

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----------|
| REMERCIEMENTS | 4 |
| CHAPITRE N°1. INTRODUCTION | 5 |
| CHAPITRE N°2. HOLCIM MAROC | 7 |
| 1. PRESENTATION | 8 |
| 2. HISTORIQUE ET DEVELOPPEMENT | 8 |
| 3. ACTIVITES ET PRODUITS | 9 |
| 4. LE CIMENT : | |
| - GENERALITES | 10 |
| - PROCESSUS DE FABRICATION..... | 10 |
| 5. L'USINE HOLCIM FES | 13 |
| 6. PROJET D'EXTENSION..... | 14 |
| CHAPITRE N°3. « LES PROCEDURES DE LA MISE EN SERVICE » | |
| 1. INTRODUCTION..... | 16 |
| 2. PLANS | 17 |
| 3. SCHEMA DE LA DISTRIBUTION ELECTRIQUE | 18 |
| 4. DEPARTEMENT 212 | 20 |
| DEMARREUR LIQUIDE | 21 |
| 5. LES PROCEDURES | 25 |
| 5.1. TAGS | 26 |
| 5.2. TESTS ELECTRIQUES & CHECK LISTS..... | 27 |
| 5.2.1. TESTS GLOBAUX | 28 |
| - TEST DE CONTINUITE | 28 |
| - TEST D'ISOLEMENT..... | 28 |
| - TESTS SIGNAUX | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3. TESTS DANS LA SALLE ELECTRIQUE (201-3E1) | 32 |
| - MV SWITCHGEAR + TESTS | 32 |
| - TRANSFORMATEUR + TESTS | 33 |
| - MCC + TESTS | 36 |
| - RPC & VARIATEUR DE VITESSE | 37 |
| 5.4. TESTS SUR LES EQUIPEMENTS | 38 |
| - ESSAI A VIDE | 39 |
| - ESSAI INDIVIDUEL | 40 |
| - ESSAI SEQUENTIEL | 41 |
| CHAPITRE N°4. CONCLUSION | 42 |
| CHAPITRE N°5. ANNEXES | 43 |
| GLOSSAIRE | 44 |

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes sincères remerciements à la direction de la société HOLCIM (MAROC) pour sa sensibilisation vis-à-vis des stagiaires, en leurs accordant des stages.

Mes remerciements s'adressent également à Mr.Tadaout Mr.Ousmail et Mr.Jorio pour l'aide et le soutien qu'ils m'ont donné durant la période de stage.

Que tous les techniciens du service trouvent ici mes sentiments les plus respectueux.

CHAPITRE N°1

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le stage de formation est le plus solide lien qui peut exister entre les études théoriques et pratiques.

Dans cet esprit vient mon stage au sein de la société HOLCIM Maroc, qui était une meilleure occasion pour mieux se familiariser avec le monde industriel et une bonne opportunité pour appliquer ce qu'on acquit à la faculté.

HOLCIM Maroc est sur le point d'achever son projet* d'extension de l'usine de Fès, à laquelle le sujet de ce stage était lié. Ainsi, ce travail a porté sur « Les Procédures de la Mise en service du nouveau Concasseur »

Le présent rapport va décrire en général la société HOLCIM et particulièrement l'usine de Fès et son projet d'extension, ainsi qu'un aperçu sur le processus de la fabrication du ciment, par la suite je vais finir par une explication du sujet de stage dont les différentes étapes et procédures suivies pour la mise en service du nouveau concasseur.

* Voir page 13 et 14

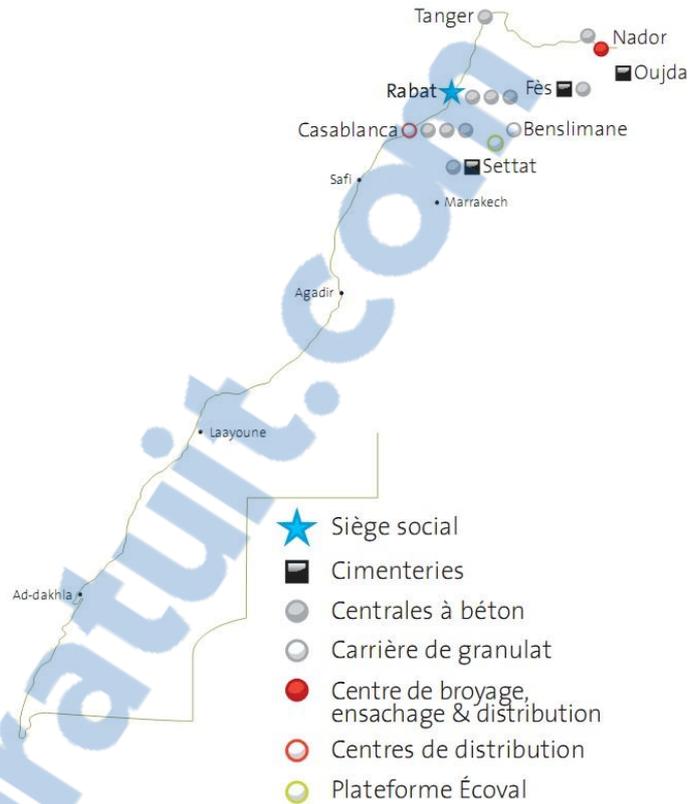
CHAPITRE N°2

HOLCIM MAROC

1. PRESENTATION

Filiale de Holcim Ltd, l'un des leaders mondiaux du ciment, du béton et des granulats, Holcim Maroc est un groupe cimentier national. Présent au Maroc depuis 1978, Holcim Maroc, avec 470 collaboratrices et collaborateurs, produit des matériaux de construction pour les usages les plus variés.

A ces produits s'ajoutent les supports techniques et logistiques adaptés aux besoins du client



Cadre juridique

| | |
|--------------------------|---|
| Raison sociale | HOLCIM (MAROC) |
| Forme juridique | société anonyme de droit privé |
| Date de création | 1976 pour une durée de 99 ans |
| Activité | production et commercialisation du ciment |
| Capital social | 91.000.000 MAD |
| Registre commercial | 24713 |
| N° de production fiscale | 512367 |
| Affiliation à la CNSS | 1515123 |
| Capacité de production | 2.000.000t/an |
| Effectif | 181 (HOLCIM DEKKARAT ET REM) |

2. HISTORIQUE ET DEVELOPPEMENT

En 1972 les gouvernements marocains et algériens avaient décidé de créer une entreprise commune pour la construction d'une cimenterie à Oujda dénommée : la cimenterie maghrébine (CIMA. Son capital social de 75.000.000DH a été réparti entre deux organismes représentant respectivement le MAROC (ODI) et l'ALGERIE (SNCM)

- ODI : office pour le développement Industriel
- SNCM : la société nationale des matériaux de Construction

La partie algérienne s'étant retirée du projet au début des opérations de consultations pour la réalisation de l'unité, l'ODI de sa part a créé en 1976 une SA : les ciments de l'oriental (CIOR) dans le but de poursuivre le projet initial.

Ainsi le 15 avril 2002, CIOR devient HOLCIM (MAROC)

Les filiales dédiées aux activités béton et granulats adoptent le nom de HOLCIM.

HOLCIM = holderbank + ciment.

Dans des soucis de rapprochement à sa clientèle et de développement sur le marché national, HOLCIM (MAROC) a créé en 1980 à Fès et en 1982, deux centres d'ensachage d'une capacité respective de 500000t/an et 350000t/an.

Ces deux centres sont alimentés en ciment VRAC de l'usine d'OUIDA par camion et progressivement par voie ferrée.

En 1989, HOLCIM (CIOR auparavant) installe sur le site du centre d'ensachage de Fès un centre de broyage composé de deux lignes d'une capacité totale de 350000t/an. Le centre d'ensachage devient ainsi le centre de broyage et d'ensachage (CBEF)

En 1990, face à la croissance soutenue du marché national et dans un souci permanent de maintien de sa présence sur le marché et de réponse à la demande croissante, HOLCIM lance dans la périphérie de la ville de Fès le projet de réalisation d'une ligne complète de production de clinker. Cette unité située à RAS EL MA démarrait son activité en avril.

En 1993, commença la première phase de privatisation de HOLCIM qui traduit par la cession de 51% de son capital social au groupe cimentier suisse HOLDERBANK qui est devenu ainsi l'actionnaire majoritaire.

En juillet 1996, une troisième ligne de broyage ciment démarra son activité sur le site RAS EL MA et complète ainsi l'usine de Fès dans sa configuration actuelle.

En juillet 1999, HOLCIM a lancé un autre projet d'implantation à SETTAT qui a débuté en 2000 et qui permettra d'aider l'usine de CASABLANCA à couvrir les besoins du marché dans cette région.

En 2010 HOLCIM lance le projet de doublement de la capacité de production clinker de la cimenterie de Fès (Projet 2800)

3. ACTIVITES ET PRODUITS

HOLCIM commercialise un produit qu'est le clinker et une gamme de ciment adaptée

| | |
|---------------|--|
| CPJ 35 | pour les utilisations courantes, béton non armé. Il est constitué à 67% de clinker, 28% de calcaire et 5% de gypse |
| CPJ 45 | pour les structures porteuses, béton armé fortement sollicité Sa composition est de 80 % en clinker, 15% en calcaire et 5% en gypse |
| CPA 55 | pour les ouvrages nécessitant des prises rapides et des résistances importantes. Ce ciment est fabriqué selon la demande de la clientèle et sa composition varie |

4. LE CIMENT

4.1. GENERALITES

Qu'est ce que le ciment ?

Poudre minérale, le ciment est un liant hydraulique utilisé dans différents domaines, principalement comme matériau de construction. Il est fabriqué à partir de la cuisson, le mélange et le broyage de différentes matières premières.

Tout d'abord, sont mélangés du calcaire, de l'argile et des additifs tels que les minerais de fer et le sable ; ce mélange appelé "cru", est broyé et porté à haute température (~1450°C) dans un four cylindrique *. Les transformations physico-chimiques provoquent la création d'un produit appelé clinker. Par la suite l'ajout de différents éléments tels que le gypse, la pouzzolane et le calcaire nous donne le ciment.

Matières premières

Les matières premières qui rentrent dans la fabrication du Ciment sont essentiellement le calcaire, l'argile :

| | |
|-----------------|--|
| Calcaire | Le gisement du calcaire se trouve près de l'usine. Les réserves sont estimées à 600 millions de tonnes, il est aussi utilisé comme matière d'ajout |
| Argile | Le gisement est situé à 7 km de l'usine avec une réserve de l'ordre de 200 millions de tonnes |
| Gypse | C'est une matière d'ajout dont le gisement est situé à 60 km de l'usine |

4.2. FABRICATION DU CIMENT

1. Concassage

Le concassage se situe à proximité de la carrière de calcaire qui existe au voisinage de l'usine et compte plus de 2 siècles de réserves exploitables en calcaire de bonne qualité.

Le but de cette opération est de réduire les dimensions des blocs qui atteignent parfois 1,2m. La granulométrie du produit concassé est de 95% < 80mm.

La machine est un concasseur à marteaux à double rotor série DUO convenant pour le concassage primaire ou secondaire de toutes matières friables ou Semi-dures. La matière fragmentée est transportée vers le stockage.

2. Echantillonnage

Cette étape a pour but de déterminer et de réaliser un pré dosage de quartes constituantes de base du «clinker». Pour cela, on dispose de quatre trémies assurant le stockage des matières premières. Par ailleurs, il y a deux bandes navettes:



- La première permet suivant la consigne appliquée de remplir la trémie de calcaire ou de schiste.
- La seconde remplit la trémie de sable ou de minerai de fer.

La bande navette est une bande qui peut tourner dans un sens ou dans l'autre suivant le sens de rotation du moteur d'entraînement.

Une fois le dosage effectué, les constituants sont rejetés dans une bande transporteuse pour le broyage.

3. Broyage cru

Les matières préparées par le concassage et la pré-homogénéisation doivent être maintenues réduites à la finesse requise pour la cuisson.

Le broyeur est constitué de deux paires de galets à suspension flottante. Ces paires de galets sont entraînées par un plateau de broyage. Sous l'effet de la force centrifuge, la matière passe sous les galets, alors que les particules trop lourdes retombent sous le plateau de broyage dans un élévateur à godets qui les recycle dans le broyeur, les fines entraînées par le flux de gaz, sont dirigées vers le séparateur monté sur le broyeur. La pression des galets est fournie par un système de vérins hydrauliques.

4. Dépoussiérage

Une fois la matière broyée, les particules fines sont entraînées par le flux gazeux. Pour cela, on dispose avant la disparition des gaz, de filtres à manches, ils libèrent donc la matière des gaz. Cette opération de dépoussiérage s'effectue avec un rendement de 99.8%. En outre, cette opération est presque utilisée dans toutes les unités de production, avant la trémie doreuse, après refroidissement du «clinker», autrement dit, partout dans l'installation, il y a des filtres de dépoussiérage.

5. Homogénéisation

A la sortie du broyeur, après séparation, la cimenterie dispose d'un produit sec d'une extrême finesse comparable à celle du boulanger, d'où le nom de "Farine" qu'on lui donne en cimenterie.

