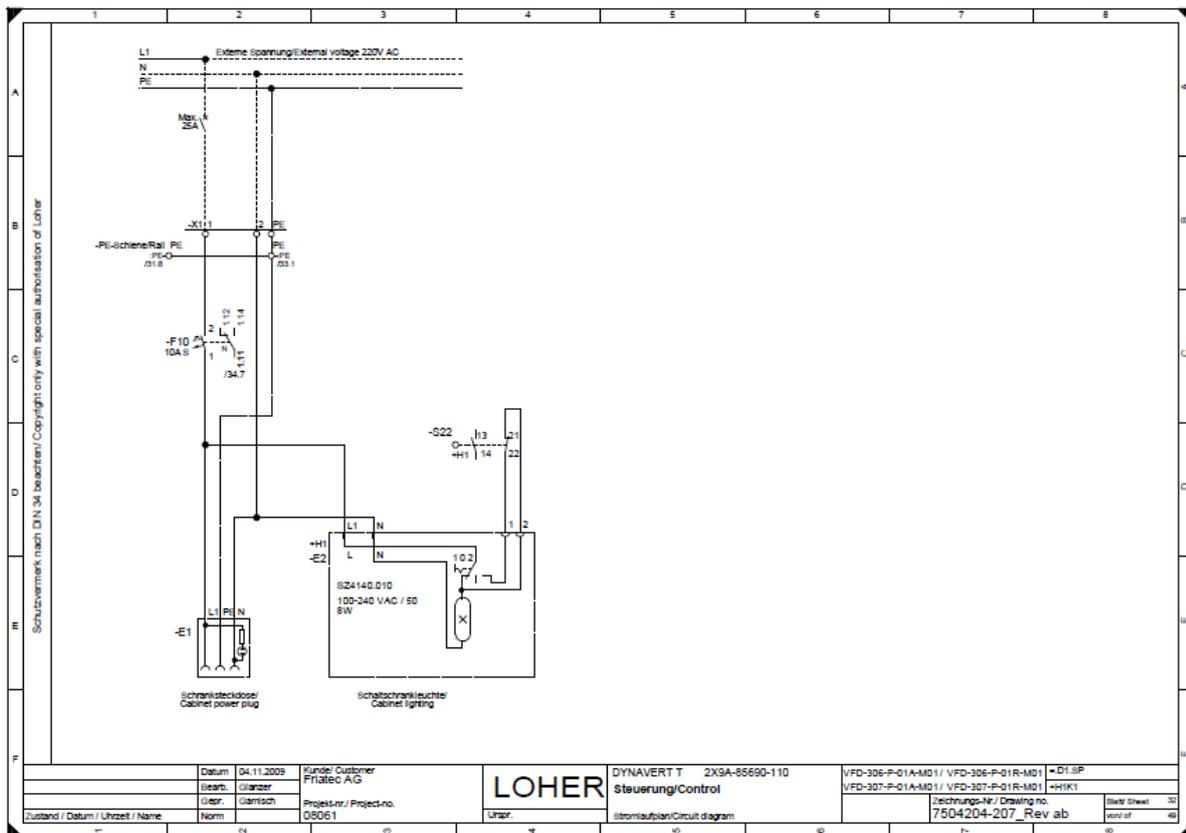
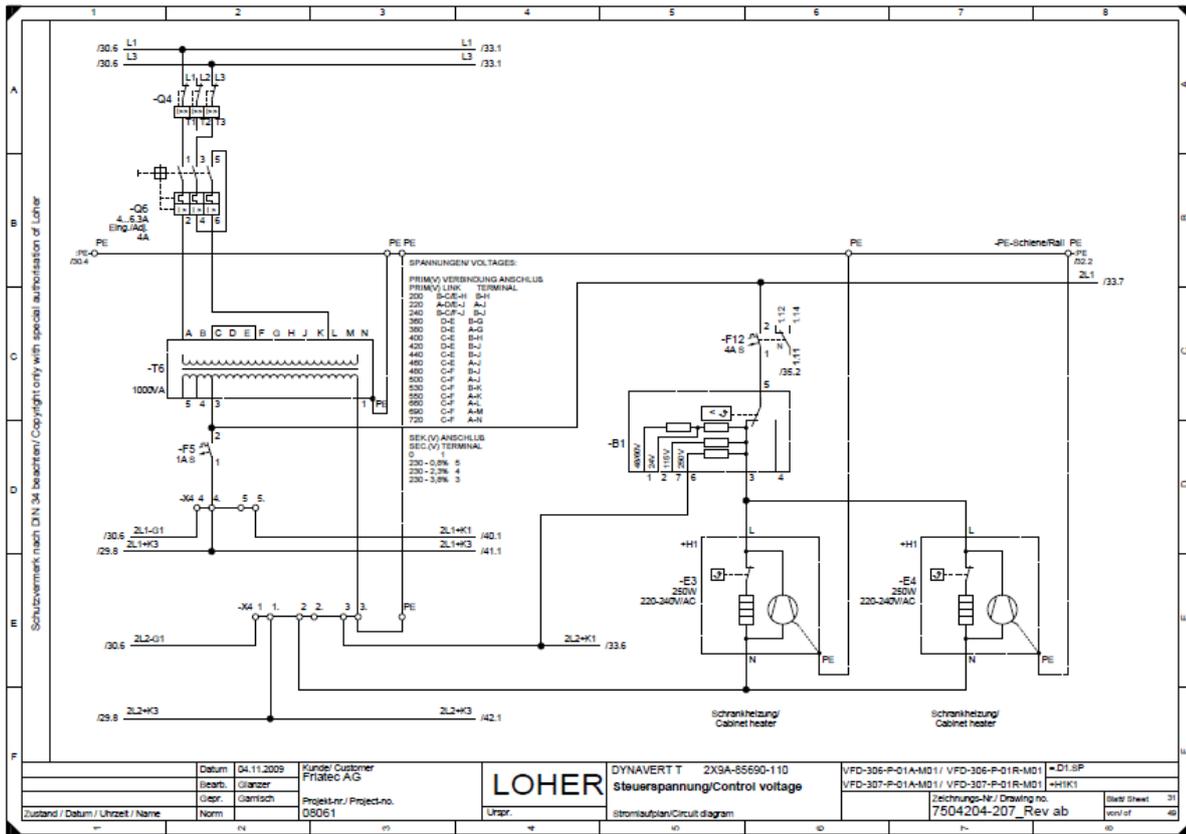
- [1] Pratique de la maintenance
- [2] Documents interne de BMP
- [3] Manual soft starter 3RW44 .fr
- [4] LoherVFD7504204e Revac
- [5] Caractéristiques moteurs
- [6] Cours des Moteurs électriques
- [7] Cour des variateurs de vitesse
- [8] départs moteur Schneider
- [9] démarrage protection moteurs
- [10] 809_GA_variateurs_vitesse

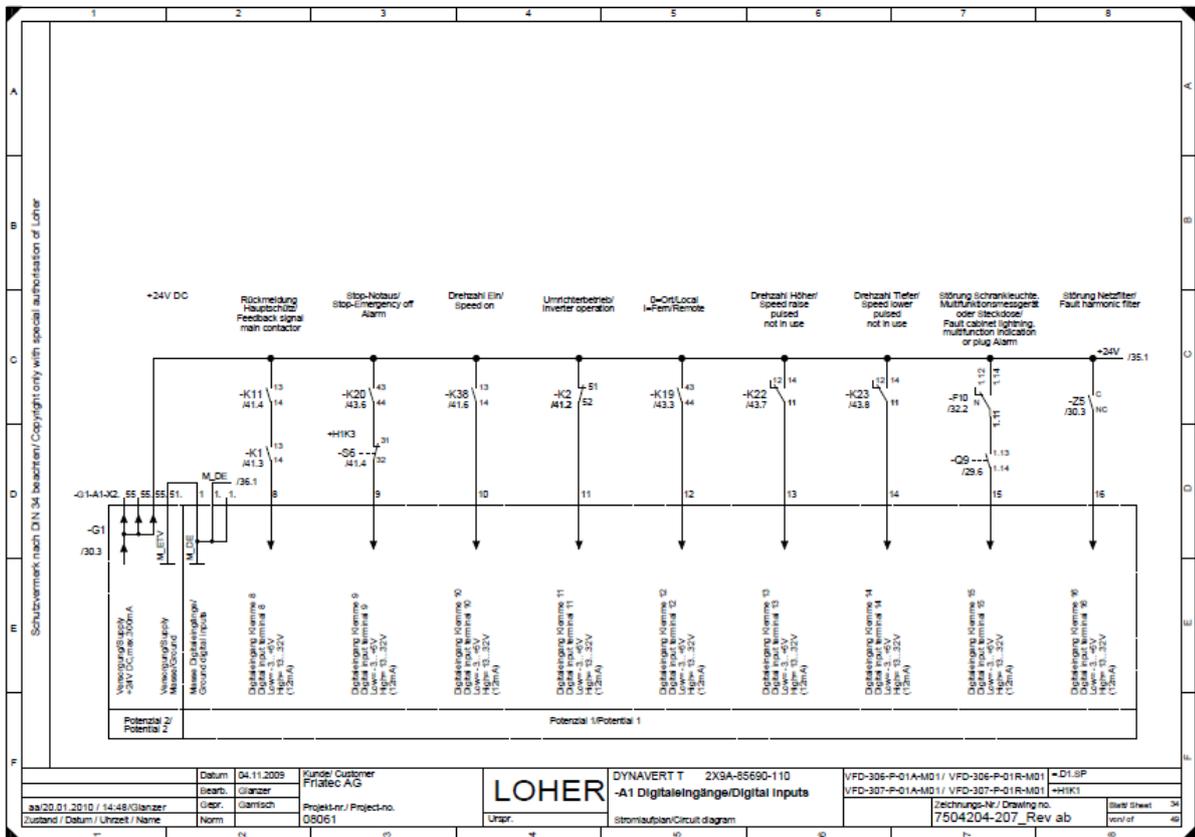
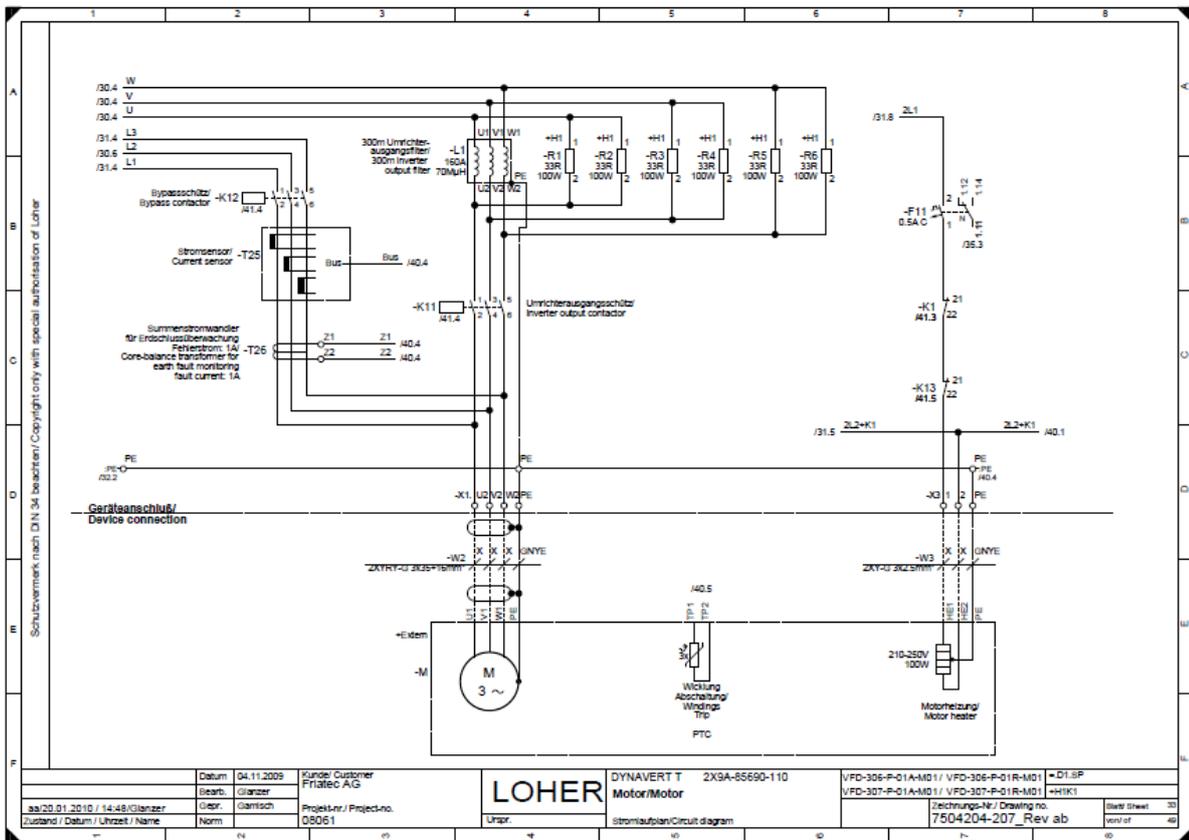
Annexe A

