

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE M'SILA

FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES DE L'INGENIORAT
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE
OPTION : ELECTROMECHANIQUE

THEME

ETUDE POUR AMELIORATION DU RENDEMENT
D'UNE STATION DE CONCASSAGE
(SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE)

Proposé et dirigé par :

- M^r. CHOUAF Fethi

Présenté par :

- BARKATI Touati

- SAADI Nasereddine

Année Universitaire : 2008 / 2009

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur Mr chouaf pour leur aide durant le cycle de formation.

Et tous les fonctionnaires de station (SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE) pour le bon accueil ainsi leur aide durant la période de notre stage pratique, en particulier Mr les trajets, Mr S.Fakhereddine , et Mr D.Sadame tous qui à participer de près ou de loin pour réaliser ce travail.

En fin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel...

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous les membres de ma famille grande et petite surtout mes chers parents.

A tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour être un jour un ingénieur d'état en électromécanique.

A tous mes amis surtout ABDELWAHAB.

A tous mes collègues.

A tous les étudiants du département d'électrotechnique surtout les étudiants de la 5ème année E.L.M promotion 2009.

A tous les proches que j'ai mentionnés et les autres que j'ai oubliés veuillez m'excuser.

Je vous remercie tous

SAADI NASEREDDINE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous les membres de ma famille grande et petite surtout mes chers parents.

A tous les enseignants qui m'ont aidé de proche ou de loin pour être un jour un ingénieur d'état en électromécanique.

A tous mes amis.

A tous mes collègues.

A tous les étudiants de 5ème année électromécanique promotion 2009.

A tous les proches que j'ai mentionnés et les autres que j'ai oubliés veuillez m'excuser.

Je vous remercie tous

BARKATI TOUATI

Symbole

H : champ tournant.

H_s : champ tournant du stator.

H_r : champ tournant du rotor.

ω_r : la vitesse angulaire du rotor.

ω_s : la vitesse angulaire du stator.

d : diamètre primitif.

d_a : diamètre de tête.

d_f : diamètre de pied.

h_a : distance radiale entre le cylindre de tête et le cylindre primitif.

h_f : distance radiale entre le cylindre de pied et le cylindre primitif.

h : distance radiale entre le cylindre de tête et le cylindre de pied.

T : couple en (N.m).

T_M : couple mécanique en (N.m).

Ω : vitesse de rotation (tr/min).

ω : la pulsation de la f.e.m sinusoïdale induite, en (rad / s).

$\Phi(t)$: flux variable.

$\Phi_{ch}(t)$: flux variable en charge.

f : fréquence en (Hz).

U : tension en volt (v).

I : courant en ampère (A).

$e(t)$: f.e.m induite.

n : fréquence de rotation de l'alternateur en (tr / s).

n_s : fréquence de synchronisme.

B : champ magnétique.

P : nombre de paires de pôles.

φ : déphasage entre V et I .

P : puissance électrique en watt (w).

P_M : puissance mécanique en watt (w).

P_m : pertes mécaniques en watt (w).

P_f : pertes dans le fer en watt (w).

P_j : pertes par effet joule en watt (w).

P_{je} : pertes par effet joule dans l'inducteur en watt (w).

P_u : puissance utile en watt (w).

P_a : puissance absorbé en watt (w).

U_e : Tension aux bornes de l'inducteur en volts.

E_v : f.e.m induite dans un enroulement à vide en volts.

E_{ch} : f.e.m induite dans un enroulement en charge en volts.

I_e : courant d'excitation.

N : Nombre de conducteurs par phase.

K : Coefficient de K_{app} constant pour un alternateur.

K_D : facteur de distribution.

K_F : facteur de forme.

r : Résistance de l'enroulement induit.

I : Intensité efficace du courant débité par l'induit.

η : Rendement.

V : la vitesse en (m/s).

δ : épaisseur de la bande en (m).

P_b : densité apparente de la bande en (Kg/m^3).

L : largeur de la bande.

M_r : la masse du rouleau d'un seul appui en (Kg).