Une cuve de grande capacité, appelée silo de capacité 6000 tonnes, reçoit la farine produite par le broyeur. Celle-ci est déversée par le haut à l'aide d'un élévateur. Le fond du silo est équipé par des conduites à l'intérieur desquelles de l'air sous pression est soufflé. Par l'effet de la fluidisation par l'air s'effectue une mise en mouvement de la masse de la farine, ce qui assure l'homogénéisation de la composition chimique de la matière afin d'être préparable à la cuisson.

6. Cuisson

A la sortie du préchauffeur, la farine arrive dans le four rotatif où s'effectue l'étape la plus importante de sa transformation. L'alimentation farine est située à l'extrémité opposée au brûleur. Le four rotatif est de forme cylindrique de 3,6m de diamètre, de 62,5m de longueur, avec une pente d'inclinaison de 3% et une vitesse de rotation pouvant atteindre 2,5 tr/mn. L'isolation du four se fait par des briques réfractaires. Le combustible utilisé est le coke de pétrole en marche normale et le gasoil au moment de chauffe (parfois, le charbon, les grignons d'olives ou les pneus). La matière qui sort du four est appelée «clinker».

7. Refroidissement

Quand le «clinker» sort du four, à environ 1300°C, il faut le refroidir pour le stockage, pour cela, l'usine dispose d'un refroidisseur à grille. Il est constitué de deux grilles, chaque grille est composée de plusieurs éléments légèrement inclinés. Le «clinker» progresse le long de la grille, grâce au mouvement alternatif des plaques de la grille, ce mouvement est actionné par des vérins hydrauliques. Sous la grille, cinq ventilateurs propulsent de l'air à travers la couche de «clinker», assurant un refroidissement progressif.

8. Stockage et expédition du «clinker»

Le « clinker » prêt à l'emploi est transféré soit vers un silo de stockage. Soit transporté par des camions pour la préparation du ciment, soit broyé sur site, avec un ajout de calcaire, de gypse et d'adjuvant pour obtenir les trois types du ciment fabriqués actuellement : Le CPJ35, le CPJ45 ou le CPA55.

9. Broyage du «CLINKER»

Après refroidissement, le «clinker» se présente sous forme de nodules gris foncés d'environ 2 cm de diamètre. Pour la fabrication du ciment, le «clinker» doit être broyé à une finesse inférieure à 40 microns.

Selon la qualité de ciment souhaitée et en conformité avec les normes marocaines NM 10.01.F.004 on peut ajouter dans des proportions bien définies des matières d'addition telles que le gypse qui est un régulateur de prise.

10. Stockage du ciment

Après broyage, le ciment est expédié par pompes pneumatiques vers deux silos de stockage du produit fini. La capacité totale de chaque silos de stockage de ciment est donnée par : 600 t.

5. L'USINE HOLCIM FES

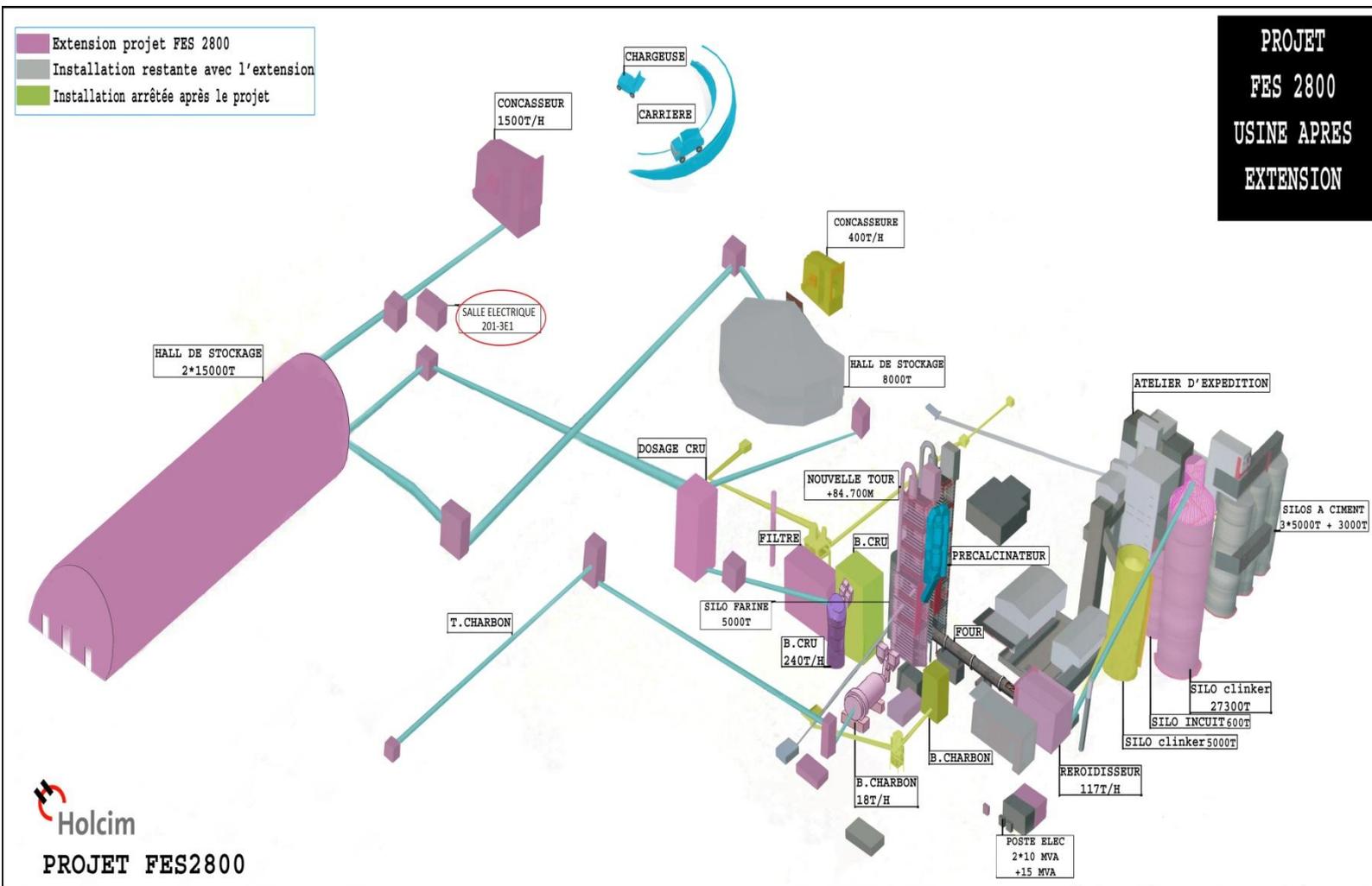
La cimenterie de Fès Ras el Ma, d'une capacité annuelle de broyage ciment de 1 000 000 de tonnes de ciment utilise le procédé de fabrication à voie sèche intégrale.

Le four principal équipement de la cimenterie, a été mis en service en 1993.

La cimenterie comporte des ateliers de concassage, broyage, homogénéisation, cuisson et stockage du clinker, broyage des combustibles, broyage du ciment et ensachage expédition du ciment.

6. Projet d'extension de la cimenterie de Fès : Projet 2800

Et comme son nom l'indique, grâce à ce projet l'usine Holcim Fès doublera sa production de 1400 tonnes de ciment par jour à **2800** tonnes.



Description

A l'issue de la fermeture du centre de Doukkarat en 2004, et dans la perspective d'évoluer au même rythme que celui du volume du marché de la région du centre nord, Holcim Maroc a lancé un projet d'extension de grande envergure, d'un montant dépassant les 320 millions de Dirhams.

Un nouveau broyeur à ciment vertical, technologie à ce jour unique au Maroc, a porté la capacité de la cimenterie de Ras El Ma de 600 000 à 1 million de tonnes de ciment par an.

L'investissement comporte aussi la :

- construction d'un tronçon de route de 7 km pour relier la cimenterie à la ville de Fès ;
- réalisation, en partenariat avec l'ONCF, d'un tronçon de voie ferrée pour desservir la cimenterie ;
- embellissement de la cimenterie suivant un concept d'architecture industrielle ;
- aménagement de l'entrée de la cimenterie afin de garantir sécurité et bien-être aux chauffeurs et aux visiteurs.

Les objectifs du projet :

Orientée vers une écoute active de ses clients et fondant sa politique sur une approche de développement durable, Holcim Maroc avait pour objectifs de :

- Satisfaire le marché régional en ciment (toutes qualités confondues) ;
 - Optimiser les coûts de production et de distribution ;
 - Assurer la distribution du ciment à partir d'un seul site et mieux maîtriser l'impact du procédé sur l'environnement ;
 - Améliorer la satisfaction des clients en termes de temps d'attente ainsi que de logistique
-

CHAPITRE N°3.

PROCEDURES

DE MISE EN SERVICE

Département 212 (CONCASSAGE)

1. INTRODUCTION GENERALE

La mise en service est le processus visant à assurer que tous les systèmes et composants de construction d'une usine ou industrie sont conçus, installés, testés, exploités et entretenus conformément aux exigences opérationnelles du propriétaire ou du client final. Un processus de mise en service peut être appliquée non seulement à de nouveaux projets mais aussi pour les unités existantes et des systèmes soumis à l'expansion, la rénovation ou de modernisation.

Dans la pratique, le processus de mise en service comprend l'application intégrée d'un ensemble de techniques d'ingénierie et des procédures pour vérifier, inspecter et tester tous les composants opérationnels du projet, à partir des fonctions individuelles, telles que des instruments et des équipements, jusqu'à des fusions complexes tels que les modules, sous-systèmes et des systèmes.

Objectif et impact

L'objectif principal de la mise en service est d'accroître la fiabilité des systèmes électriques de puissance après l'installation en identifiant les défaillances et les problèmes et en fournissant un ensemble de valeurs de référence pour la comparaison avec les tests de routine ultérieurs, et surtout en veillant sur la sécurité des personnes et des équipements.

En outre, lorsqu'elle est exécutée d'une manière planifiée et efficace, la mise en service normalement représente un facteur essentiel pour la réalisation du calendrier, des coûts, de la sécurité et des exigences de qualité du projet.

La mise en service du Groupe Concassage (Département 212)

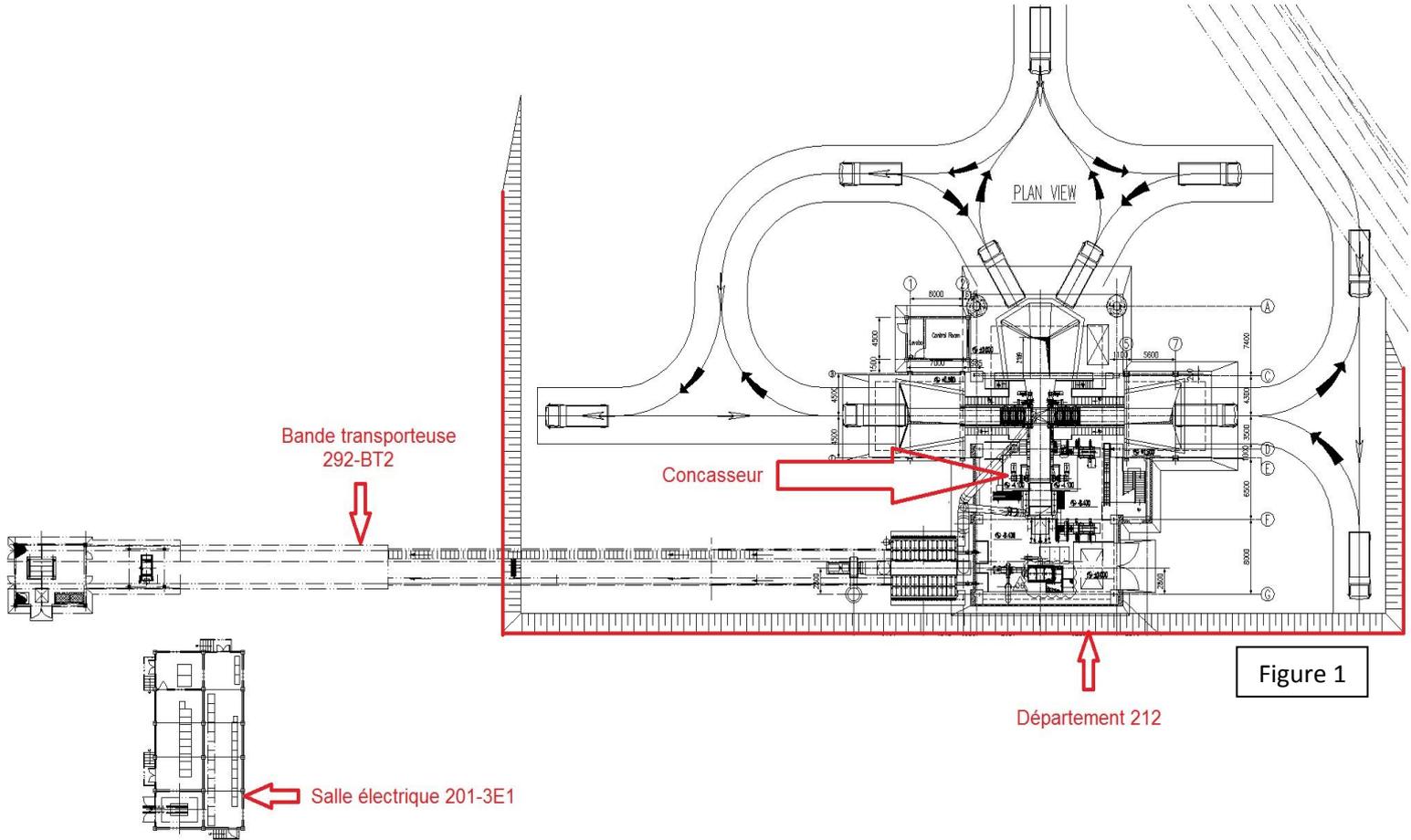
Le concasseur est l'un des machines les plus importantes dans une cimenterie, les activités de sa mise en service, au sens large, sont applicables à toutes les phases du projet, depuis la construction et l'assemblage, jusqu'à la réception définitive, y compris parfois une phase d'exploitation assistée.