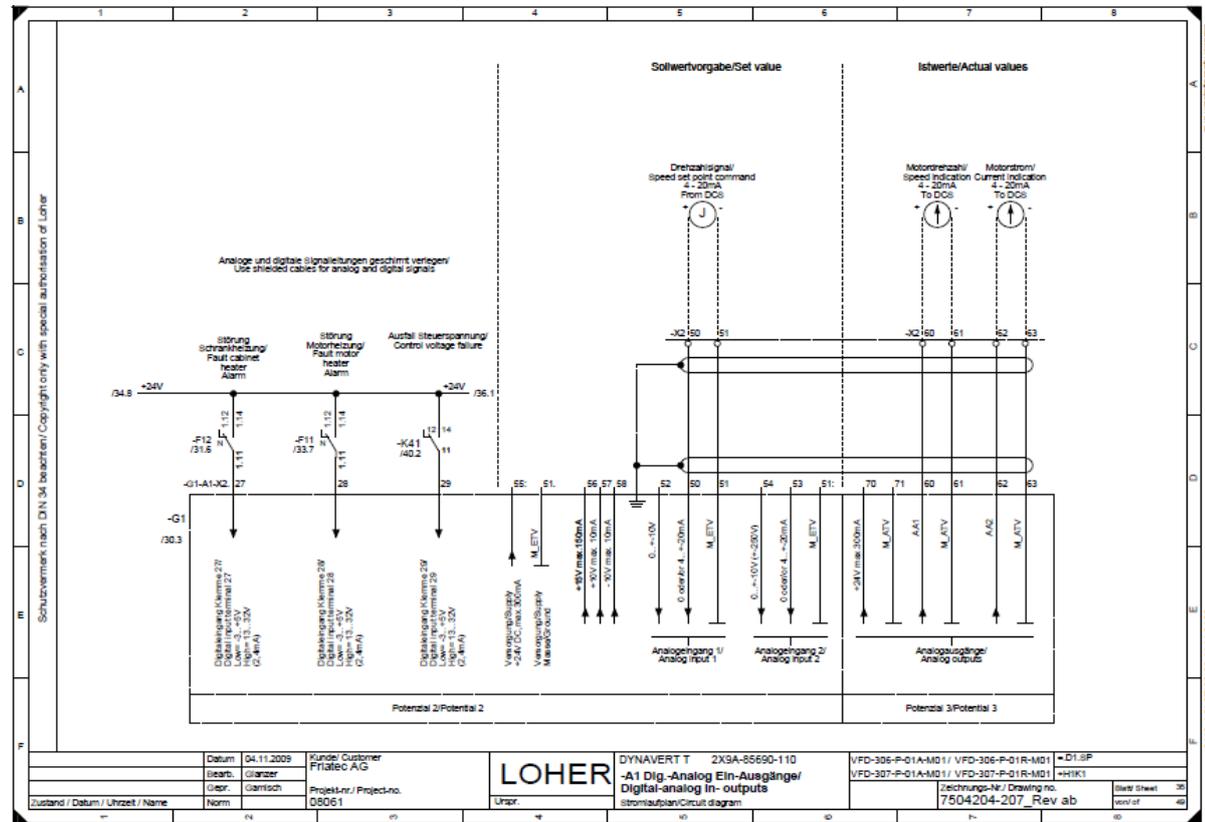
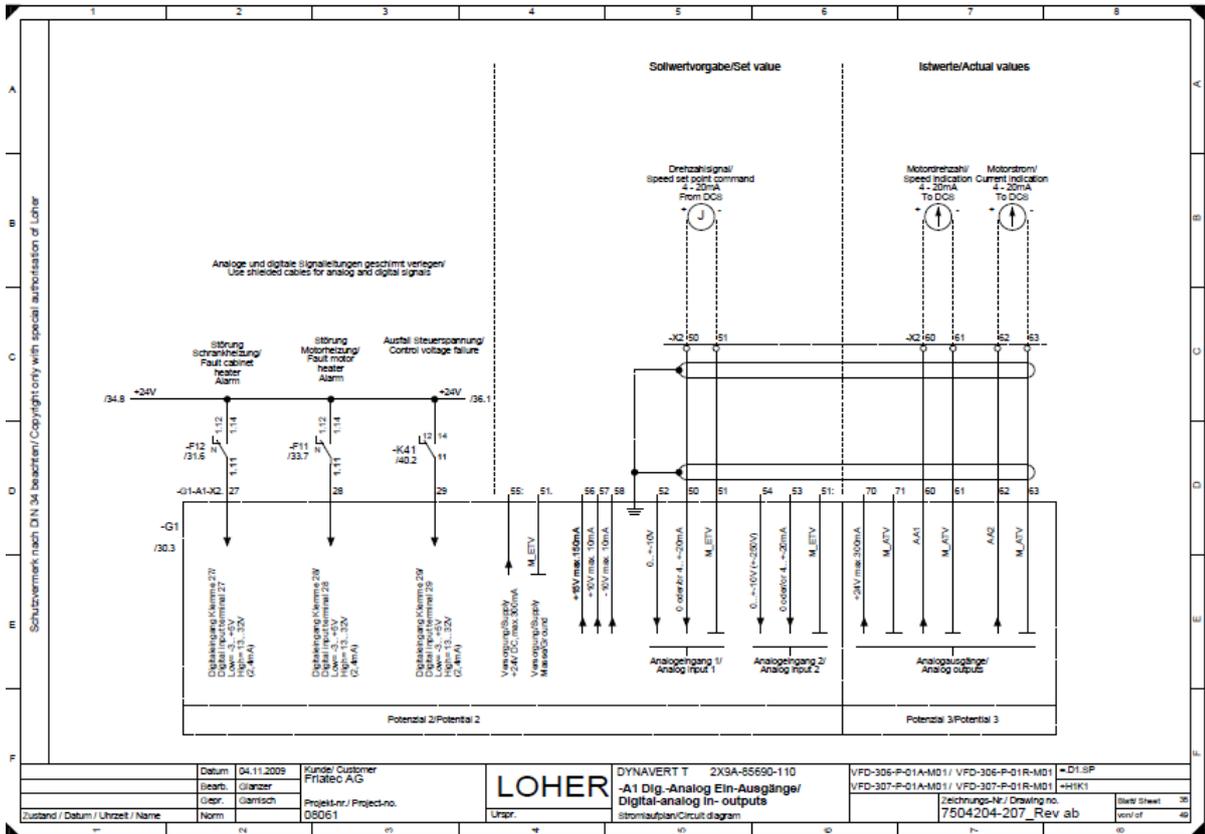
Schéma d'un variateur de vitesse