L_r : la distance entre deux rouleaux voisins en (m).

L_r' : écartement pour le brin supérieur.

L_r'' : écartement pour le brin inférieur.

C_2 : Coefficient qui tient compte des résistances locales qui poidre de chargement.

W : Coefficient de la résistance au mouvement.

L : Longueur de transport.

β : angle d'inclinaison des convoyeurs.

K_r : coefficient de réserve de traction.

f : coefficient de frottement de la bande avec le tambour moteur.

q_{ch} : Masse métrique de la charge.

q_b : Masse métrique de la bande.

m : Module.

z : Nombre de dents.

m_n : Module réel.

SOMMAIRE

Chapitre I:

Historique de la station de concassage

I-1. Introduction	01
I-1.A. Les différentes carrières	01
I-1.B. Choix de l'implantation d'une carrière.....	01
I-2. Description L'entreprise du stage.....	02
I-3. Situation Géographique	02
I-4. Fiche Technique.....	04
I-5. Effectif d'exploitation	04
I-6. Identification du matériel	05
I-7. Les modèles de produit	06
I-8. Conclusion.....	07

Chapitre II:

Identification de système électromécanique

II-1. Introduction	08
II-2. L'alimentation électrique de la station	08
II-2.1. Moteur à piston, diesel	09
II-2.2. Alternateur	09
II-3. Les mécanismes existant dans la station	10
II-3.1. Alimentateurs vibrants (trémies)	10
II-3.1.A. Trémie principal	10
II-3.1.B. Trémie secondaire	11
II-3.2. Concasseurs	12
II-3.3. Transporteur à bande (convoyeur à bande)	13
II-3.4. Les Cribles	15
II-4. L'alimentation mécanique du différent mécanisme	16
II-4.1. Introduction sur Les moteurs asynchrones	16

II-4.2.	Définition de la machine asynchrone	16
II-4.3.	Description du moteur asynchrone triphasé	17
II-4.4.	Principe de fonctionnement du moteur asynchrone	18
II-4.5.	Démarrage direct d'un moteur asynchrone	19
II-4.5.a.	Principe de fonctionnement	20
II-4.5.b.	Protection	21
II-4.5.c.	Avantages	21
II-4.5.d.	Inconvénients	21
II-5.	Les Techniques mécaniques et électriques dans la station	21
II-5.1.	Transmission de mouvement par les engrenages	21
II-5.2.	Fabrication des engrenages	22
II-5.3.	Caractérisation des engrenages cylindriques à denture droite	23
II-5.4.	Caractérisation des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale	25
II-5.5.	Caractérisation des engrenages coniques	27
II-5.6.	Caractérisation d'un engrenage roue-vis sans fin	29
II-6.	Transmission de mouvement par courroie	31
II-6.1.	Courroie plate	32
II-6.2.	Courroie trapézoïdale	32
II-6.3.	Courroie synchrone ou crantée	32
II-7.	L'armoire de commande	33
II-7.1.	Définition de l'armoire	33
II-7.2.	Le rôle de l'armoire	33
II-7.3.	Les composants de l'armoire	33
II-7.3.1.	Le sectionneur	33
II-7.3.2.	Le contacteur	34
II-7.3.3.	Le relais thermique	36
II-8.	Les schémas électriques de la station	38
II-9.	Schéma général de fonctionnement	41
II-10.	Description des étapes pour produit les différents types des granulats	42
II-11.	Conclusion	43

Chapitre III:

Calcul et vérification du convoyeur à bande

III-1. Introduction	44
III-2. Les opérations pour bon fonctionnement de convoyeur à bande	45
III-2.1. Frein	45
III-2.2. Dispositif de nettoyage	45
III-2.3. Dispositif de tension	46
III-2.4. Le réducteur	46
III -3. Les avantages et les inconvénients du convoyeur à bande	46
III-4. Charge statique des convoyeurs à bande	47
III-5. Calcul du convoyeur à bande	47
III-5.1. Débit calculé	48
III-5.2. Calcul de la vitesse de la bande	48
III-5.3. Masse métrique de la charge	48
III-5.4. La masse métrique de la bande	49
III-5.5. La masse métrique d'un rouleau de support	49
III-5.6. Calcul de traction de la bande	50
III-5.7. Calcul de la force de commande	50
III-5.7.a. La tension nominale	51
III-5.7.b. La force d'adhérence	51
III-5.7.c. La force minimale selon les flèches admissibles du brin charge	51
III-5.8. Calcul de la puissance	51
III-6. Choix du moteur	52
III-7. Conclusion	54