On verra dans ce chapitre les procédures détaillées de la mise en œuvre du concasseur en commençant par une description de son alimentation électrique puis par les différents tests et essais avant mise en service, contenant les inspections de sa salle électrique, l'essai à vide individuel et séquentiel, puis l'essai en marche. On trouvera en parallèle la documentation et les rapports des tests permettant l'organisation et le développement de la mise en service.

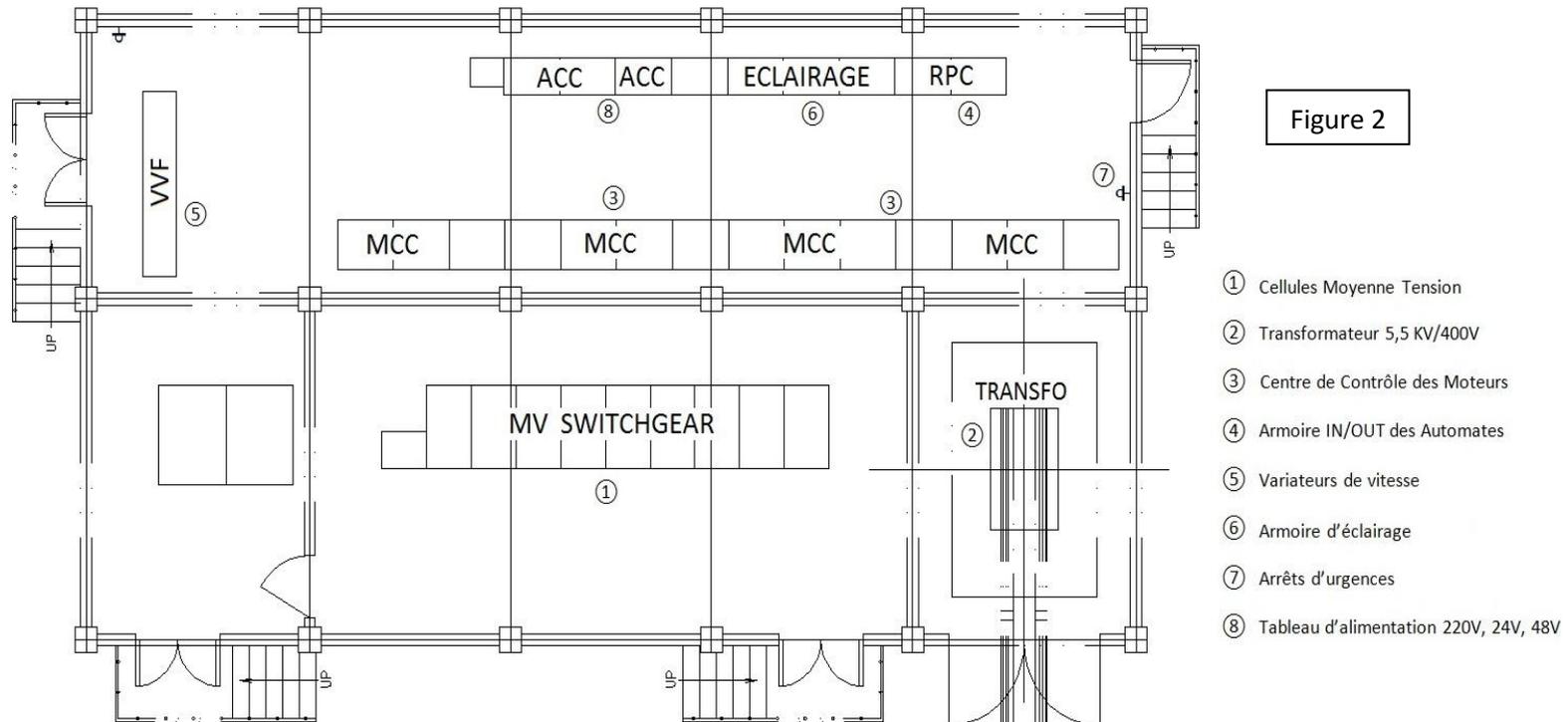


2. PLANS DU DEPARTEMENT 212 & SA SALLE ELECTRIQUE

Plan général :



Le Plan de la salle :



3. SCHEMA DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE

Généralités et définitions

On appelle réseau de distribution électrique l'ensemble des installations visant à acheminer l'électricité au plus près des consommateurs.

Au début de la chaîne dans le poste source, le transformateur (60kV/5,5kV) transforme la tension du réseau de transport (60kV) en une tension plus faible (5,5kV) dite de distribution ou moyenne tension. L'électricité est ensuite acheminée par des câbles souterrains vers la salle électrique et plus précisément vers les cellules moyenne tension qui sont en réalité des disjoncteurs de protection, puis vers un deuxième transformateur qui abaisse la tension de 5,5kV à 400V pour alimenter les MCC qui sont des armoires à basse tension où l'on trouve les circuits de puissances et de commandes de tous les moteurs.

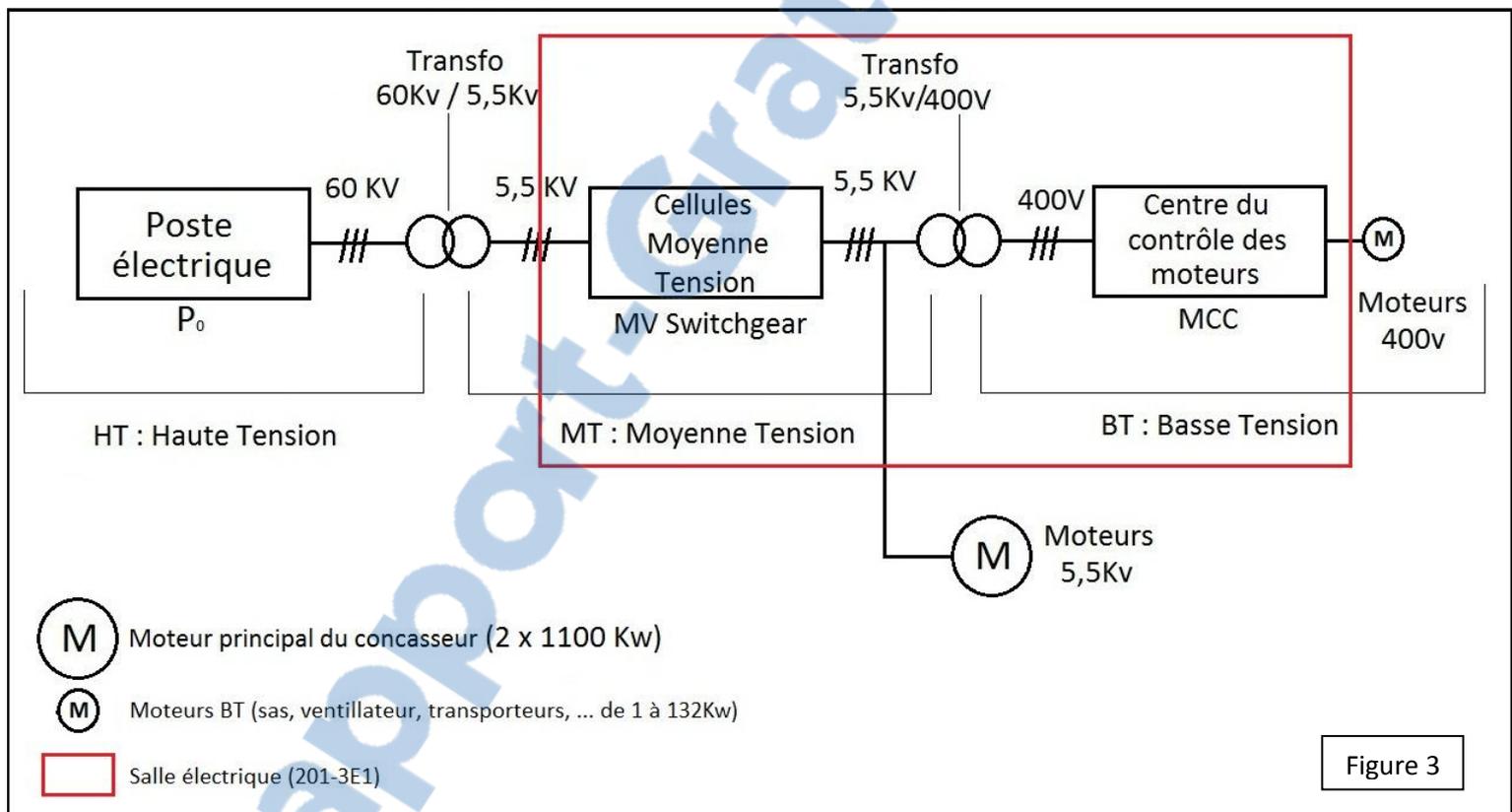


Figure 3

Mais pour le cas des moteurs de moyenne tension (ex : moteurs principaux du concasseur 1100Kw) on les alimente directement à partir des cellules moyenne tension 5,5kV.

Le schéma suivant explique la distribution électrique depuis la ligne d'alimentation jusqu'aux moteurs du département concasseur, on voit clairement au début de la série le transformateur HT/MT, la cellule d'arrivée sous forme d'un disjoncteur QB, le QE est un sectionneur de protection. La cellule d'arrivée alimente le jeu de barre où sont connectées les autres cellules, on voit aussi que les deux moteurs du concasseur sont alimentés directement des cellules moyennes tension, pour les autres moteurs (Basse Tension), ils sont commandés à partir des MCC après un transformateur MT/BT.

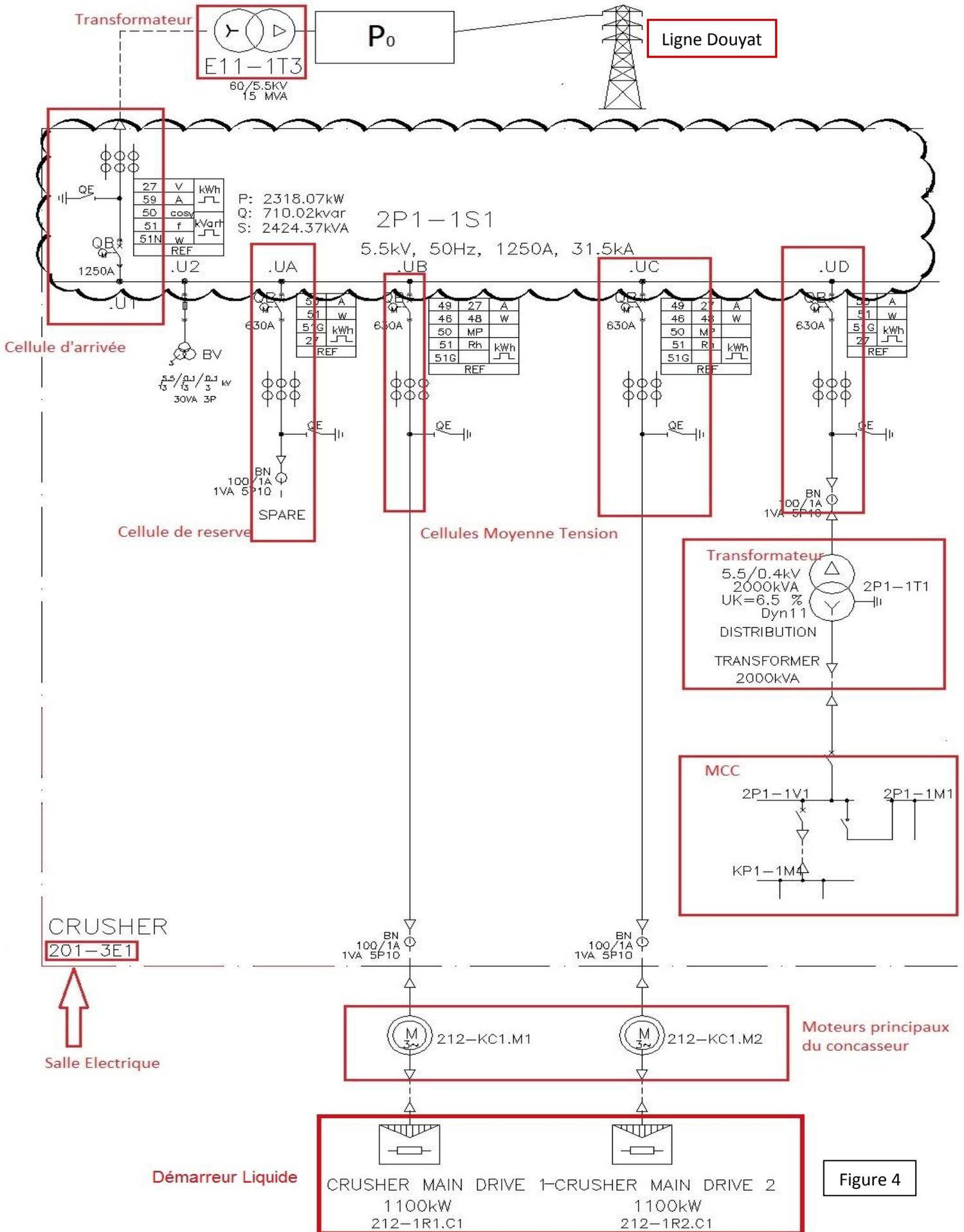


Figure 4

4. DEPARTEMENT 212

Présentation

Le département 212 présente la première étape de la fabrication du ciment : Le concassage

Ce département inclut toute une séquence d'équipements, leur fonctionnement est en parallèle avec celui du concasseur, on trouvera sur chaque équipement un code HAC (code actif d'Holcim) unique et interchangeable donnant l'identité de l'équipement, pour ce département tous les code HAC (moteurs, câbles, filtres, ventilateurs, capteurs, transporteurs...) commencent par 212-.