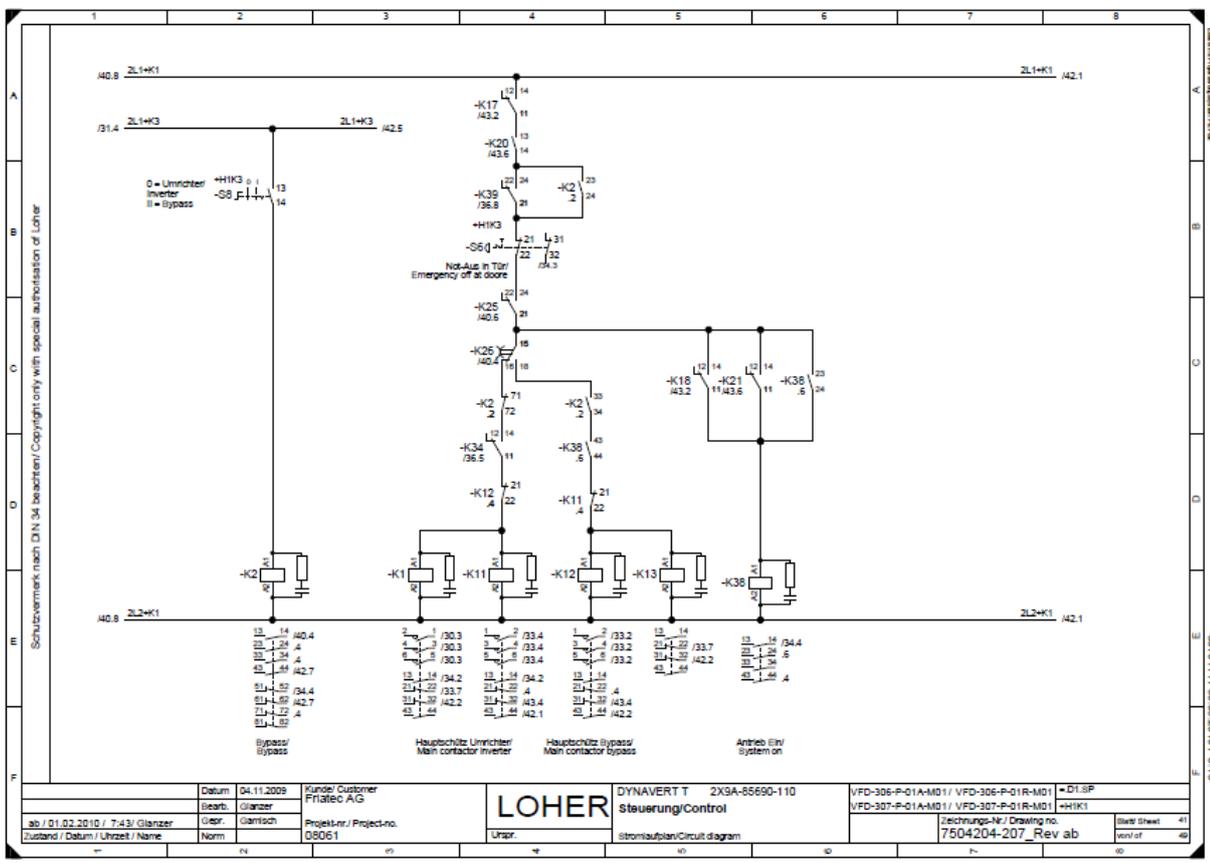
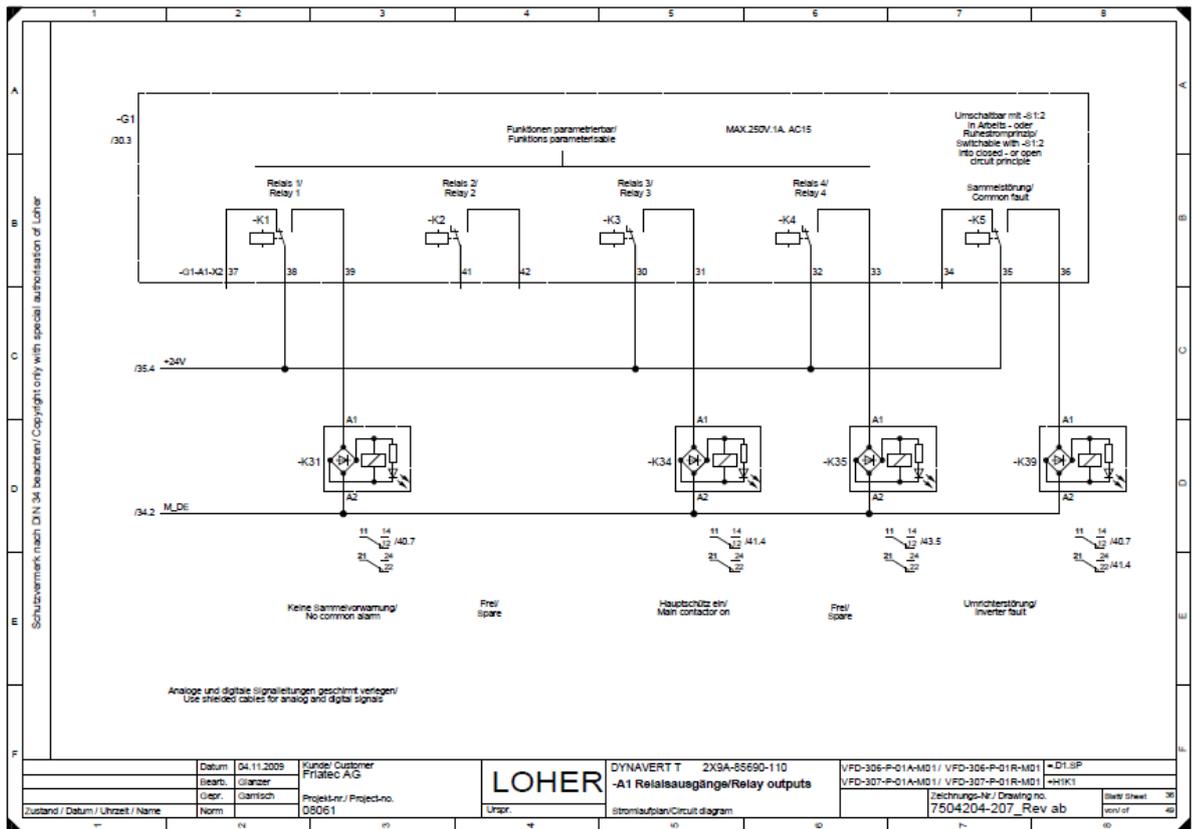