Chapitre IV:

Etude de l'alimentation électrique

IV-1. Introduction	55
IV-2. Groupe électrogène	55
IV-2.A. moteur diesel	56
IV-2.B. Machines synchrones (alternateur sans balais)	57
IV-3. Réseau électrique	65
IV-3.1. Les catégories des réseaux électriques	65

IV-3.2. Modélisation des équipements électriques sur le réseau	66
IV-4. La comparaison économique	67
IV-4.1. Les coûts d'utilisation de groupe électrogène	67
IV-4.2. Les coûts d'utilisation de réseau électrique	67
IV-4.2.A. Coût de complément la station de concassage sur le réseau électrique	67
IV-4.2.B. Calcule la facture électrique de station de concassage	68
IV-4.2.B.a. Les tarifs de un K.W.h par un mois	68
IV-4.2.B.b. Calcule de la facture	69
IV-5. Conclusion	71

Chapitre V:

Sécurité et maintenance

V-1. Introduction	72
V-2. Sécurité électrique	72
V-2.A. Dangers du courant électrique	72
V-2.B. Risques électriques	74
V-2.B.a. Contact direct	74
V-2.B.b. Contact indirect	74
V-2.C. Protection contre les risques électriques	74
V-2.C.a. Contact direct	74
V-2.C.b. Contact indirect	75
V-2.D. Mesures à prendre en cas d'accident électrique	75
V-2.E. Les techniques de la sécurité	76
V-2.E.a. Le système de protection d'une machine contre les risques mécaniques.....	76
V-2.D.b. Diverses techniques	76
V-2.D.c. Les organes de service	76
V-2.D.d. Les couleurs recommandées	76
V-2.D.e. Dispositifs de freinage	78
V-3. Maintenance	79
V-3.A. Quelques définitions	79
V-3.B. Notions sur la maintenance	79
V-3.B.a. Types d'actions de maintenance	79
V-3.B.b. Les Politiques de maintenance préventive	80
V-3.C. Maintenance d'équipement électrique	81

V-3.C.a. Composants et symboles	81
V-3.C.b. Circuits électriques	82
V-3.C.c. Lire et interpréter les schémas électriques	82
V-3.C.d. Utilisation d'un schéma et d'un appareil de mesure pour dépanner les circuits	83
V-3.C.e. Mesures utilisées pour un moteur	83
V-3.C.f. Défaillances des moteurs et prolongation de leur durée d'utilisation	84
V-3.C.g. Le programme de maintenance d'un moteur est le suivant	84
V-4. Les différents problèmes expriment dans la station de concassage	85
V-5. Conclusion	86

Introduction générale

Le mémoire ci présent à par objectif sur l'amélioration du rendement d'une station de concassage pour ça nous allons connaitre et étudiée les mécanismes et différent parties de travail.

Cette étude a travers ce mémoire a allons permis d'analyser et de mieux comprendre l'installation électriques la partie la plus importante dans un domaine industriel, cela nous a donné la chance de voir nos connaissances théoriques fixés et nous concrétisent pratiquement; c'est le but que nous sommes fixés et nous éperons que notre travail contribuera à l'orientation des stagiaires s'intéressant au sujet traité afin améliore le rendement de ce jorne de station.