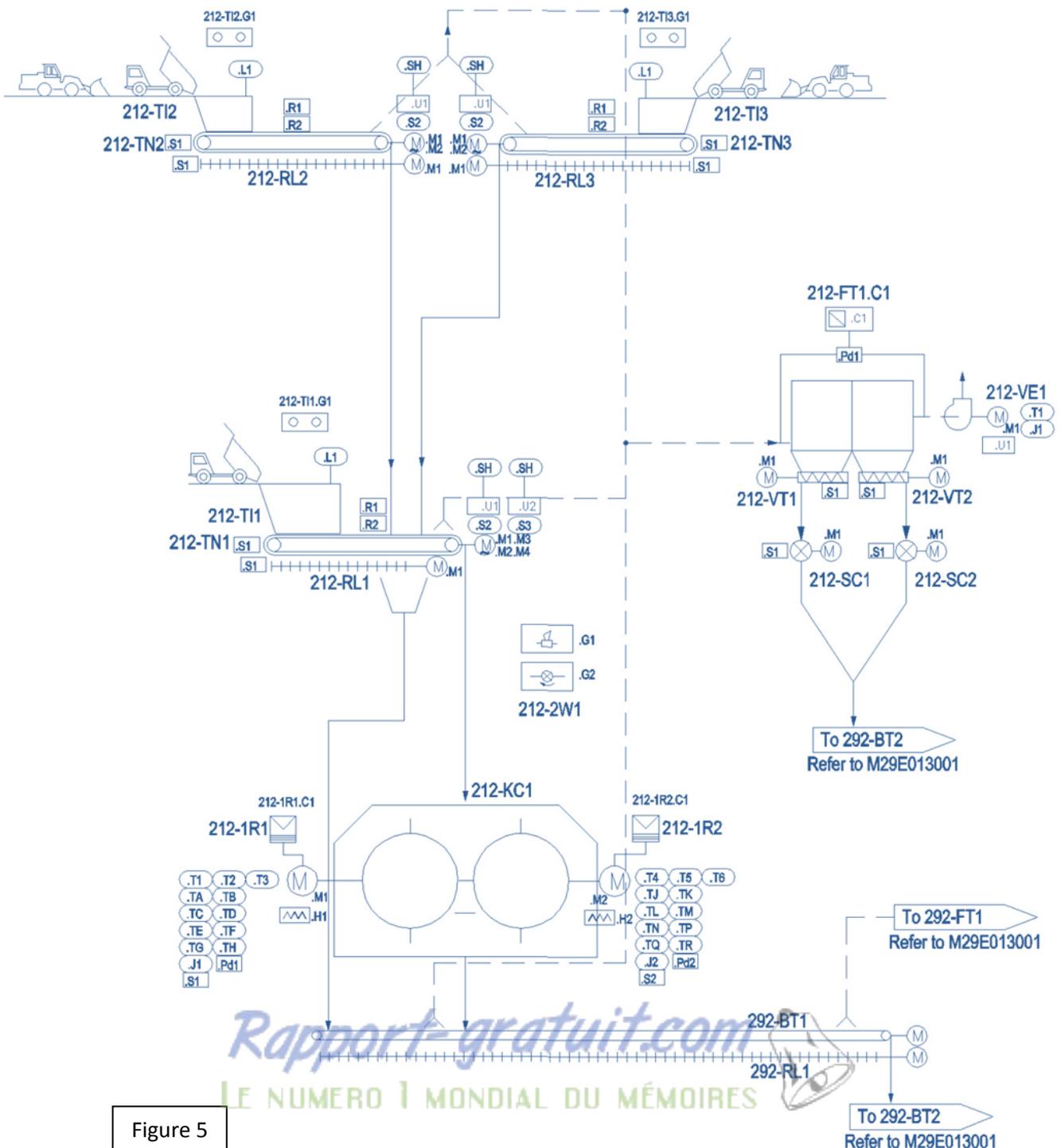


Figure 5

Description :

Au premier lieu, les camions déchargent la matière dans des transporteurs à tabliers ou à plaques **212-TN2** et **212-TN3**, ces deux derniers conduisent la matière à leur tour vers un autre plus grand **212-TN1** qui convoie la matière directement à l'intérieur du concasseur **212-KC1**, et sous chaque transporteur à plaques on trouve une ramasse miette (**212-RL1**, **212-RL2**, **212-RL3**) qui racle les déchets des tabliers, ensuite la matière concassée tombe directement par des trémis dans un convoyeur **292-BT1**, qui appartient au département 292.

Durant le transport et le concassage de la matière une large poussière se produit, un ventilateur **212-VE1** l'aspire vers le filtre **212-FT1** qui filtre cette poussière en séparant l'air des petites particules qui seront reconduites par la suite vers le 292-BT2.

Le Démarreur Liquide (212-1R1/1R2)

Introduction

Au démarrage du concasseur, ses deux moteurs 212-KC1.M1/M2 consomment un courant très important qui peut endommager la machine, donc on effectue un démarrage rotorique tel que le démarreur joue le rôle d'un rhéostat avec une résistance liquide qui résiste au courant de démarrage puis elle diminue lentement pour court-circuiter le circuit au courant nominale.

Ce démarreur fait réduire progressivement la distance de deux plaques horizontales dans le liquide conducteur (electrodes) par le dispositif de transmission mécanique jusqu'à zéro, la valeur de résistance dans le circuit de rotor de moteur en série de la valeur maximum jusqu'à zéro et la vitesse de rotation du moteur jusqu'à la vitesse nominale afin de réaliser le démarrage lisse de charge lourde du grand et moyen moteur à enroulement.

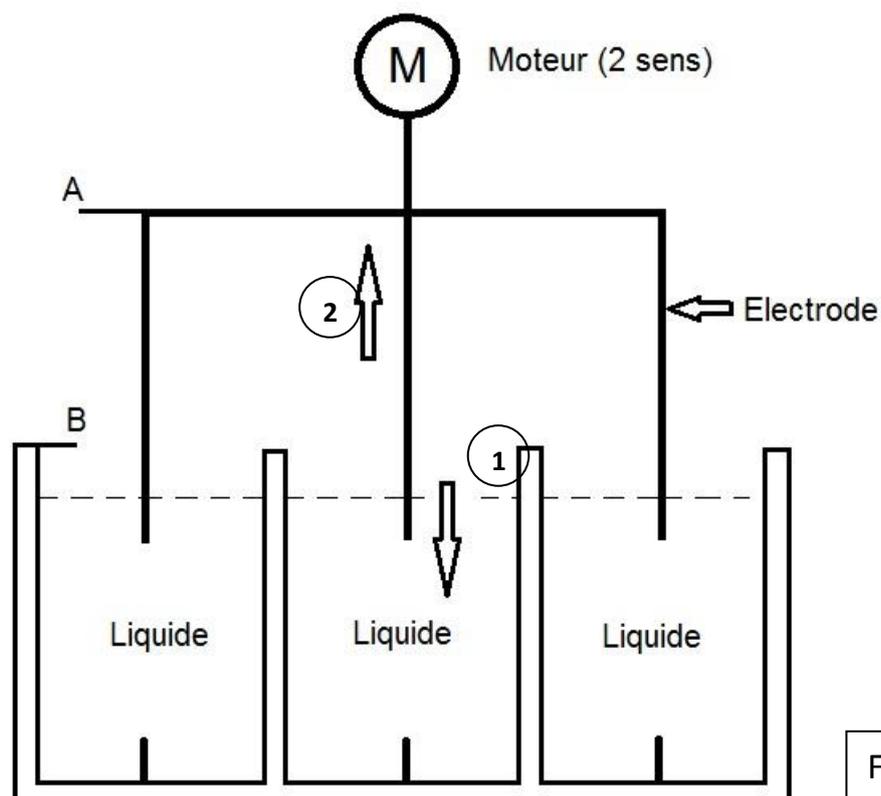


Figure 6

Dès le démarrage du concasseur, le moteur éleveur (eleavating motor) du démarreur liquide fait descendre les plaques horizontales dans le liquide conductible (figure 6) ce qui explique que les ions (porteurs de charge) traversent une longue distance dans le liquide entre l'électrode fixe et mobile, et tant que les plaques s'approchent la résistance du liquide diminue et le courant augmente. Quand A et B sont cooliniaries, un capteur de position exite une bobine qui ferme les contacts VD4 (figure 7) afin de courtcircuiter les phases du rotor, ainsi que le variateur de vitesse VF de l'éleveateur change le sens et la vitesse de rotation du moteur (les plaques montent plus vite) pour se préparer à un prochain démarrage.

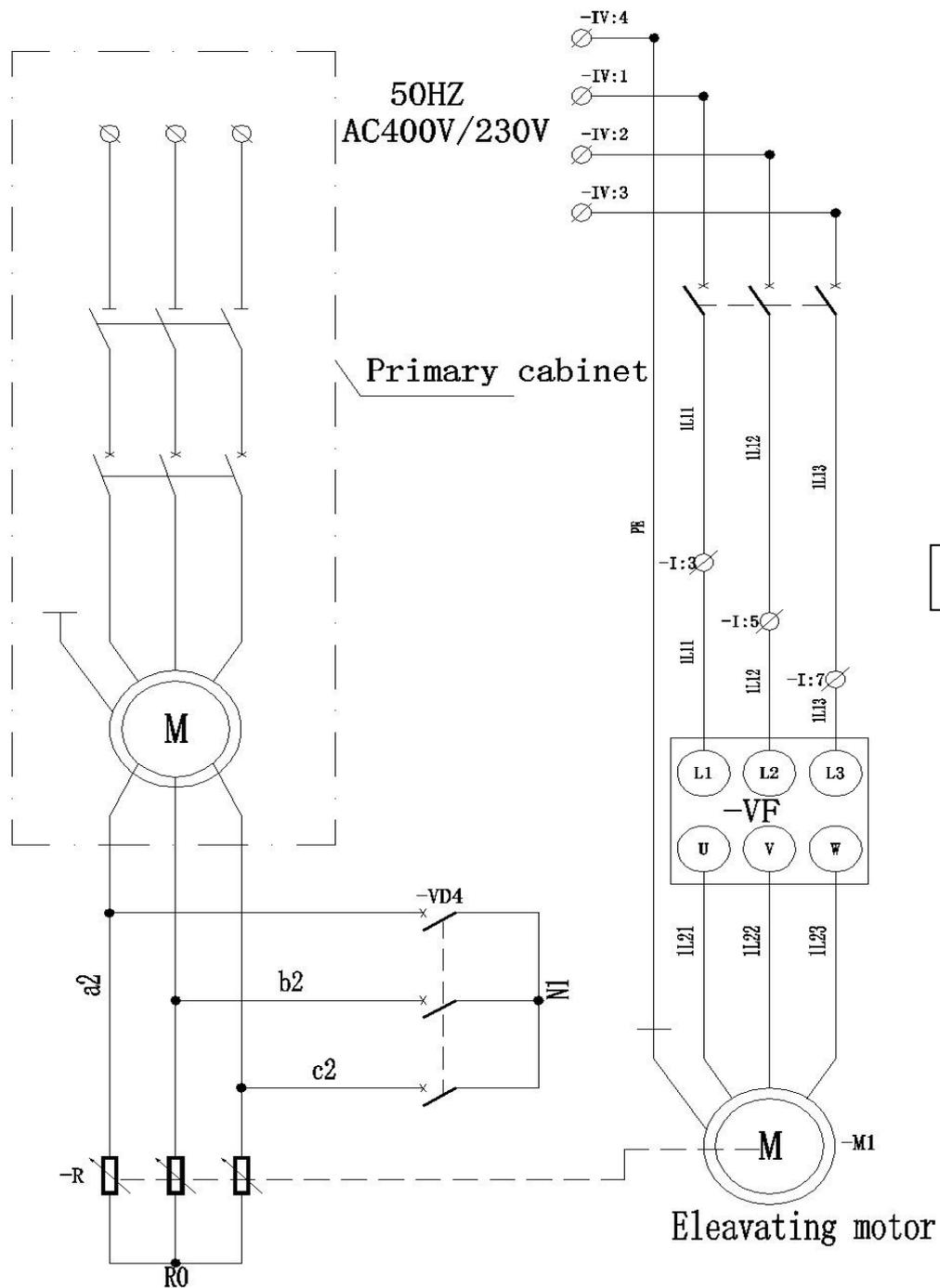


Figure 7

Le démarreur de résistance liquide est étudié et fabriqué pour améliorer la performance de démarrage du grand et moyen moteur asynchrone en courant alternatif à enroulement, il a surmonté des problèmes suivants du démarreur de résistance de sensibilité de fréquence : le courant d'impact grand, le démarrage difficile et l'opération non pratique, etc.