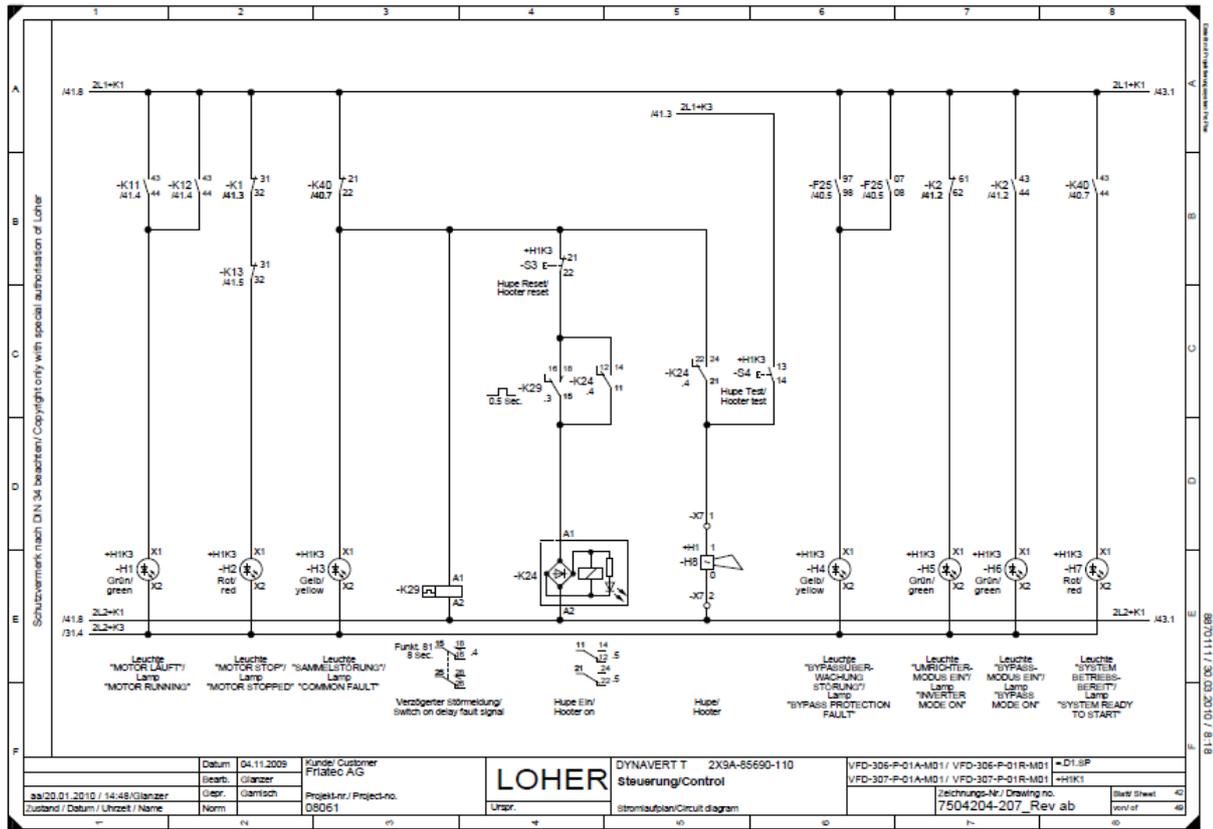
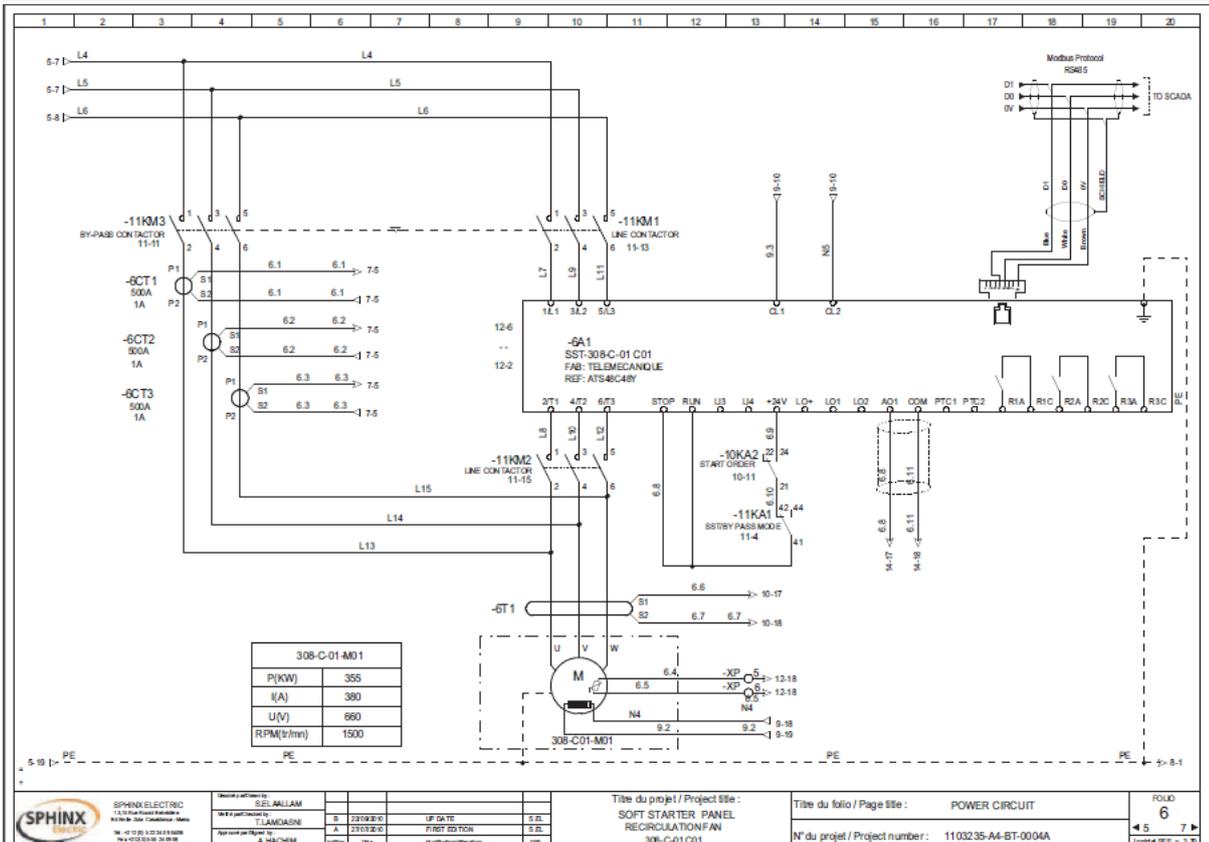
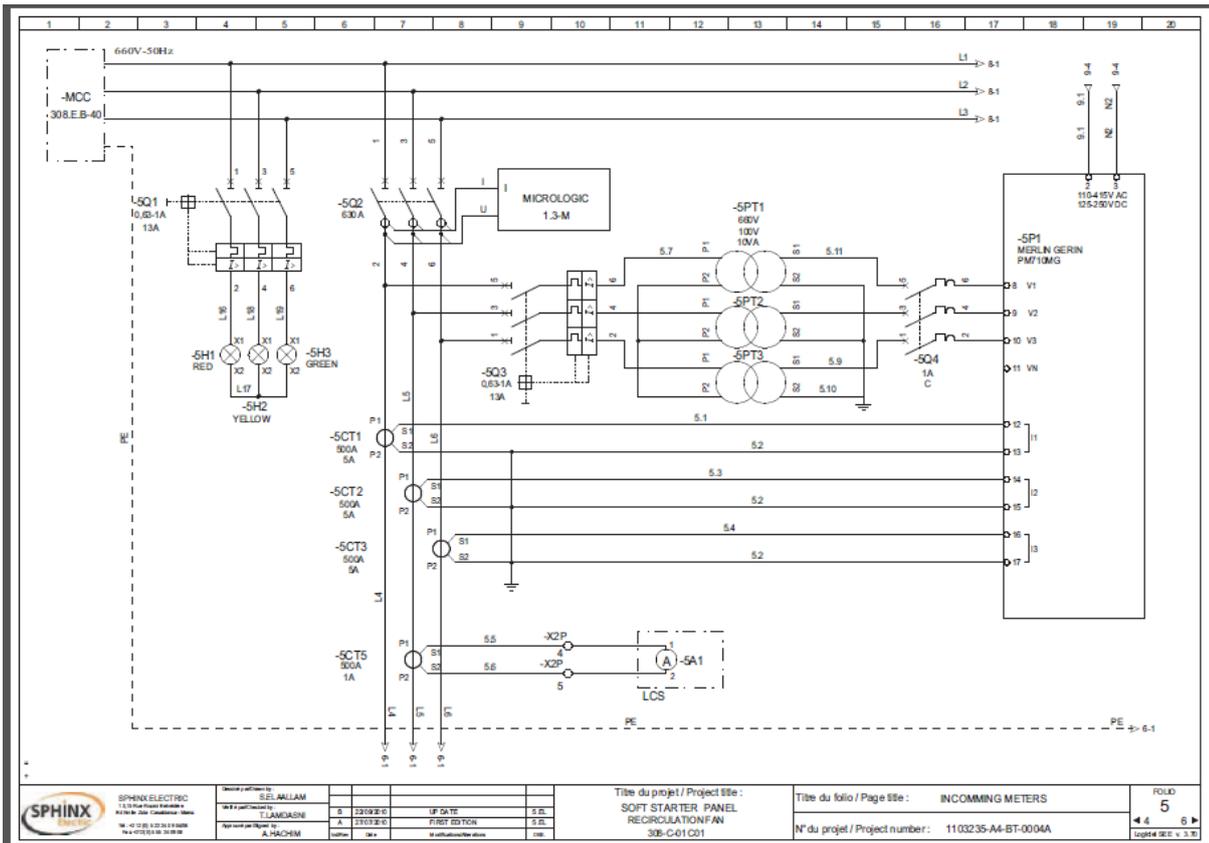
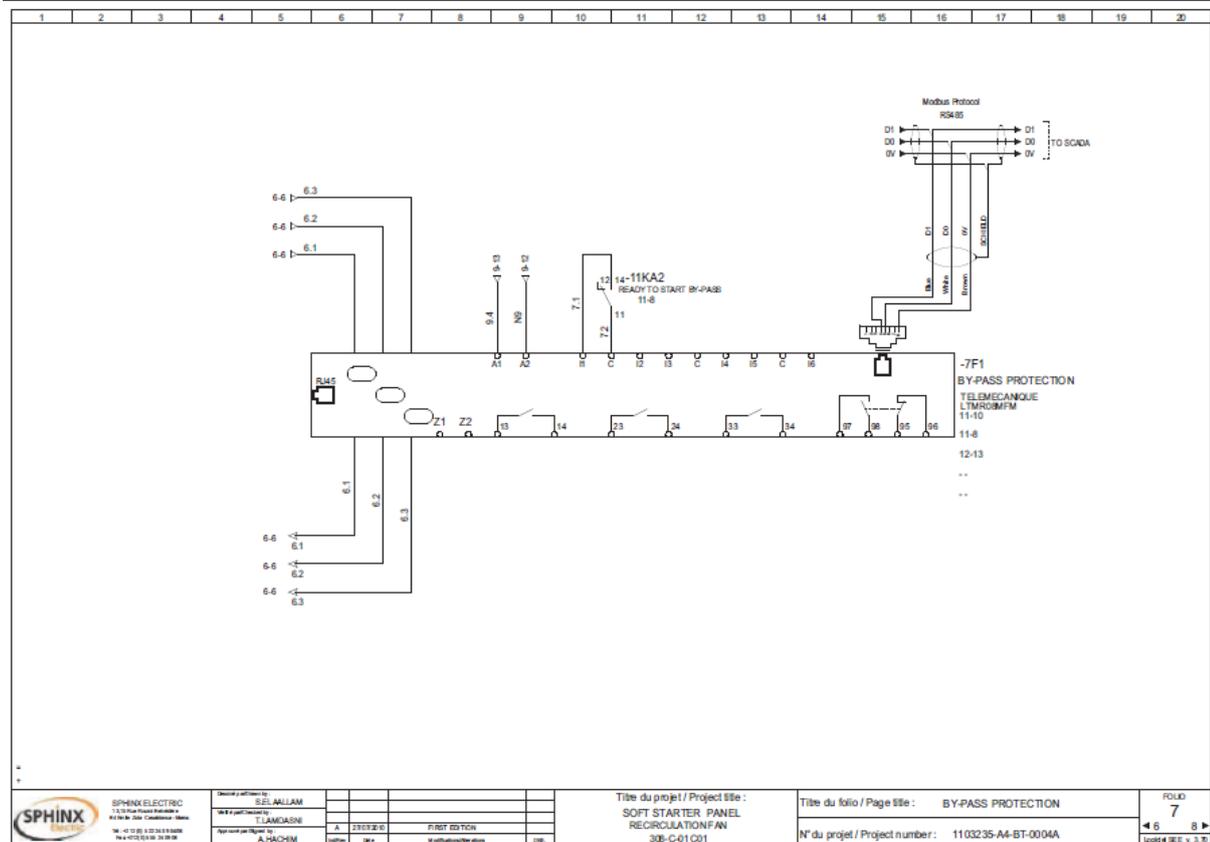
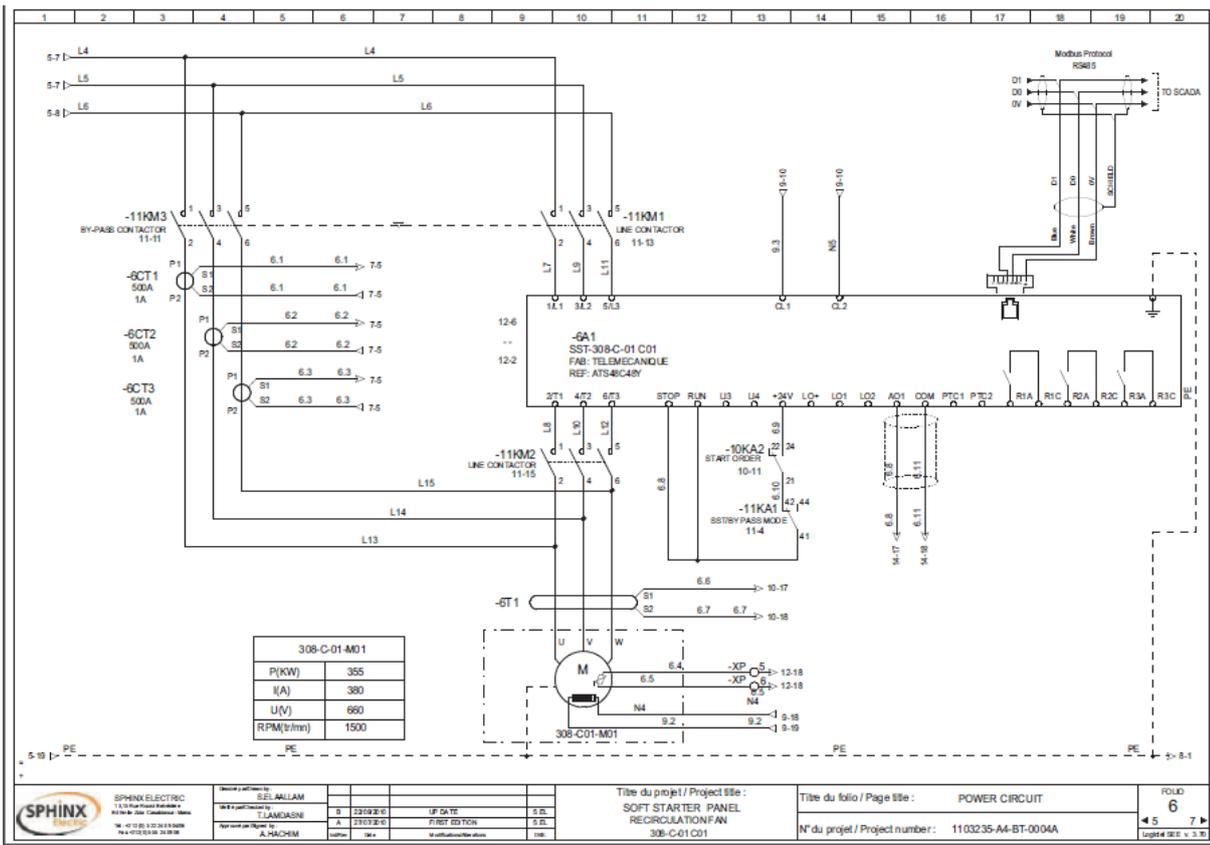
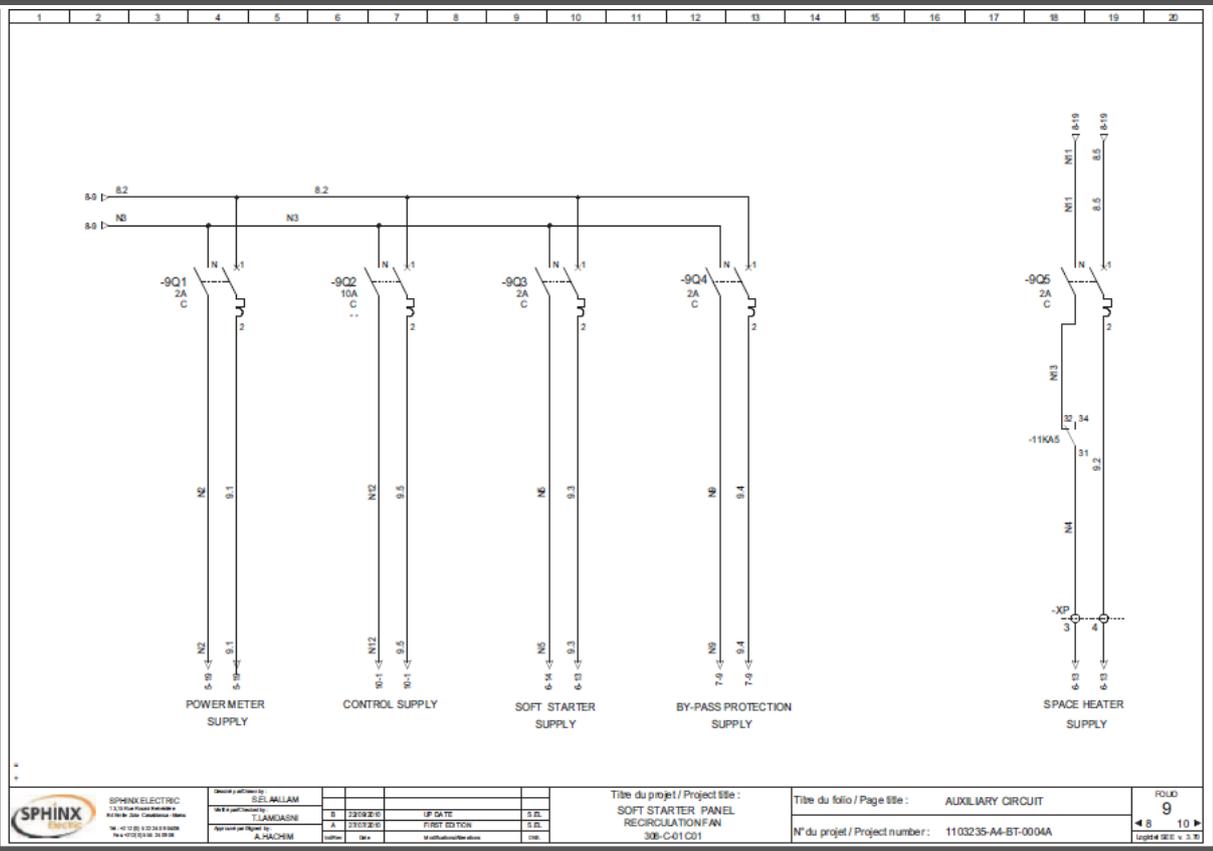
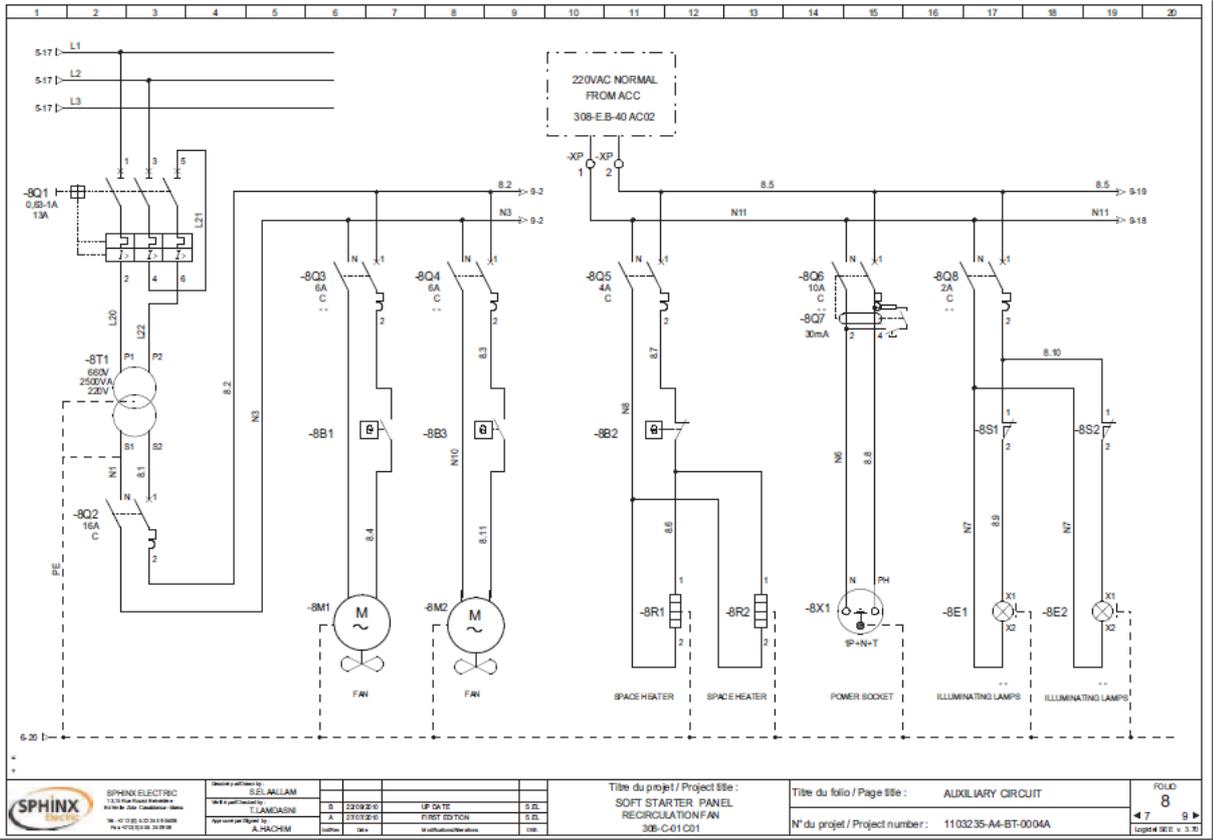
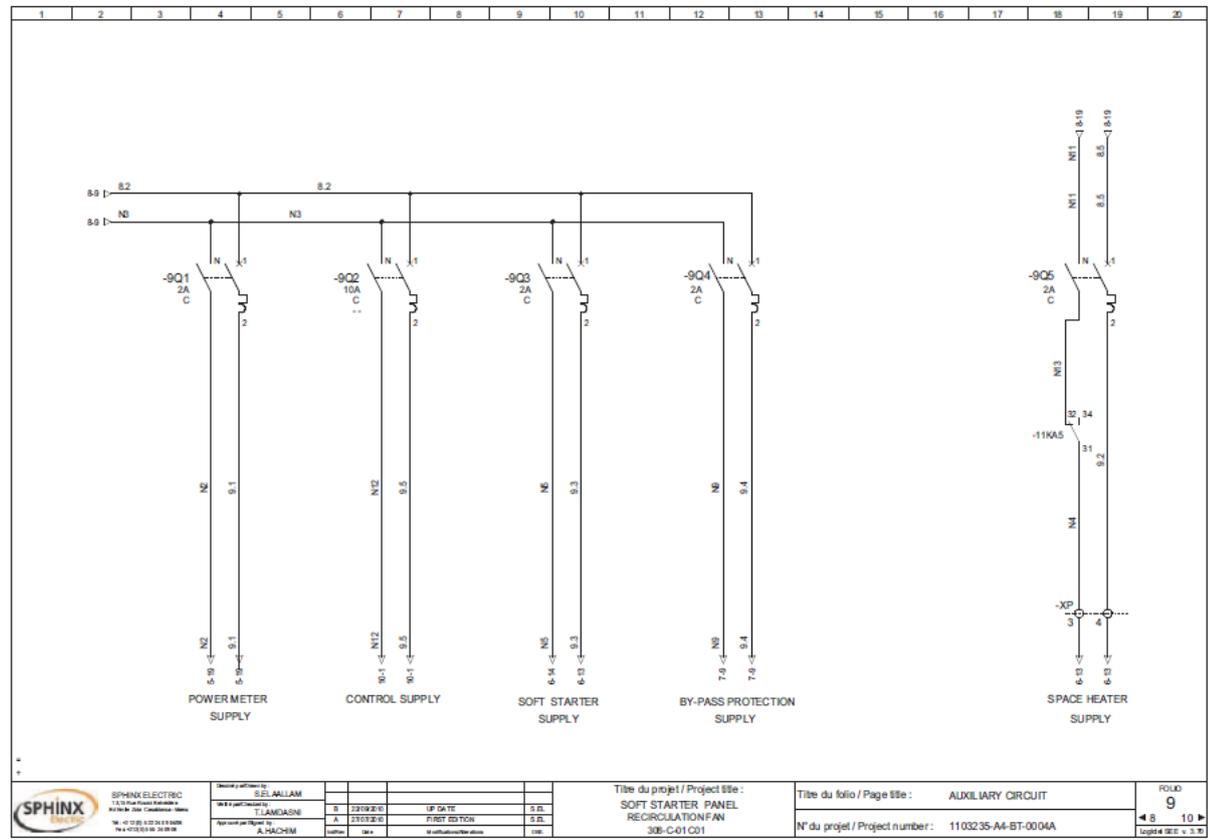
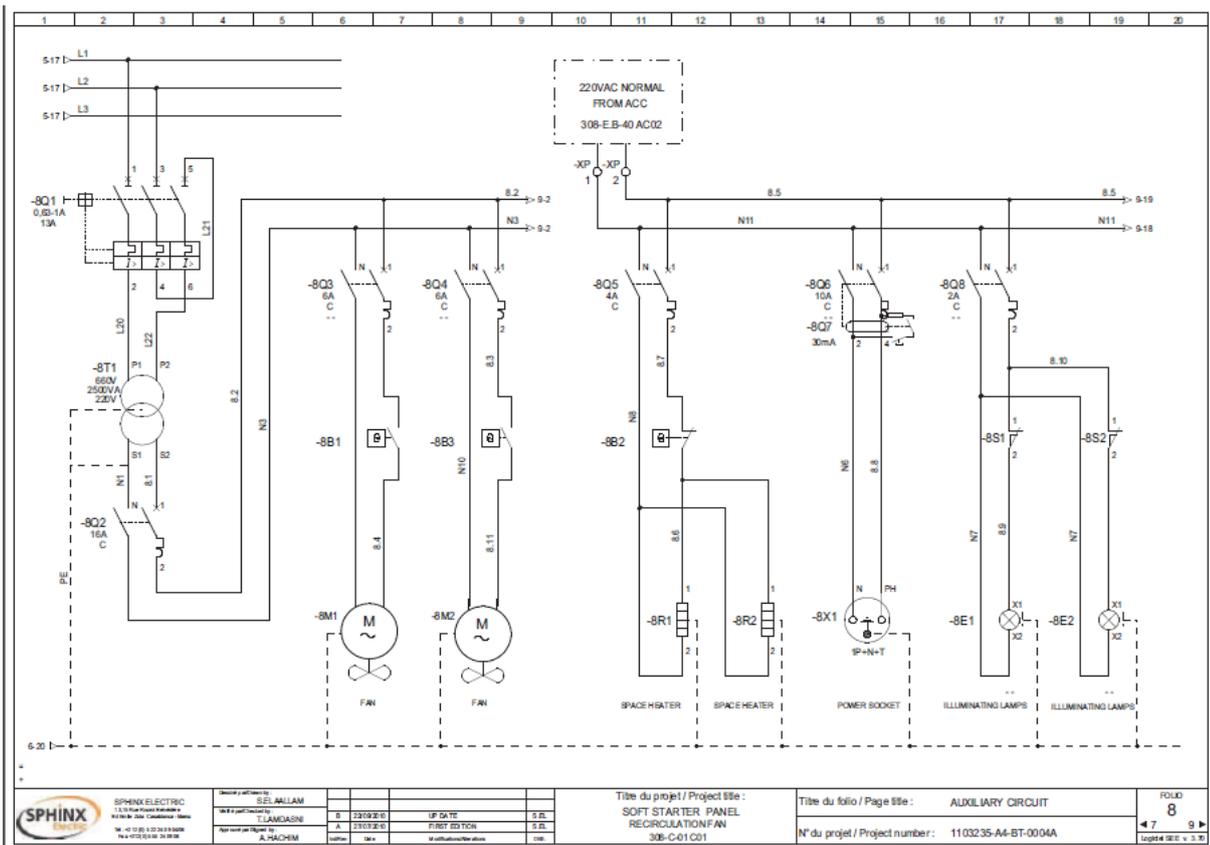