Notre travail se compose principalement de cinq chapitres:

- Le premier chapitre donne une idée générale sur la carrière de SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE.
- Le second chapitre représente l'identification de système électromécanique et l'installation électrique de différent mécanisme, et nous allons donné une description des étapes pour produire les différents types de gravie.
- Le troisième chapitre traité a d'un point de vue générale l'étude de convoyeur à bande avec tous les calculs nécessaire pour le fonctionnement exacte de ce mécanisme électromécanique.
- Dans le quatrième chapitre on proposé a une étude comparative sur l'alimentation électrique de la station, et les couts d'utilisation de différente alimentation électrique.
- Le cinquième chapitre proposée la sécurité des personnels et des matériels qu'elle doit être existée dans la station, notamment on à proposé une stratégie de maintenance de différent équipement de la carrière.

Chapitre I :

*Historique de la station de
concassage*

I-1. Introduction:

Une carrière est un endroit d'où sont extraits des matériaux de construction : pierres, sable ou différents minéraux non métalliques ou carbonifères (par opposition aux mines).

Le mot vient du latin *quadrus*, « carré ».

Elles peuvent être à ciel ouvert ou souterraines.

Le terme carrière désigne également une installation industrielle complète comprenant un lieu d'extraction du minerai et les machines servant à traiter la roche extraite (le matériau en "tout-venant"), des hangars, des ateliers où sont coupés et taillés les blocs de roches.[1]

I-1.A. Les différents types des carrières:

On peut distinguer les carrières par l'usage de la roche qui en est tirée :

- ✚ **Matière première industrielle:** Calcaire pour les cimenteries, argile pour la terre cuite, etc.
- ✚ **Roche ornementale:** Plaques de marbre, granit pour les pierres tombales, etc.
- ✚ **Granulat:** Graviers et sables utilisés pour les bâtiments et les travaux publics.

Cette dernière catégorie est, en Algérie, de loin la plus importante en volume.

On peut aussi distinguer les carrières par leur mode d'extraction :

- ✚ **Carrières de roche massive :** extraction d'une couche géologique de roche plutôt homogène et compacte par abattage à l'explosif, plus rarement par ripage, voir sciage.
- ✚ **Gravière et sablière :** Extraction de dépôts sédimentaires, alluvionnaires ou marins de sables ou de graviers (SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE).[1]

I-1.B. Choix de l'implantation d'une carrière :

L'implantation d'une carrière obéit à plusieurs critères :

- ✚ géologiques évidemment, les matériaux propres à une utilisation humaine n'étant pas distribués géographiquement de façon homogène.

- ✚ commerciaux : la proximité des lieux de consommation est vitale, le transport comptant pour beaucoup dans le prix de vente.
- ✚ Isolé et éloigné de zone urbaine.
- ✚ réglementaires et environnementaux : les carrières sont soumises à une autorisation préfectorale. Le préfet établit un schéma départemental qui décrit les zones où l'exploitation d'une carrière est possible. Beaucoup d'autres contraintes règlementaires se rajoutent généralement.

- ✚ les contraintes d'urbanisme : le Plan Local d'Urbanisme de la commune où l'on souhaite implanter la carrière.
- ✚ les contraintes règlementaires visant la protection de la nature et de la flore : parcs nationaux, paysages classés.[1]

La superposition sur une carte de l'ensemble de ces contraintes permet de se rendre compte des possibilités d'ouvertures d'une carrière. En pratique, les surfaces disponibles sont réduites, ce qui pose aujourd'hui de sérieux problèmes d'accès à la ressource, alors que la pierre est la deuxième matière naturelle la plus consommée après l'eau (environ 20 kg par jour et par habitant).[1]

I-2. Description L'entreprise du stage:

Cette Station a été créée le 1er janvier 1999 sous forme de société d'économie mixte privée, elle a commencé avec un capital social de 10 000 000 DA. Mais aussi elle est développée par des matériels de somme jusqu'à 30 000 000 DA en année 2006.

I-3. Situation Géographique:

Ouade Elmalh II est situé à 5 km à l'est de la ville de Magra (le chef lieu de la commune), à environ 5 km à l'ouest de Belaiba (le chef lieu de la commune). On y accède à ce site à partir du chemin de la RN28 MAGRA- BARIKA. Le site en question occupe une superficie de 10.5833 ha.