- Le courant de démarrage est faible et invariable sans impact sur le réseau électrique ; le courant de démarrage n'est pas supérieur à 1.3 fois du courant nominal, ainsi il est possible de réduire l'exigence du démarrage de charge lourde du moteur sur la capacité du transformateur et de diminuer l'investissement non récupérable ;
- Le démarrage lisse peut réduire l'impact sur les équipements mécaniques et prolonger la durée de vie des équipements mécaniques et du moteur ;
- La capacité thermique est grande et il est possible de démarrer 3~10 fois continuellement;

Dans le département 212 on trouve :

- Liste des Moteurs

|  中材建设有限公司 CBMI CONSTRUCTION CO., LTD. | | | | | |
|--|---|-------|-------|------|---------|
| Legend: *) CARACTERISTIQUES MOTEURS | | | | | |
| Motor Identification No. (HAC) | French Text | Power | Speed | Volt | Current |
| | | kW | rpm | V | A |
| 212-KC1.M1 | moteur principal du concasseur | 1100 | 990 | 5500 | 140 |
| 212-KC1.M2 | moteur principal du concasseur | 1100 | 990 | 5500 | 140 |
| 212-HY1.M1 | moteur du pompe hydrolique | 5,5 | 1500 | 400 | 10,90 |
| 212-RL1.M1 | moteur du racleur pour déchets | 4 | 1500 | 400 | 8,29 |
| 212-RL2.M1 | moteur du racleur pour déchets | 4 | 1500 | 400 | 8,29 |
| 212-RL3.M1 | moteur du racleur pour déchets | 4 | 1500 | 400 | 8,29 |
| 212-SC1.M1 | moteur du sas cellulaire | 1,1 | 1500 | 400 | 2,56 |
| 212-SC2.M1 | moteur du sas cellulaire | 1,1 | 1500 | 400 | 2,56 |
| 212-TN1.M1 | moteur du transporteur à plaques | 55 | 1500 | 400 | 97,59 |
| 212-TN1.M2 | moteur du transporteur à plaques | 55 | 1500 | 400 | 97,59 |
| 212-TN1.M3 | moteur de refroidissement du moteur transporteur à plaques M1 | 1 | 1500 | 400 | 1,76 |
| 212-TN1.M4 | moteur de refroidissement du moteur transporteur à plaques M2 | 1 | 1500 | 400 | 1,76 |
| 212-TN2.M1 | moteur du transporteur à plaques | 37 | 1500 | 400 | 67,85 |
| 212-TN2.M2 | moteur de refroidissement du moteur transporteur à plaques M1 | 1 | 1500 | 400 | 1,76 |
| 212-TN3.M1 | moteur du transporteur à plaques | 37 | 1500 | 400 | 67,85 |
| 212-TN3.M2 | moteur de refroidissement du moteur transporteur à plaques M1 | 1 | 1500 | 400 | 1,76 |
| 212-VE1.M1 | moteur du ventilateur transporteur à plaques | 132 | 1450 | 400 | 228,40 |
| 212-VT1.M1 | moteur de la vis transporteuse | 3 | 1500 | 400 | 6,30 |
| 212-VT2.M1 | moteur de la vis transporteuse | 3 | 1500 | 400 | 6,30 |

The copyright for this document is reserved by CBMI Construction co.,Ltd.
 Any modification to this document is subject to approval by CBMI Construction co.,Ltd. china.

Liste des Capteurs

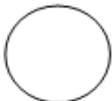
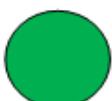
Le tableau ci-dessous présente les différentes caractéristiques des capteurs analogiques et numériques dans le département 212

|  CBMI 中材建设有限公司 CBMI CONSTRUCTION CO., LTD. | | | | Holcim (Maroc) S.A. CIMENTERIE DE FES | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------------------|-----------------------------|--|--------|---------|------|-------|------------------------|---|-----|-----|--|
| Legend: | | | | Measurement | | | | Alarm | | | | | |
| Device No. (HAC) | (QUI) | (QUOI) | Où | Unit | Analog | Digital | Span | | min. / low high / max. | | | | |
| | | | | (Phys) | (Type) | (Type) | min. | max. | N | L | H | M | |
| 212-FT1.Pd1 | Filter à manches | Capteur de Pression différentiel | entrée et sortie | mbar | | NC | 0 | 30 | | | | | |
| 212-KC1.T1 | Moteur principal 1# Bobine U | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.T2 | Moteur principal 1# Bobine V | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.T3 | Moteur principal 1# Bobine W | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.TA | Moteur principal 1# Roulement A | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TB | Moteur principal 1# Roulement B | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TC | Palier A poulie du rotor 1 du concasseur | Température | Poulie | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TD | Palier B poulie du rotor 1 du concasseur | Température | Poulie | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TE | Roulement A du rotor 1 du Concasseur | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TF | Roulement B du rotor 1 du Concasseur | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TG | Moteur principal 1# chaud | Température | Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 105 | 115 | |
| 212-KC1.TH | Moteur principal 1# froid | Température | Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 75 | 85 | |
| 212-KC1.Pd1 | Concasseur 1# Moteur | Capteur de Pression différentiel | capot | mbar | | NC | | | | | | | |
| 212-KC1.T4 | Moteur principal 1# Bobine U | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.T5 | Moteur principal 1# Bobine V | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.T6 | Moteur principal 1# Bobine W | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-KC1.TJ | Moteur principal 2# Roulement A | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TK | Moteur principal 2# Roulement A | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TL | Palier A poulie du rotor 2 du concasseur | Température | Poulie | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TM | Palier B poulie du rotor 2 du concasseur | Température | Poulie | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TN | Roulement A du rotor 2 du Concasseur | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TP | Roulement B du rotor 2 du Concasseur | Température | Roulement du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 85 | 90 | |
| 212-KC1.TQ | Moteur principal 2# chaud | Température | Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 105 | 115 | |
| 212-KC1.TR | Moteur principal 2# froid | Température | Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 75 | 85 | |
| 212-KC1.Pd2 | Concasseur 2# Moteur | Capteur de Pression différentiel | capot | mbar | | NC | | | | | | | |
| 212-KC1.J1 | Moteur principal | Puissance | MV panneau | kW | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-KC1.J2 | Moteur principal | Puissance | MV panneau | kW | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-KC1.S1 | Concasseur | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-KC1.S2 | Concasseur | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-RL1.S1 | Ramasse miette | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-RL2.S1 | Ramasse miette | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-RL3.S1 | Ramasse miette | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-SC1.S1 | Sas cellulaire | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-SC2.S1 | Sas cellulaire | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-TN1.S1 | Transporteur à plaques | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-TN1.S2 | Transporteur à plaques-Vitesse | Vitesse | Vitesse | rpm | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TN1.S3 | Transporteur à plaques-Vitesse | Vitesse | Vitesse | rpm | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TN1.R1 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-TN1.R2 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-TN2.S1 | Transporteur à plaques | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-TN2.S2 | Transporteur à plaques-Vitesse | Vitesse | Vitesse | rpm | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TN2.R1 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-TN2.R2 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-TN3.S1 | Transporteur à plaques | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-TN3.S2 | Transporteur à plaques-Vitesse | Vitesse | Vitesse | rpm | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TN3.R1 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-TN3.R2 | Transporteur à plaques | Arrêt à Câble | Arrêt à Câble | | | NC | | | | | | | |
| 212-VE1.J1 | Moteur du ventilateur | Puissance | installation au MCC | kW | 4~20mA | | 0 | 207,8 | | | | | |
| 212-VE1.T1 | temp. De la Bobine du Moteur du ventilateur | Température | Bobine du Moteur | °C | PT100 | | 0 | 150 | | | 120 | 130 | |
| 212-VT1.S1 | Vis Transporteuse | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-VT2.S1 | Vis Transporteuse | Controleur de rotation | Controleur de rotation | | | NO | | | | | | | |
| 212-TI1.L1 | Trémie | Capteur de niveau(analogue) | Capteur de niveau(analogue) | m | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TI2.L1 | Trémie | Capteur de niveau(analogue) | Capteur de niveau(analogue) | m | 4~20mA | | | | | | | | |
| 212-TI3.L1 | Trémie | Capteur de niveau(analogue) | Capteur de niveau(analogue) | m | 4~20mA | | | | | | | | |

5. LES PROCEDURES

Avant toute mise en service une inspection civile, sécuritaire, mécanique et électrique sur l'équipement doit être effectuée. On suppose dans notre cas que le travail civil, les précautions sécuritaires et les tests mécaniques sont déjà faits et on s'intéresse uniquement aux procédures électriques.

On appel un **TAG**, un fichier de suivi notant le développement de la mise en service d'un équipement par un accord définitif de tous les responsables de chaque service (sécurité, civil, mécanique, électrique) et pour chaque étape des essais avant mise en service on trouve :

| <u>TAG DE MISE EN SERVICE</u> | |
|--|--|
| NO DE L'EQUIPEMENT : _____ Code HAC _____ | |
| DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT : _____ | |
|  <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">BLEU</div> <div style="font-size: 24px; margin-left: 20px;">OK</div> | Complété : Nom du Responsable Date: _____ |
| Tag de génie civil et sécurité : | |
|  <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">JAUNE</div> <div style="font-size: 24px; margin-left: 20px;">OK</div> | Complété : Nom du Responsable Date: _____ |
| Tag de la vérification Mécanique : | |
|  <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">ROUGE</div> | Complété : Nom du Responsable Date: _____ |
| Tag de la vérification Electrique et automatique : | |
|  <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">BLANC</div> | Complété : Nom du Responsable Date: _____ |
| Tag du Test Individuel de la Machine: | |
|  <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 10px;">VERT</div> | Complété : Nom du Responsable Date: _____ |
| Tag du Test séquentiel et vérification du verrouillage : | |
| Entrepreneur : _____ Date: _____ | |
| Propriétaire : _____ Date: _____ | |
| LIST DES DEFICIANCES : | |

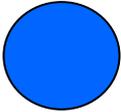
Essai à vide

Figure 4

EXPLICATION

Un système de pastilles autocollantes de couleurs différentes est mis en place pour matérialiser la fin de chaque étape de mise en service pour chaque équipement, chaque couleur correspond à une étape.

Ce système ne remplace en aucun cas la mise en sécurité des équipements.



Etape 1 : TAG BLEU Génie civil et sécurité

Durant et après la construction des bâtiments, des plateformes..., l'équipe du département génie civil doit faire une inspection du travail effectué, en parallèle les animateurs de sécurité industrielle font les précautions de sécurité pour assurer le bon fonctionnement de la machine dans des conditions sécurisés ;

Enfin, les responsables des deux départements donnent leur accord et affichent un Tag BLEU sur l'équipement signifiant l'achèvement de la construction et dans un bon état.



Etape 2 : TAG JAUNE Les vérifications Mécaniques

Quand le Tag BLEU est affiché, les mécaniciens font l'installation et le montage de l'équipement, ensuite l'équipe du département mécanique commencent à contrôler les travaux, ajuster la machine et réparer les défauts, dans le cas où les résultats sont positifs, le responsable du département mécanique donne son accord et affiche un Tag JAUNE sur l'équipement signifiant l'achèvement des travaux mécaniques.



Etape 3 : TAG ROUGE Les tests électriques

C'est l'étape la plus importante dans notre sujet puisqu'elle traite la partie électrique dans la mise en service.

Quand le Tag JAUNE est affiché, les électriciens font l'installation des câbles, la liaison des équipements ensuite, l'équipe du département électrique commence à contrôler les travaux et appliquer les tests électriques.

On distingue deux types de tests électriques :

- Tests et inspections dans la salle électrique (ex : 201-3E1)
- Tests sur les équipements (ex : le département concasseur), qui incluent principalement les essais à vide (Tag BLANC : essai individuel & Tag VERT : essai séquentiel).

Il existe aussi des tests communs (Tests globaux), on les applique dans la salle électrique ainsi que sur les équipements.

On trouvera dans ce qui suit une explication détaillée des tests et inspections dans la salle électrique puis sur les équipements.



TESTS ELECTRIQUES

Après les vérifications de construction, de sécurité et de mécanique, les tests électriques sont essentiels pour s'assurer que le système est correctement installé et qu'il fonctionne comme prévu.

Les tests d'un système englobent :

- L'essai de chacun des composants assimilé.
- La vérification de l'interconnexion des composants par rapport aux plans.
- Le contrôle du fonctionnement du système dans son ensemble.

Avant de procéder à toute épreuve, l'entrepreneur doit s'assurer que l'installation est conforme à toutes les exigences législatives et réglementaires pertinentes. Les travaux doivent aussi être conformes à toutes les exigences réglementaires de sécurité du site actuellement en vigueur.

Le **but** de ces tests est de s'assurer que tous les composants et systèmes sont dans un état satisfaisant et sécuritaire avant le démarrage.

Une procédure devrait être développée pour inclure une approche planifiée de ce qui devrait être fait afin de vérifier l'installation correcte du système. Cette procédure est le plan de mise en service. Les domaines spécifiques abordés dans un plan de mise en service comprennent la vérification de l'installation de tous les équipements / composants, des connexions d'interface entre l'équipement et les systèmes individuels, et les dessins d'interconnexion.