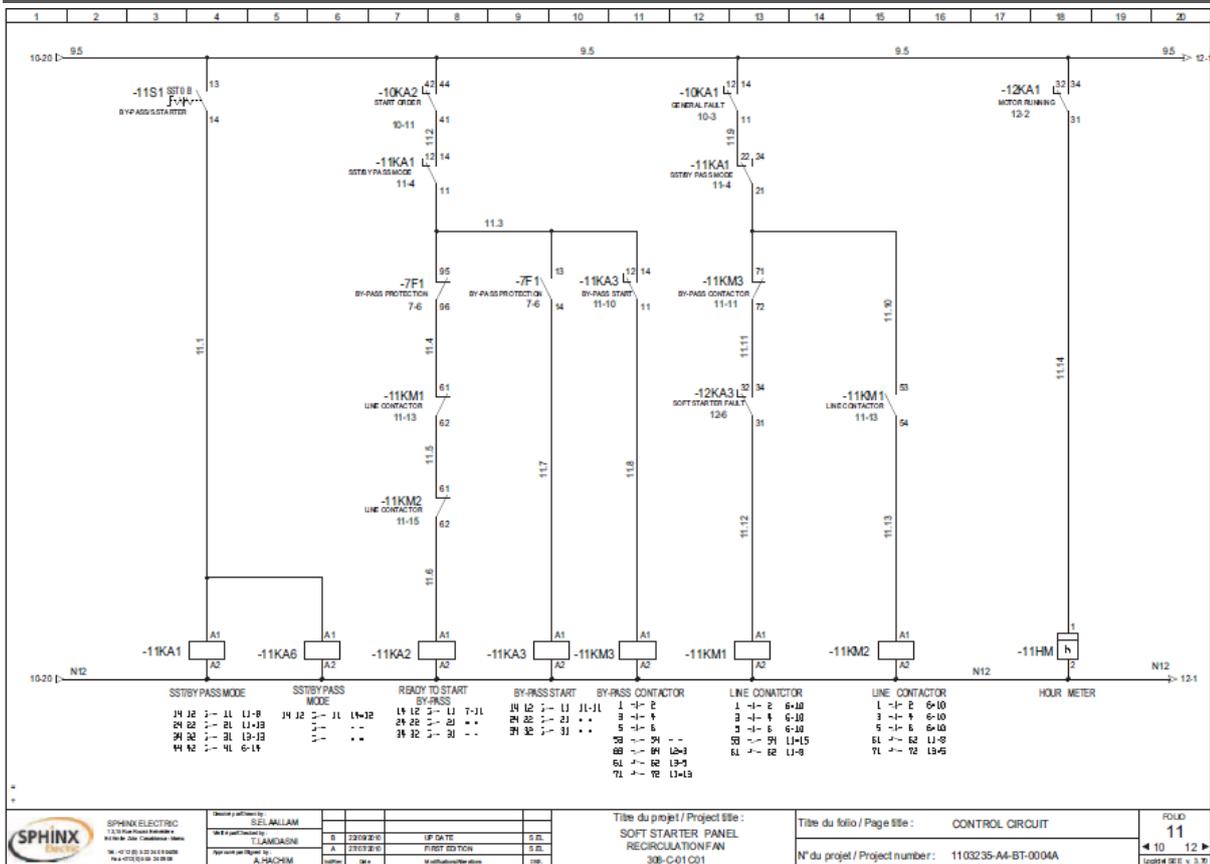
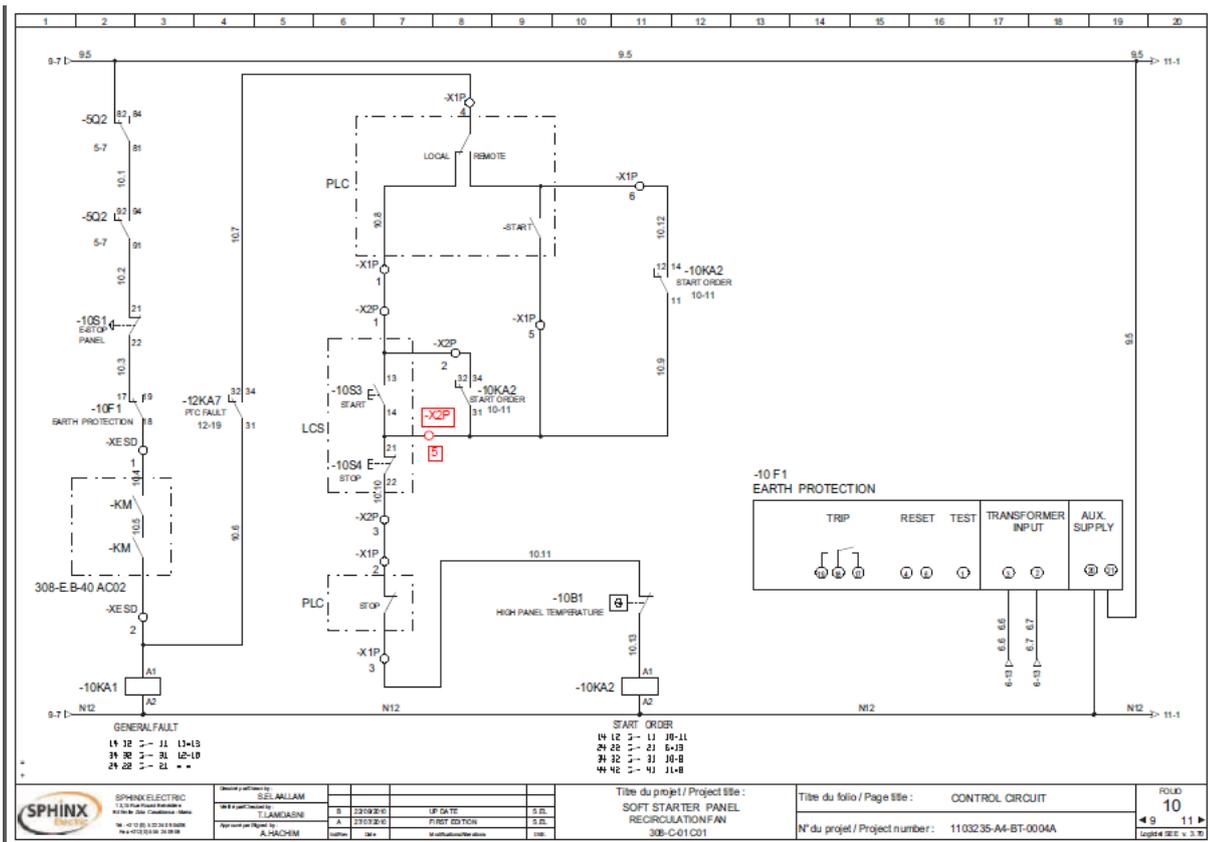
Schéma d'un démarreur électrique