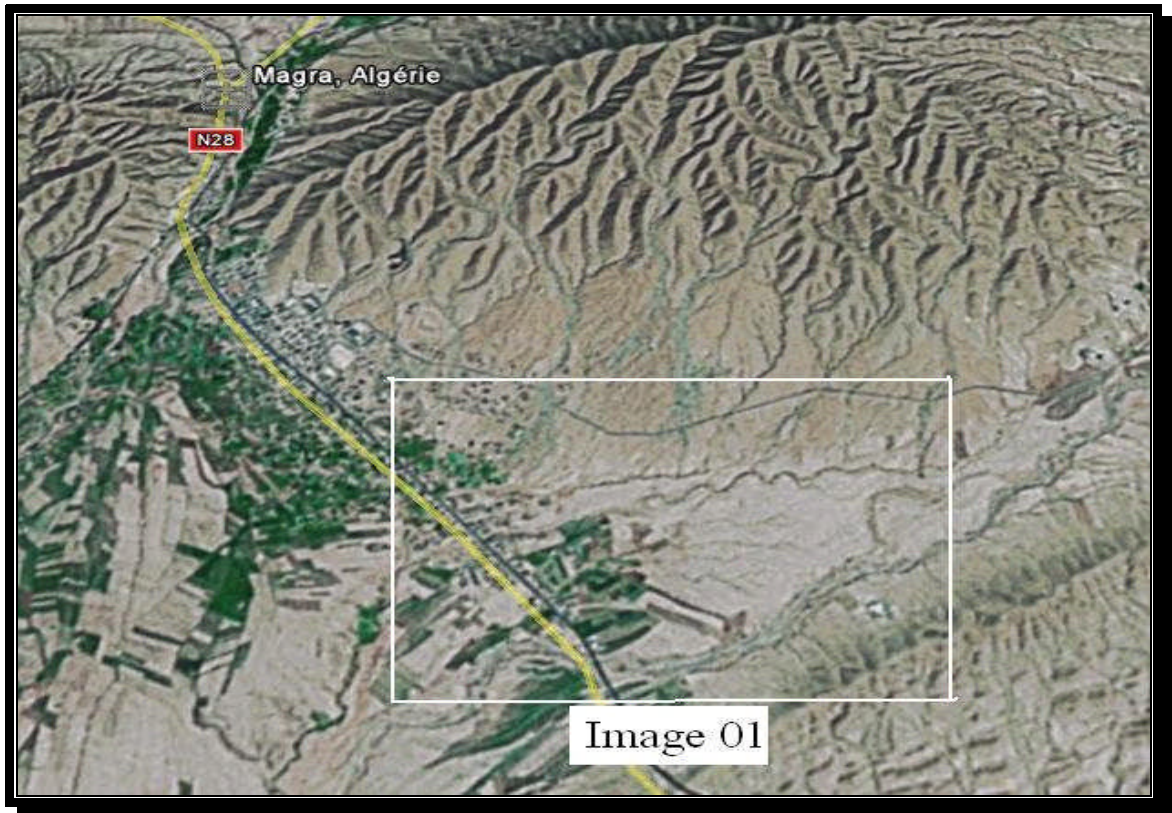


Fig. I.1: situation géographique.