Check Lists (Définitions)

Les *Check Lists* sont des rapports d'essais fonctionnels couvrant toutes les données mesurées, fiches techniques, et un résumé complet décrivant le fonctionnement du système. Les écarts de performances à partir des spécifications générales et / ou particulier ou l'intention de conception devraient être enregistrées, avec une description et d'analyse inclus.

A la fin de chaque essai tous les résultats des inspections et des tests doivent être enregistrées et signés par l'entrepreneur dans les formes appropriées d'enregistrement de test, dont la référence est indiquée pour chaque épreuve individuelle (**Check Lists**). Exemple de ces formes peuvent être trouvées dans les annexes.

Lorsque cela est requis dans la spécification générale et / ou particulière, l'entrepreneur doit procéder à une évaluation finale de la performance de l'installation électrique durant l'essai, dont les résultats doivent être inclus dans le rapport de mise en service.

Après l'entrepreneur doit signer un certificat d'achèvement des travaux après l'achèvement de l'installation électrique ou de tout travail à la suite de réparation, de modification ou l'ajout à une installation existante.

Tests électriques Globaux:

Les tests suivants, sont appliqués pour tous les équipements électriques, ils doivent être testés de préférence dans l'ordre indiqué ci-dessous:

- (A) La continuité des conducteurs de protection, y compris la continuité des conducteurs circuit final ;
- (B) La résistance d'isolement, Résistance de l'électrode de la Terre ;
- (C) Tests signaux

A. Test de Continuité des Câbles

Continuité des conducteurs de protection

Chaque conducteur de protection, y compris tous les conducteurs et les parties conductrices parasites utilisées pour liaison équipotentielle doit être testé pour la continuité. Le test doit être fait en connectant ensemble les conducteurs neutres et de protection à la position du réseau et la vérification entre la terre et neutre à chaque sortie par un testeur de continuité, qui devrait montrer une lecture proche de zéro.

Continuité du circuit

Le circuit en boucle doit être testé à partir du tableau de distribution.

Les extrémités des deux câbles formant le conducteur de phase doivent être séparées, et un test de continuité doit montrer une lecture proche de zéro entre les deux; les mêmes tests à faire entre les deux câbles qui forment le conducteur neutre, et entre les deux câbles que former le conducteur de protection.

La méthode d'essai au paragraphe ci-dessus n'est applicable que lorsque le circuit en boucle a été inspecté à travers, avant l'essai, pour vérifier qu'aucune interconnexion (multi-boucles) existe sur le circuit en boucle.

Check List : Annexe 1

[Continuité des câbles.xlsx](#)

B. Test d'isolement électrique

Pourquoi ?

Pour assurer le bon fonctionnement et une parfaite sécurité des appareils et installations électriques, tous les conducteurs sont isolés : gaine pour les câbles, vernis pour les bobinages. Quand la qualité de ces isolements s'amointrit, des courants de fuite peuvent circuler d'un conducteur à l'autre et, selon l'importance des défauts d'isolement (le pire défaut étant le court circuit), provoquer des dégâts plus ou moins graves.

Un matériel présentant un défaut d'isolement peut tomber en panne, brûler ou provoquer un défaut sur l'installation elle-même et par conséquent, la déclenche des dispositifs de protection, c'est-à-dire la coupure de toute l'installation.

Pour prévenir et pouvoir se prémunir des risques liés à un isolement insuffisant ou à une dégradation du niveau de l'isolement, des mesures doivent être effectuées. Elles concernent aussi bien les matériels électriques que les installations sur lesquelles ils sont connectés. Ces mesures sont réalisées lors de la mise en route, sur des éléments neufs ou rénovés, puis périodiquement afin de juger de leur évolution dans le temps.

Description : Résistance d'isolement

Concrètement, on vérifie dans un premier temps que l'installation ou le matériel soit hors tension, puis on applique une tension d'essai continue, de 600 à 5000 volts, par une source de potentiel constant, est appliquée à travers l'isolant et on recueille la valeur de la résistance d'isolement en $M\Omega$ ou $G\Omega$.

Ce Test est effectuée également au moyen d'un Contrôleur d'Isolement, appelé **mégohmmètre** qui indique la résistance d'isolement directement sur une échelle étalonnée en méga-ohms ou fonctionnant sur batterie.

Lors de la mesure d'un isolement par rapport à la terre, il est conseillé de placer le pôle positif de la tension d'essai sur la terre, pour éviter des problèmes de polarisation de la terre lorsque l'on procède à des essais multiples.

Cette résistance exprime la qualité de l'isolement entre deux éléments conducteurs et fournit une bonne information sur les risques de circulation de courants de fuite. Son caractère non-destructif la rend particulièrement intéressante pour le suivi du vieillissement des isolants durant la période d'exploitation d'un matériel ou d'une installation électrique.

| Tension nominale du circuit | Tension d'essai |
|--|-----------------|
| En dessous de < 1000v (Basse Tension) | 500v ou 1000v |
| Au dessus de > 1000v (Moyenne Tension) | 2500v ou 5000v |

La qualité de l'isolement est évaluée sur la base du niveau de la résistance d'isolement. La résistance d'isolement de nombreux types d'isolation est variable avec la température, de sorte que les données obtenues doivent être corrigées à la température normale pour la catégorie de l'équipement sous test.

La valeur de la résistance d'isolement obtenue est proportionnelle à la longueur du câble, par exemple, un câble de 1000 m (304,8 m) de long on pouvait s'y attendre d'avoir un dixième de la résistance d'isolation d'un câble de 100 pieds (30,48 m) de long, si toutes les autres conditions sont identiques. Le test de la résistance d'isolement est relativement facile à réaliser et est un test utilisé sur tous les types et les classes des matériels électriques.

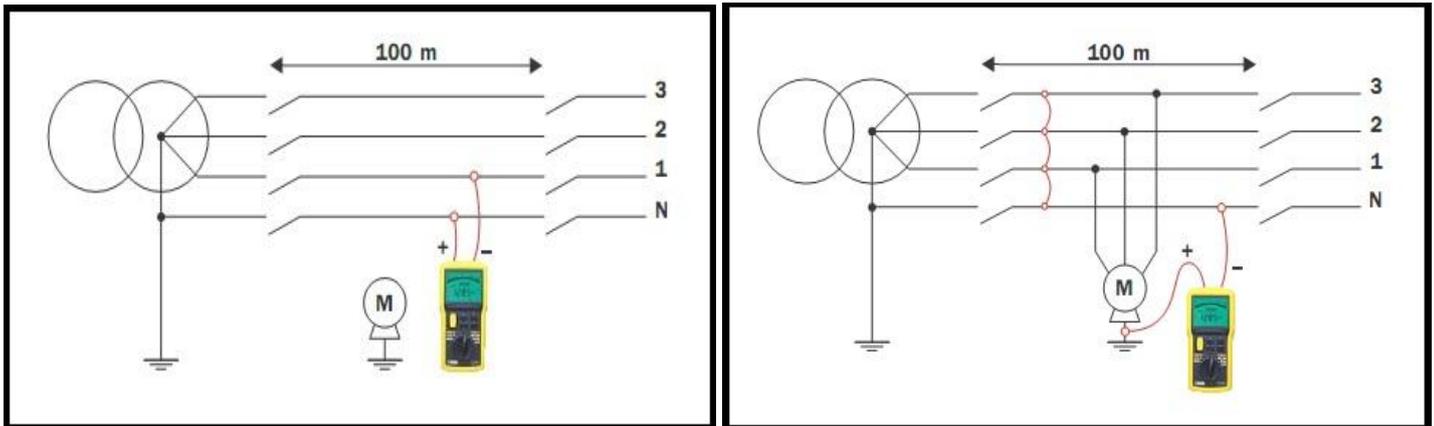
- Mesure de l'isolement des câbles

Le câble à tester doit être libre (fils libres de chaque côtés).

Le mégohmmètre injecte une tension "d'essais" convenable et mesure la résistance entre phases et phase, et entre phases et terre.

(Généralement ∞)

La fameuse NF C 15-100, qui traite des installations électriques Basse Tension, précise que la résistance d'isolement doit être mesurée sur des tronçons d'une longueur de 100 m.



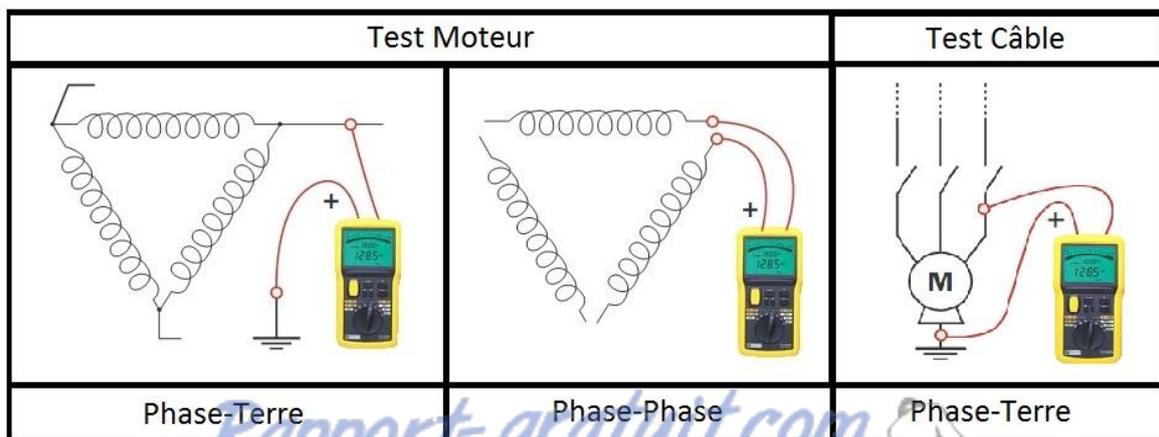
Les récepteurs débranchés, entre chaque conducteur actif (de phase et du neutre) pour vérifier qu'aucun d'entre eux n'a subi de dommages mécaniques lors de l'installation.

Les conducteurs actifs reliés entre eux, les récepteurs branchés, pour vérifier l'isolement de tous les conducteurs par rapport à la terre.

Test d'isolement sur une machine tournante (Moteur)

On peut vérifier la qualité de l'isolement des enroulements par rapport à la terre ou des enroulements entre eux.

On pourra aussi vérifier l'isolement du moteur branché sur l'installation, par rapport à la terre. Les tensions d'essais de 500 V et 1000 V sont bien sûr les plus courantes lors de tests de machines tournantes.

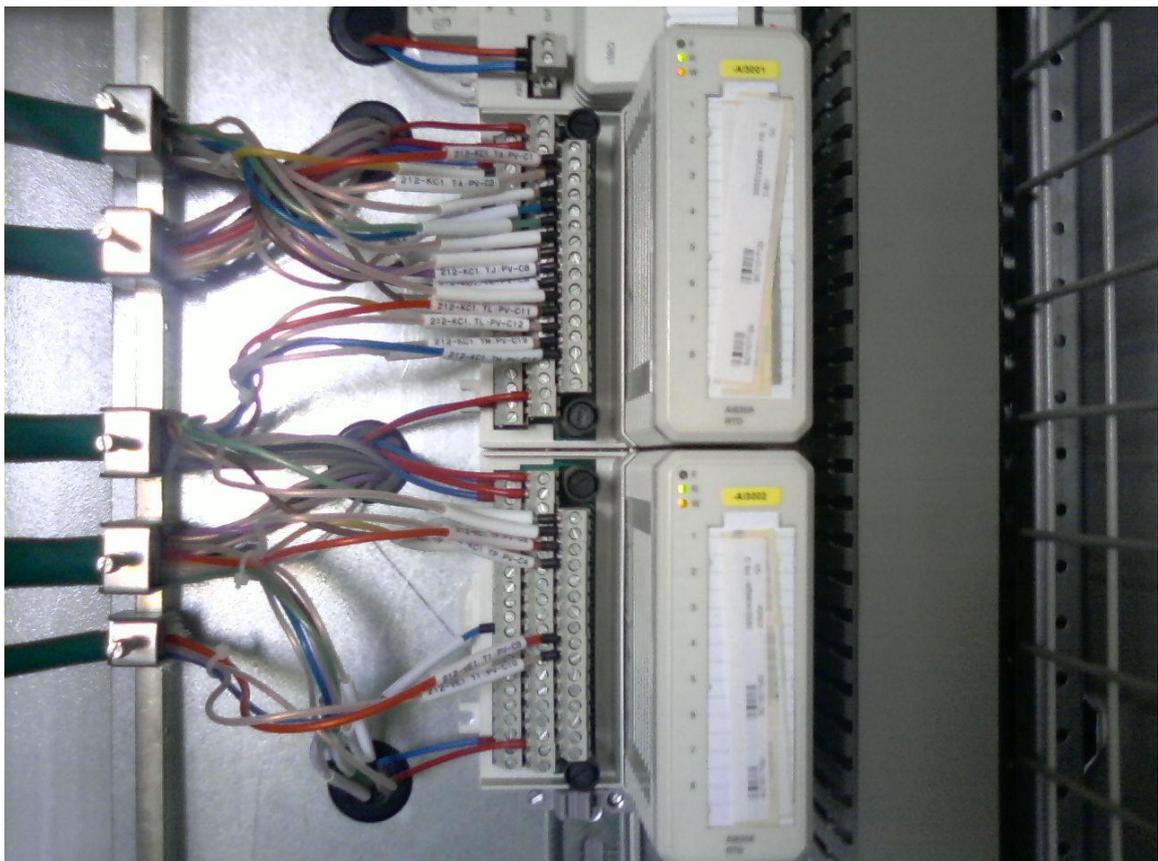


C. Tests Signaux

Le test est effectué par injection d'un signal de 4 à 20 mA à l'endroit de l'instrument émetteur ou par simulation du signal primaire (courant, pression, température, etc.) Cependant dans la plupart des cas, il est impossible de simuler le signal primaire. Dans ce cas une comparaison des données d'émission avec la liste des instruments est suffisante (vérification de gamme et l'unité physique). La valeur indiquée dans le CCR doit correspondre à la situation / état du processus et doit indiquer une défaillance si l'émetteur du capteur est débranché.