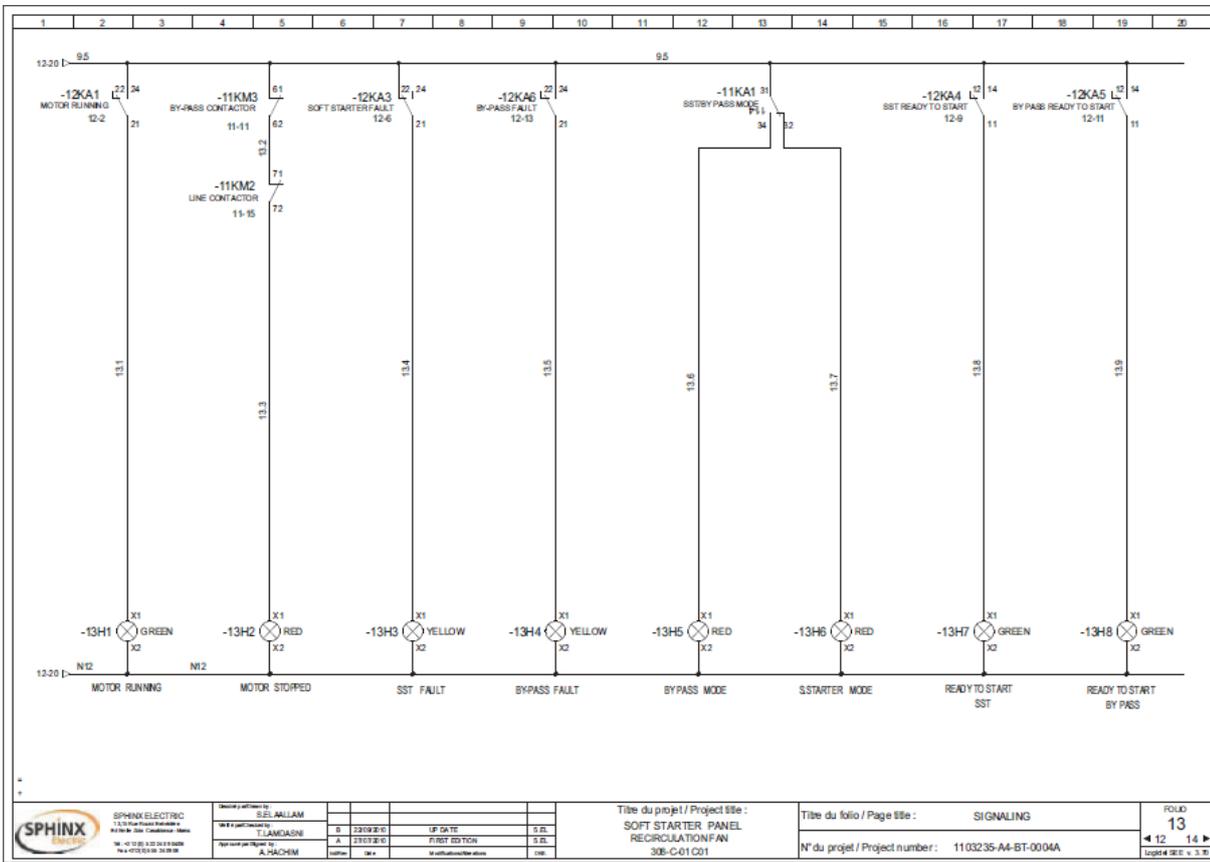
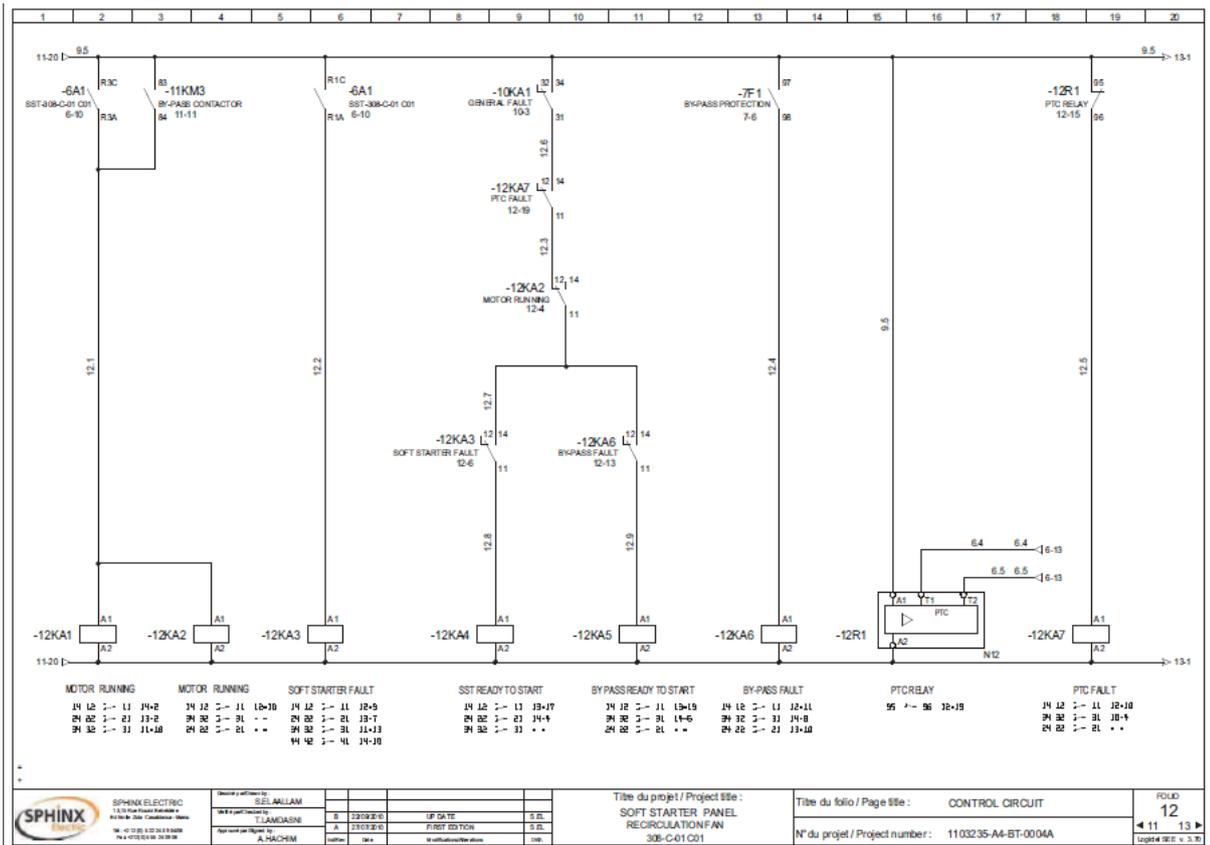






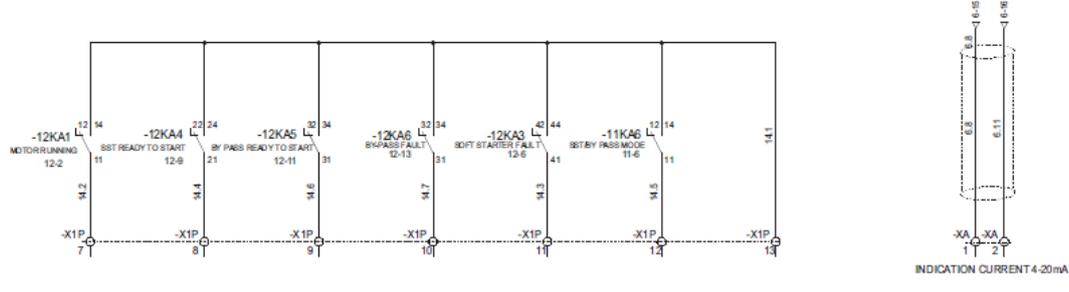








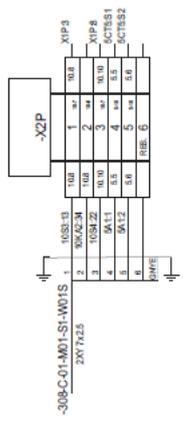
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



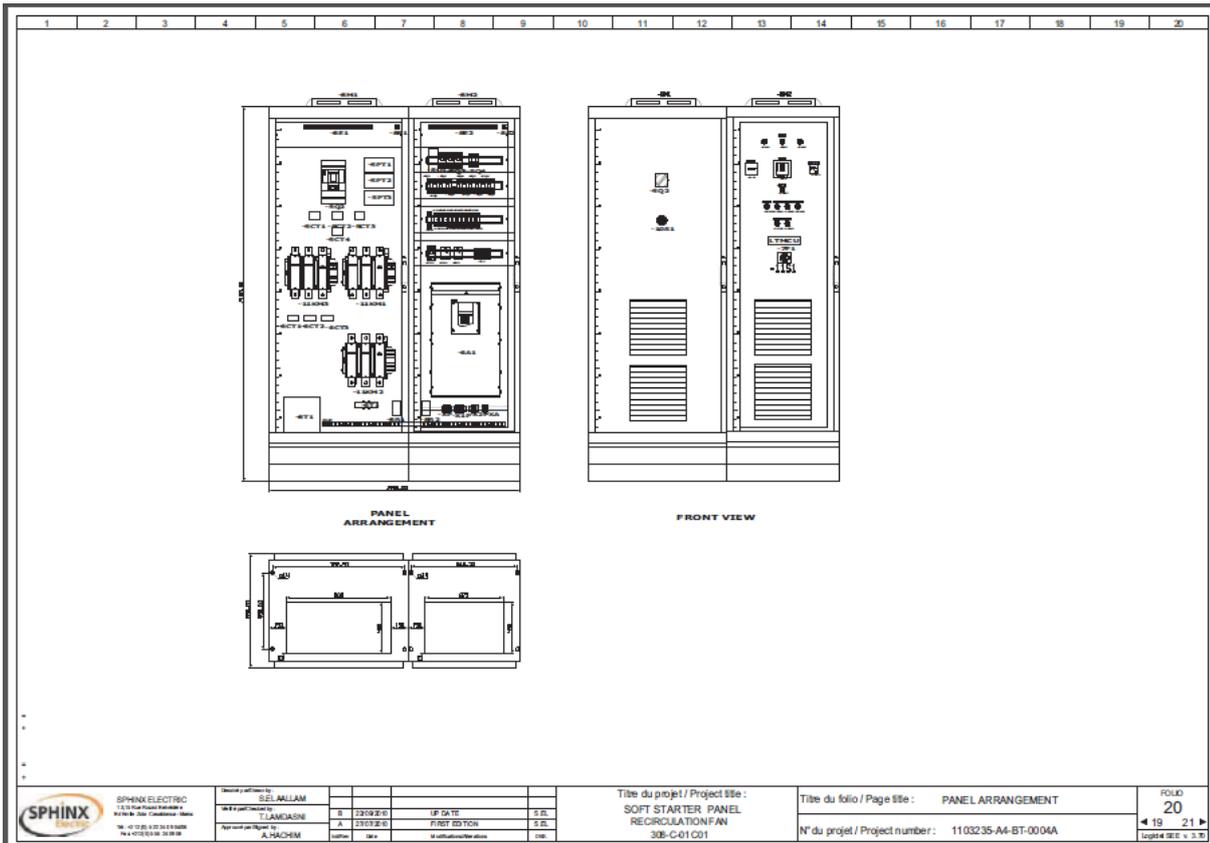
REPORT INFORMATION TO PROCESS PLC

	SPHINX ELECTRIC 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A	S. ELALLAM T. LAMMASNI A. HACHEM	B. ZERROUK A. ZERROUK A. ZERROUK	UP DATE FIRST EDITION S. EL	Titre du projet / Project title : SOFT STARTER PANEL RECIRCULATION FAN 308-C-01 C01	Titre du folio / Page title : REPORT INFORMATION	FOLIO 14 13 15
		N° du projet / Project number : 1103235-A4-BT-0004A					