Tous les circuits sont vérifiés par l'opération de *switching* pour s'assurer qu'ils sont installés en conformité avec le circuit désigné. Les essais doivent inclure, mais ne se limite pas à ce qui suit:

- (a) L'activation / désactivation du circuit d'éclairage à faire en sorte qu'il est installé et correspondant à (l'interrupteur d'éclairage, dispositif de protection et l'étiquetage);
- (b) Le *switch* du circuit d'alimentation générale pour veiller à ce que le circuit correspond au dispositif de protection,
- (c) Le *switch* de l'interrupteur principal / isolateur pour s'assurer que le circuit correspondant est contrôlé par l'interrupteur général / isolateur;
- (d) Le *switch* de tous les circuits de distribution principaux et sous-principaux, par exemple l'alimentateur des câbles, les câbles souterrains, etc.... afin d'assurer l'isolement correct du circuit connecté;
- (e) Le *switch* de tous les interrupteurs de basculement pour assurer le changement sur la séquence correspondante à des critères de conception;



5.3. Tests dans la Salle Électrique (201-3E1)

1- MV Switchgear : Cellules Moyenne Tension

Une cellule correspond à une fonction. Elle se présente sous la forme d'une armoire, et comporte généralement l'ensemble des équipements constituant une travée* (sectionnement, coupure par disjoncteur ou fusible, appareillage de mesure et de contrôle).

Un poste moyenne tension a un principe de fonctionnement identique à un poste haute tension : des arrivées sont raccordées à un ou plusieurs jeux de barres qui distribuent l'énergie vers des départs. La tension est ensuite abaissée pour aller alimenter les installations en aval.

Un poste moyenne tension est alors réalisé par l'assemblage et la combinaison de plusieurs cellules entre elles. Chaque cellule comporte une partie du ou des jeux de barre.



Tests et Inspection visuelle (Cellule Moyenne Tension)

En plus des *tests globaux* les procédures des installations de moyenne tension devraient suivre des contrôles supplémentaires sur les éléments suivants :

- Les fournitures d'installations de verrouillage appropriées pour chaque entrée à une MV switchroom / poste;
- La continuité des conducteurs de protection en particulier de liaison, de toutes les parties conductrices exposées;
- Les fournitures d'installations pour les cadenas des volets des boîtes à clés, etc.

Check List : Annexe 3

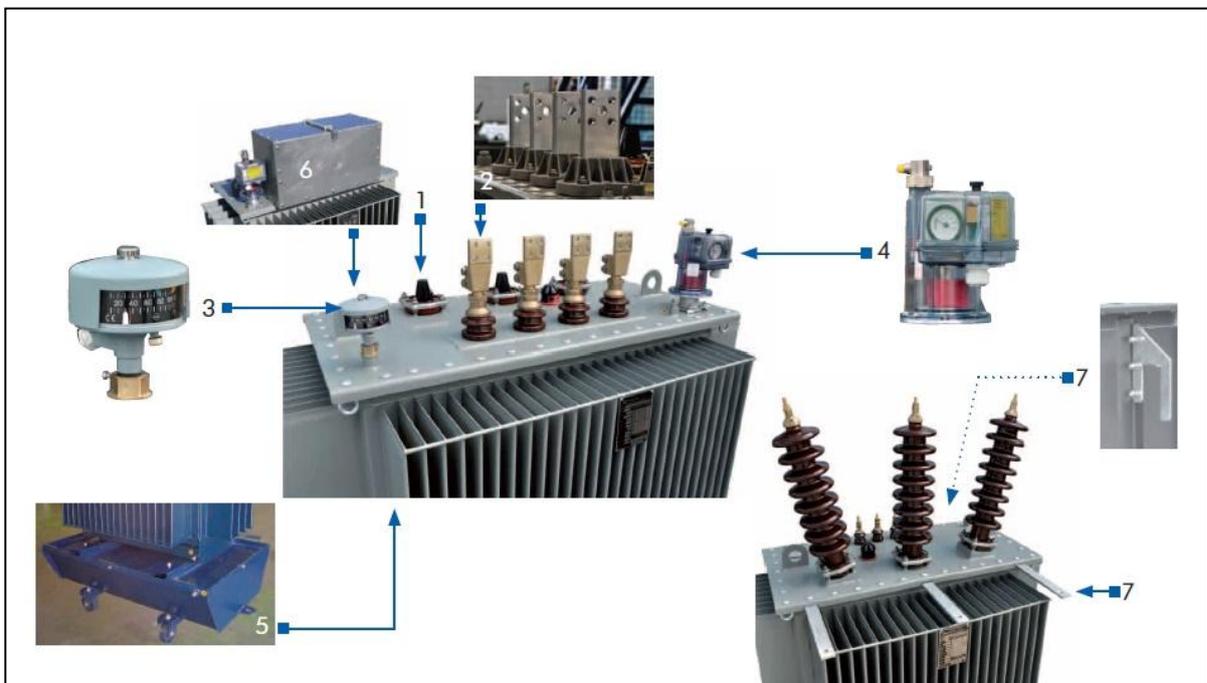
[NLT Report MV switchgear.doc](#)

2- Transformateurs

Les transformateurs, situés à l'extérieur des cellules, peuvent être de type sec enrobés : l'isolation est alors réalisée par moulage sous vide des enroulements dans un isolant à base de résine. Ils sont alors refroidis par l'air environnant. Ces transformateurs nécessitent peu de maintenance.

Il existe aussi de nombreux transformateurs isolés dans un fluide diélectrique liquide (appelé huile diélectrique par abus de langage) qui évacue l'énergie dégagée par le transformateur. On parle de transformateur immergé. Un transformateur immergé peut être plus puissant qu'un transformateur sec mais nécessite plus d'entretien.

Certains anciens transformateurs immergés, qui sont encore en circulation par milliers dans certains pays, contiennent du pyralène (PCB). Ces transformateurs doivent être traités par des entreprises spécialisées, dans le cadre légal de chaque pays.



| Equipement | Figure |
|--|--------|
| Traversées embrochables HT | 1 |
| Traversées passe-barres BT | 2 |
| Thermomètre : mesure la température de la couche supérieure du liquide isolant. Disponible avec 2 contacts (alarme et déclenchement) et aiguille à maxima | 3 |
| Relais de protection intégrale (DGPT2) Fonctions : Contrôle de la pression interne de la cuve Contrôle de température du liquide diélectrique Contrôle du niveau d'huile et détection de gaz | 4 |
| Dispositif de rétention du diélectrique liquide | 5 |
| Boite à câbles | 6 |
| Accrochage et connexion des parafoudres | 7 |

Tests sur les Transformateurs

ESSAIS INDIVIDUELS

Tous les transformateurs sont soumis aux essais de routine suivants, conformément à la norme **CEI 60076-1** :

| N° | ESSAI |
|----|--|
| | Essais individuels |
| 1 | Mesure de la résistance des enroulements |
| 2 | Mesure du rapport de transformation et contrôle du déphasage |
| 3 | Mesure de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à charge |
| 4 | Mesure des pertes et du courant à vide |
| 5 | Mesure des impédances homopolaires |
| 6 | Mesure des harmoniques du courant à vide |
| | Essais de type |
| 7 | Essais d'échauffement |
| 8 | Essais diélectriques |
| | Essai spécial |
| 9 | Essai de tenue au court-circuit |

• Essais sur huile diélectrique

La vie utile du transformateur est en grande partie dépendante de la qualité du liquide diélectrique.

- Densité à 20 °
- Viscosité à 40 °C
- Contenu d'eau
- Tension de rupture
- Facteur de dissipation
- Tension interfaciale
- Acidité
- Point d'éclair

Check List : Annexe 4

[NLT Report Transformer.doc](#)

CONTROLES ET OPERATIONS AVANT MISE EN SERVICE

- Vérification de l'huile diélectrique
- Vérification du fonctionnement des auxiliaires
- Système de réfrigération.
- Protections transformateur et régleur. (Vérifier les seuils alarmes et déclenchement)
- Transformateurs de courant. (Vérification des connexions)
- Nettoyage des porcelaines de traversée et réglage des éclateurs
- Purge des traversées et vérification des niveaux de traversées
- Purge des tuyauteries et des systèmes de réfrigération
- Passages des positions du changeur de prises et vérification de la cohérence entre armoire commande et régleur
- S'assurer de la liaison de la cuve à la terre ou au dispositif de protection de masse.
- Vérifier les niveaux d'huile conservatrice. Vérifier l'état du matériau déshydratant et le niveau d'huile dans l'assécheur d'air.
- Vérifier la position des vannes

Analyse de quelques problèmes :

Pendant les tests et les essais il est probable qu'on trouve des problèmes ou anomalies, c'est un avantage tant que leur détection est avant la mise en service, et effectivement c'est le but principal des essais avant mise en service.

Vous trouverez ci dessous de quelques problèmes les plus fréquents ainsi que les solutions à mettre en œuvre pour résoudre les problèmes.

Etat du transformateur : hors tension

| Equipement contrôlé | Problème rencontré | Cause possible | Opération à effectuer pour y remédier |
|---------------------|--|---|--|
| Conservateur | Niveau trop bas. | Manque huile. Fuite sur appareil. | Remplir après s'être assuré de l'absence de fuite jusqu'au niveau requis. Reprendre l'étanchéité Changement de joint ou reprise de soudure. |
| | Niveau trop haut. | Trop d'huile. | Vidanger de l'huile jusqu'au niveau requis Après avoir vérifier la température du transformateur. |
| Assécheur | Couleur du grain vire au vert ou devient translucide | Humidité air très élevée. | Remplacer le silicagel. |
| | | Fuite du hublot de l'assécheur. Humidité dans le conservateur. | Remplacer le(s) joint(s) et serrer modérément. Traiter l'huile du conservateur et sécher le conservateur. |
| Relais buchholz | Alarme Ou déclenchement | Perte d'huile Accumulation d'air. Accumulation de gaz dans la verrine. Vibrations violentes. | Réparer la fuite. Purger tous les points hauts de l'appareil si accumulation d'air 1 -.Prélever les gaz pour analyser dès que possible. Ne remettre sous tension qu'après analyse des résultats. 2 -.Contrôler les niveaux et positions des vannes. 3 - Contrôler les connexions externes. 4 - Contrôler le mécanisme du relais buchholz. 5 -.Effectuer des mesures d'isolement, des rapports de transformation. 6 - Dégazer l'huile du transformateur. |
| Traversée | Echauffement des connexions. | Raccordement desserré. | Nettoyer correctement les connecteurs. Resserrer les connexions. |

3- MCC : Moteur Control Center / Centre de commande des moteurs

Un MCC est un dispositif ou ensemble de dispositifs qui sert à régir d'une manière prédéterminée de la performance d'un moteur électrique il est généralement utilisé pour la basse tension triphasé à courant alternatif de 400 V. Un contrôleur de moteur peut inclure un moyen manuel ou automatique pour démarrer et arrêter le moteur, la sélection marche avant ou arrière de rotation, la régulation de la vitesse, la limitation du couple, et la protection contre les surcharges et les défauts.



Un centre de commande de moteur comprend un ou plusieurs articles verticaux armoire métalliques avec le bus d'alimentation et un montage de contrôleurs de moteur individuels (puissance + commande). Chaque contrôleur de moteur contient un contacteur, un relais de surcharge pour protéger le moteur, des fusibles ou un disjoncteur pour éviter les courts-circuits, des variateurs de fréquence, des automates programmables, et un sectionneur pour isoler le circuit du moteur.

Inspection visuelle (Armoire MCC)

L'inspection visuelle doit être effectuée pour l'installation correcte de Basse Tension en conformité avec la spécification. Les composants suivants doivent être inclus:

- La construction et l'assemblage du type testé;
- Les câbles et les jeux de barres entrants / sortants;
- L'équipement de terre;
- Les disjoncteurs ouverts et interrupteurs fusibles;
- Les contacts et commutateurs automatiques;
- L'instrumentation et les dispositifs de protection;
- Fonctionnement des poignets et clés;
- Natte et joints d'isolation en caoutchouc



Check List : Annexe 5

4- RPC Entrées/Sorties automatés

Dans cette armoire se rassemblent toutes les cartes signaux des automates programmables qui sont structurées autour d'une alimentation par des sources de tension alternative (AC) ou continue (DC), et de modules dépendant des besoins de l'application, telles :



- Des cartes d'entrées - sorties (Input - Output, I/O) **numériques** pour des signaux à 2 états (1/0) ou **analogiques** pour des signaux à évolution continue
- Cartes d'entrées pour brancher des capteurs, boutons poussoirs, etc.
- Cartes de sorties pour brancher des actionneurs, voyants, vannes, etc.

5- Variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un dispositif électronique destiné à commander la vitesse d'un moteur électrique, il est constitué principalement d'un convertisseur statique et d'une électronique de commande. Les variateurs récents contiennent aussi un étage de correction du facteur de puissance afin de respecter les normes de compatibilité électromagnétique.

En général, le convertisseur statique est un hacheur ou un onduleur.

L'électronique de commande réalise la régulation et l'asservissement de la machine à travers le convertisseur statique de sorte que l'utilisateur puisse commander directement une vitesse.



Sa conception dépend essentiellement de la stratégie de commande choisie (commande vectorielle, commande scalaire, etc.).

5.4. Tests sur les équipements (Département Concasseur)

Pour faire l'essai à vide du concasseur ou de n'importe quel équipement, on doit le mettre sous tension, cela nécessite des procédures à suivre.

Procédures obligatoires avant la mise sous tension

Une inspection visuelle doit être faite pour vérifier que l'installation électrique / équipement installé est correctement sélectionnée, et qu'il n'y a aucun dommage apparent. L'inspection visuelle doit inclure un contrôle sur les éléments suivants:

- (a) Adéquation de l'espace de travail, l'accès et les installations d'entretien;
- (b) Les connexions de conducteurs;
- (c) Identification des conducteurs;
- (d) L'adéquation des tailles de conducteurs par rapport à la capacité de transport de courant et la chute de tension;
- (e) Corriger les connexions de tous les équipements avec une attention particulière aux prises de courant, douilles, isolateurs, interrupteurs, dispositifs de courant résiduel, disjoncteurs miniatures et conducteurs de protection,
- (f) Présence de barrières coupe-feu et de protection contre les effets thermiques;
- (g) Les méthodes de protection contre les contacts directs avec des parties actives (y compris la mesure des distances cas échéant), à savoir la protection par isolation des parties actives, ou la protection par des barrières ou clôtures;
- (h) La présence de dispositifs appropriés pour l'isolement;
- (i) L'étiquetage des circuits, les fusibles, les dispositifs de protection, les interrupteurs, les sectionneurs et les terminaux;
- (j) Présence des dispositifs de protection de sous-tension;
- (k) Fonctionnement de tous les dispositifs de protection,
- (L) Fonctionnement de tous les articles de l'équipement : tous les disjoncteurs, sectionneurs, commutateurs, contacteurs, installations de verrouillage, relais de protection, dispositifs de déclenchement fuite à la terre, câbles, jeu de barres, ainsi que les articulations pour les câbles sortants.

Sécurité Les mesures de précaution doivent être prises et les méthodes de tests doivent être telles qu'aucun danger pour les personnes ou les biens peuvent se produire même si le circuit testé est défectueux.

Avant de procéder aux tests pour les installations de moyenne tension, l'entrepreneur doit soumettre l'évaluation des risques, plan de sécurité de la procédure mise en œuvre.

L'ESSAI A VIDE

L'essai à vide est l'essai de la machine sans matière, c'est-à-dire tester uniquement le fonctionnement d'une machine ou d'un équipement hors production dans le but de dégager les anomalies s'ils existent et les réparer.

L'essai à vide contient deux essais qui doivent être effectués dans l'ordre suivant :

- L'essai individuel TAG BLANC
- L'essai séquentiel TAG VERT

ESSAI INDIVIDUEL

L'essai individuel est la première étape de l'essai à vide, dans lequel chaque machine est testée individuellement ;

Avant de procéder aux tests il sera effectué une visite dans la zone des essais

- Pour s'assurer que la zone en régime essais est sécurisée
- Pour vérifier tous les appareils afin de détecter toutes anomalies (ferraille, chiffon, baguette soudure, boulons...)

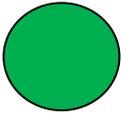
On contrôle le sens et la vitesse de rotation, la réception des signaux et les boutons (marche/arrêt), puis on prend les mesures de températures, de vibration et courants de démarrage, en les comparant avec les courants nominaux. Dans le cas d'un défaut, il sera noté sur une liste de défiances pour le réparer dans un délai précis.

Voici un tableau des courants de démarrage des équipements du 212 durant l'essai :

| Code HAC | Description | Courant (A) |
|-------------|--|-------------|
| 212-TN3 | Transporteur à plaques | 27 |
| 212-RL3 | Racleur pour déchets du transporteur TN3 | 3.2 |
| 212-TN1 | Transporteur à plaques | 39 |
| 212-RL1 | Racleur pour déchets du transporteur TN1 | 3.3 |
| 212-VT1+VT2 | Vis du filtre FT1 | 2.7 |
| 212-SCA+SC2 | Sas cellulaires | 1.8 |
| 212-VE1 | Ventilateur | 108 |

Planning des Essais Individuels au département 212 :

- Le 3 Mai 2012 : Les Sas cellulaires (**212-SC1 et 212-SC2**)
- Le 4 Mai 2012 : Les vis du filtre (**212-VT1 et 212-VT2**)
- Le 5 Mai 2012 : Les transporteurs à plaques (**212-TN1, 212-TN2, 212-TN3**)
- Le 7 Mai 2012 : Le ventilateur (**212-VE1**)
- Le 15 Mai 2012 : Les moteurs principaux du concasseur (**212-KC1.M1 et 212-KC1.M2**)

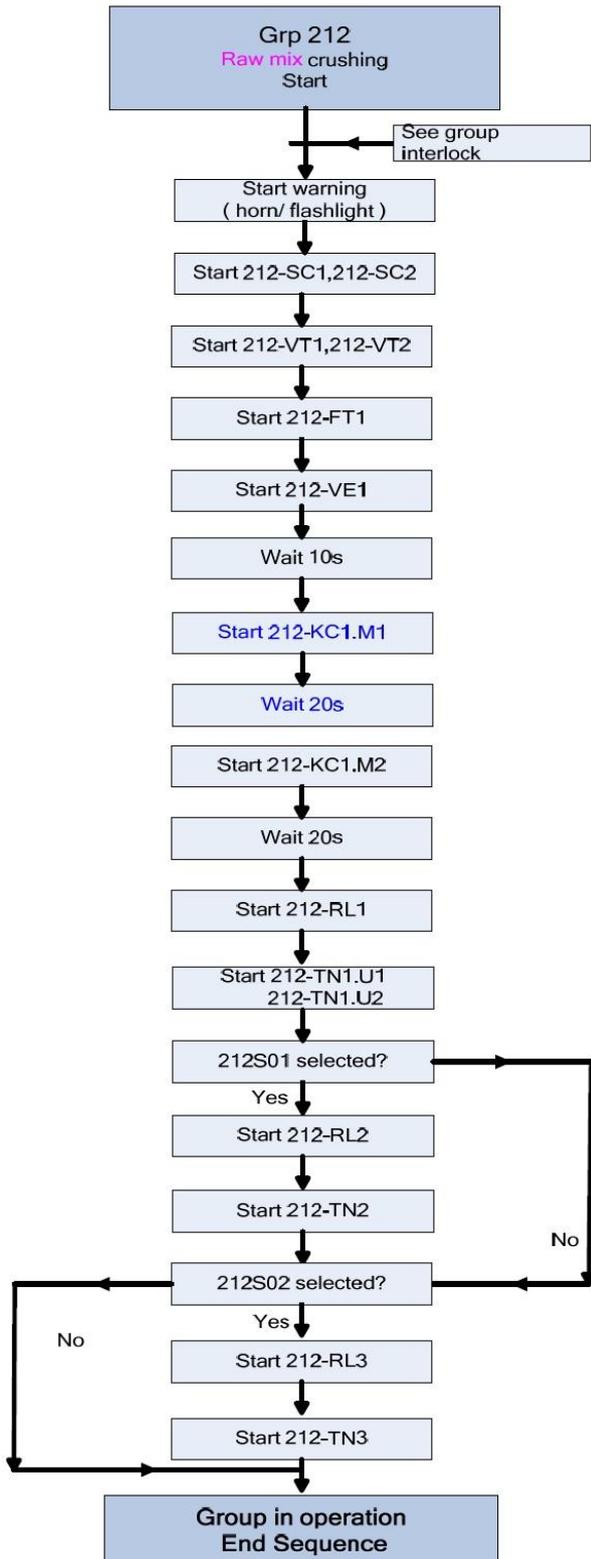


ESSAI SEQUENTIEL

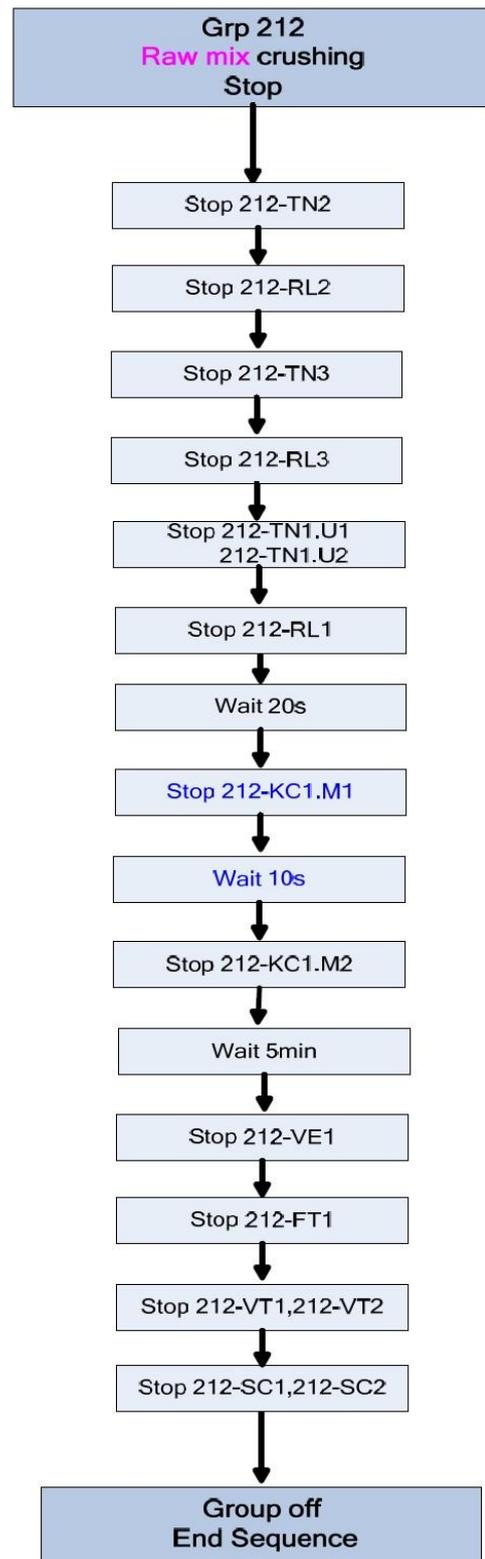
L'essai séquentiel est la deuxième étape de l'essai à vide, dans lequel toute la séquence du département 212 est en marche, dans le but d'assurer l'enchaînement des démarrages équipement par équipement (voir [Figure1](#))

Le 18 Mai on a réalisé l'essai séquentiel du département concasseur

Sart Sequence



Stop Sequence



CONCLUSION

Ce stage technique a été très enrichissant tant sur le plan relationnel que sur le plan professionnel.

Au début, en tant que stagiaire dans l'équipe du département électrique, j'ai pu découvrir le monde industriel et plus particulièrement une cimenterie, de connaître au premier les phases de son alimentation électrique. J'ai aussi pu constater la distribution des départements suivant le processus de la production du Clinker, et surtout la mise en service du nouveau concasseur dont les différents équipements et machines du département concassage. J'ai assisté aux tests électriques, aux essais avant démarrage, aux démarrages où j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation, j'ai acquis les procédures sécuritaires et techniques à suivre. C'est ainsi que j'ai observé la bonne organisation du travail menant vers une bonne mise en service.

J'ai ainsi pu comprendre comment les divers services d'une entreprise collaboraient ensemble autour du projet et l'ensemble des moyens de communication entre ouvriers de terrain et cadres.

Je garde du stage un excellent souvenir, il constitue désormais une expérience professionnelle valorisante et encourageante pour mon avenir.

Enfin, je tiens à exprimer ma satisfaction d'avoir pu travaillé dans de bonnes conditions matérielles et un environnement agréable.

ANNEXES

Annexe 1 : Test de Continuité des Câbles.

Annexe 2 : Test d'Isolément des Moteurs/Câbles.

Annexe 3 : Check List _ Cellules Moyenne Tension.

Annexe 4 : Check List _ Transformateur.

Annexe 5 : Check List _ MCC.

GLOSSAIRE

- Basse Tension : 400V-380V
- Check lists : Rapports d'essais
- Clinker : Résulte de la cuisson d'un mélange du calcaire et de la silice
- Code HAC : Code actif d'Holcim
- Haute Tension : 20 à 60 KV
- MCC : Centre du contrôle des moteurs
- Moyenne Tension : 5500V
- MV Switchgear : Cellules moyenne tension
- P₀: Poste principal de distribution électrique
- Ramasse miette : Racleur pour déchets
- Sas Cellulaire : Vanne motrice pour faciliter le passage de la matière
- TAG : Fiche de suivi de mise en service