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



	SPHINX ELECTRIC 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A 1103235-A4-BT-0004A	S. ELALLAM T. LAMMASNI A. HACHEM	B. ZERROUK A. ZERROUK A. ZERROUK	UP DATE FIRST EDITION S. EL	Titre du projet / Project title : SOFT STARTER PANEL RECIRCULATION FAN 308-C-01 C01	Titre du folio / Page title : TERMINAL BLOCK	FOLIO 15 14 16
		N° du projet / Project number : 1103235-A4-BT-0004A					





Annexe B

Désignation	Type	Qté	Prix U HT	Prix Total
IGBT MODULE+DRIVE	FS225R17KE3/AGDR676C S	3,00	17881	53643
THRISTOR/DIODE M	TD14N18KOF 3PCS SP K	1,00	5892	5892
R7 IGBT WIRE SP K	3PCS RIBBON CABLES	1,00	478	478
IGBT MODULE +DRIVE	FS300R17KE3/AGDR-76C S	3,00	18667	56001
SPAREPART KIT	FS450R17KE3/AGDR-81C S	2,00	23095	46190
WIRE SET	ACS800-104-XXXX-3/5/7	1,00	775	775
WIRE SET	IGBT BIBBON CABLE SP K	1,00	1155	1155
HRC FUSE-LINK	170M 3818D	10,00	442	4420
CARTIRIDE FUSE	C 14G4	14,00	53	742
POWER RESISTOR	VHPR 80 6R8K + SKN	3,00	1723	5169
HRC FUSE-LINK	170M 5809D	3,00	637	1911
CARTIRIDE FUSE	C 14G16	2,00	52	104
CARTIRIDE FUSE	C 14G20	5,00	53	265
CARTIRIDE FUSE	C 22G50	3,00	79	237
OUTPUT FILTER RES	UXP 600	6,00	992	5952
POWER RESISTOR	VHP-6 3X8K	2,00	380	760
FILTER CAPACITOR	2x2,2pF	1,00	155	155
CAPACITOR	40UF/690VAC	1,00	14458	14458
OUTPUT FILTER IND	AOFI-66	1,00	16550	16550
OUTPUT FILTER IND	AOFI-69	1,00	21522	21522
CAPACITOR	MKP C4BSTBX3470ZAFJ 3P	6,00	707	4242
FUSE	FWP62A14F 2PCS SP KIT	1,00	257	257
FUSE	4 SP KIT	1,00	50	50
FAN AND CAPACITOR	RB2C-225/0888 K093 SP K	1,00	1602	1602
FAN AND CAPACITOR	RB4C-355/170 K -9207RH3	1,00	4240	4240
CAPACITOR	C274AA24600AA0J	1,00	202	202
CAPACITOR FOR IP5	6UF ,UL 450VAC	1,00	377	377
FAN UNIT 203V	ALCL-1X-X 230V FAN UNI	1,00	3648	3648
FAN	D2D160-BE02-11	1,00	5061	5061
FAN	RH35M-4EK.4F.1R	1,00	6031	6031
FAN	W2E200-HH38-06	1,00	2329	2329
CURRENT TRANSDUCE	LF 305 -S/SP6 3PCS SP K	1,00	2248	2248
CURRENT TRANSDUCE	LF 1005-S/SP 16	2,00	1548	3096
CURRENT TRANSDUCE	LF 505-SP 13	2,00	1234	2468
ACS800 DRIVE SW	ACS800 STANDARD PROG	1,00	2480	2480
CONTROL UNIT	RDCU-12C	1,00	13066	13066
PANEL INTERFACE	ADPI-01 SP KIT	1,00	4271	4271
INPUT BRIDGE PORT	AIBP-61 SP KIT	1,00	1549	1549
INPUT BRIDGE CONT	AINP-01C SP KIT	1,00	2250	2250



MAIN INTERFACE	AINT-02C SP KIT	1,00	4718	4718
POWER SUPPLY BOAR	APOW-01C + NRED-61 SP	1,00	3303	3303
CDP 312R		1,00	2807	2807
RAIO-01		1,00	3949	3949
PROFIBUS -DP ADAPTER	PRBA-01	1,00	5928	5928
GATE DRIVER BRANC	AGBB-01C	1,00	2855	2855
MAIN CIRC.INTERF	AINT-14C	1,00	5565	5565
CONTROL BOARF RMI	O-12C	1,00	7839	7839
ACS800 MULTIDRIVE STANDARD CT	ACS800 DIRVES STANDARD	1,00	2480	2480
CONTROL BOARF RMI	O-12C	1,00	7839	7839
ACS800-37/31 LINE CONVERTER 2Q	ACS800 LINECONVERTER AF	1,00	2976	2976
DIGITAL I/O EXTEN	RDIO-02C OPTION/SP KIT	1,00	3934	3934
DDCS COMMUN. OPTI	RDCO-02C OPTION/SP KIT	1,00	5385	5385
ACS800-104-0400-7	E205+V991	1,00	201011	201011
ACS800-104-0400-7	E205+V991	1,00	223641	223641
	ALCL-14-7+P903	1,00	70080	70080
TOTAL(HT)			850156,00	
TVA(20%)			1700,31	
TOTAL TTC			851856,31	

Annexe C

◆ 306-P-02A-M01

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR

Réalisé par : FST FES
EN NAKHKHASSI Maria

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 11 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse
Site de réalisation : 306

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe
Consommation à charge nominale : 80 A
Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir

Moteur (valeurs nominales) :
Puissance : 140
Facteur de puissance : 0.86
Rendement : 0.9
Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€

TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100% 7h



90%	6h
80%	0h
70%	5h
60%	0h
50%	0h
40%	4h
30%	0h
20%	0h
10%	2h

PRODUITS SELECTIONNES

Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X
Disjoncteur : Marque Merlin Gerin
Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	4636048	2910377
Consommation d'énergie réactive	2750869	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 172567€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois

Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.

◆ 306-P-02B-M01

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR



EN NAKHKHASSI Maria

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 11 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse
Site de réalisation : 306

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe
Consommation à charge nominale : 148 A
Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir

Moteur (valeurs nominales) :
Puissance : 140
Facteur de puissance : 0.86
Rendement : 0.9
Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€

TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100%	7h
90%	6h
80%	0h
70%	5h
60%	0h
50%	0h
40%	4h
30%	0h
20%	0h
10%	2h

PRODUITS SELECTIONNES



Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X
Disjoncteur : Marque Merlin Gerin
Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	2505972	1573177
Consommation d'énergie réactive	1486956	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 93279€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois

Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.

◆ 306-P-04A-M01

**ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A
L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR**

Réalisé par : FST FES
EN NAKHKHASSI Maria

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 11 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse
Site de réalisation : 306

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe
Consommation à charge nominale : 148 A
Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir



Moteur (valeurs nominales) :

Puissance : 140
Facteur de puissance : 0.86
Rendement : 0.9
Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€

TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100% 5h
90% 0h
80% 4h
70% 3h
60% 0h
50% 3h
40% 0h

30% 0h
20% 5h
10% 0h

PRODUITS SELECTIONNES

Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X
Disjoncteur : Marque Merlin Gerin
Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	2041295	1021276
Consommation d'énergie réactive	1211234	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 102002€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois

Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère



contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.

◆ 307-P-02A-M01

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A
L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR

Réalisé par : FST FES
EN NAKHKHASSI MARIA

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 11 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse
Site de réalisation : 307

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe
Consommation à charge nominale : 80 A
Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir

Moteur (valeurs nominales) :
Puissance : 140
Facteur de puissance : 0.86
Rendement : 0.9
Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€



TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100%	6h
90%	5h
80%	0h
70%	0h
60%	6h
50%	0h
40%	0h
30%	0h
20%	7h
10%	0h

PRODUITS SELECTIONNES

Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X
Disjoncteur : Marque Merlin Gerin
Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	4520753	2443277
Consommation d'énergie réactive	2682457	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 207748€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois

Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.

◆ 307-P-02B-M01

**ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A
L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR**



Réalisé par : FST FES
EN NAKHKHASSI MARIA

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 13 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse

Site de réalisation : 307

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe
Consommation à charge nominale : 148 A
Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir

Moteur (valeurs nominales) :

Puissance : 140

Facteur de puissance : 0.86

Rendement : 0.9

Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€

TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100%	6h
90%	5h
80%	0h
70%	0h
60%	6h
50%	0h
40%	0h
30%	0h
20%	7h
10%	0h

PRODUITS SELECTIONNES

Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X

Disjoncteur : Marque Merlin Gerin



Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	2443650	1320690
Consommation d'énergie réactive	1449977	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 112296€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois

Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.

◆ 307-P-04A-M01

**ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE GRACE A
L'UTILISATION DE VARIATEURS DE VITESSE ALTIVAR**

Réalisé par : FST FES
EN NAKHKHASSI MARIA

Destinataire : Bunge Maroc Phosphore
M.JAMMALI & K.CHIKH

Date du calcul : 14 juin 12

DONNEES DU PROJET

Nom du projet : installation variateur de vitesse
Site de réalisation : 307

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION A REMPLACER

Type d'application : Pompe



Consommation à charge nominale : 148 A

Type de régulation mécanique : Recirculation vers un réservoir

Moteur (valeurs nominales) :

Puissance : 140

Facteur de puissance : 0.86

Rendement : 0.9

Tension: 400 V

AUTRES DONNEES

Prix du kW.h : 0.1€

TEMPS DE FONCTIONNEMENT: Données de débit par jour

100%	5h
90%	0h
80%	4h
70%	3h

60%	0h
50%	3h
40%	0h
30%	0h
20%	5h
10%	0h

PRODUITS SELECTIONNES

Variateur ALTIVAR : ATV38HC19N4X

Disjoncteur : Marque Merlin Gerin

Référence : 32750

ESTIMATION DE L'ECONOMIE D'ENERGIE OBTENUE

	<u>Sans Altivar</u>	<u>Avec Altivar</u>
Consommation d'énergie active	2041295	1021276
Consommation d'énergie réactive	1211234	0 kVAr.h

Economie d'énergie estimée : 102002€

Amortissement de l'installation du variateur : 1 mois



Nota: Les résultats obtenus ne peuvent en aucun cas revêtir un caractère contractuel.

Schneider Electric S.A. se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques ou la disponibilité des produits mentionnés.