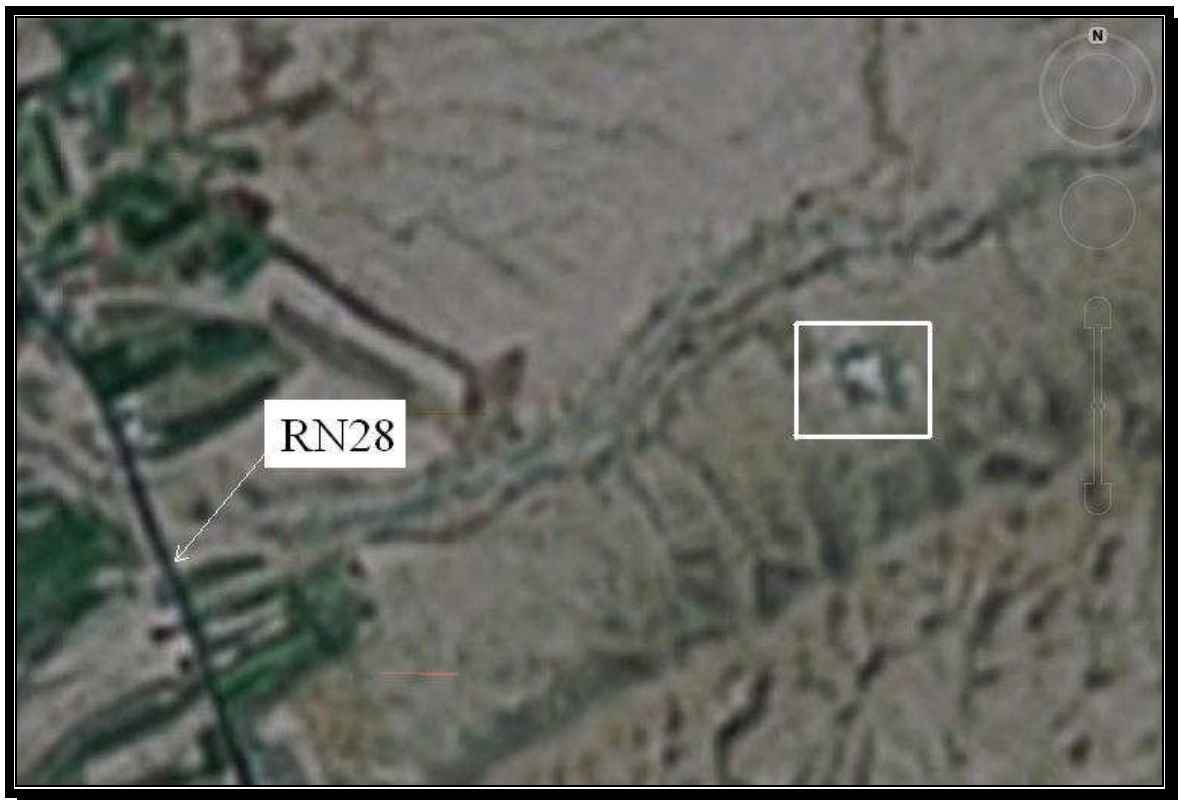


Fig. I.2: situation géographique approché.

I-4. Fiche Technique :

- **Promoteur:** SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE.
- **Activité:** Exploitation.
- **Gisement:** OUADE ELMALH MAGRA.
- **Substance:** Pierre.
- **Utilisation:** Granulats (Agréats).

Localisation administrative :

- **Lieu dit:** MAGRA.
- **Commune:** MAGRA.
- **Wilaya:** M'SILA.

I-5. Effectif d'exploitation :

Qualification	Nombre d'agent
Trajet de station	1
Adjoint de trajet	1
Opérateur	1
Chef de maintenance	1
Mécanicien	1
Soudeur	1
Chauffeur	8
Agents	3
Total	17

Tab I.1: Effectif d'exploitation.

I-6. Identification du matériel :

N°	Désignation	Marque
01	CHARGEUR	KOMATSU
02	CHARGEUR	KOMATSU
03	CHARGEUR	KOMATSU
04	CHARGEUR	KOMATSU
05	CAMION	VOLVO
06	CAMION	VOLVO
07	CAMION	GBH
08	CAMION	GBH
09	BERLINE	WINGL (Great wall)
10	BERLINE	TOYOTA (hilux)
11	STATION CON	BERGEAUD
12	ALIMENTATEUR	BERGEAUD
13	CRIBLE VIBRANT	BERGEAUD
14	GROUP ELECTROGENE	DENYO POWER
15	CONVOYEUR A BANDE	BERGEAUD

Tab I.2 : Identification du matériel utilisé dans la station.



Fig. I.3: Station de Concassage 100t/h.

I-7. Les modèles de produit :

On a trois types de produit dans la sortie (0-3, 3-8, 8-15).

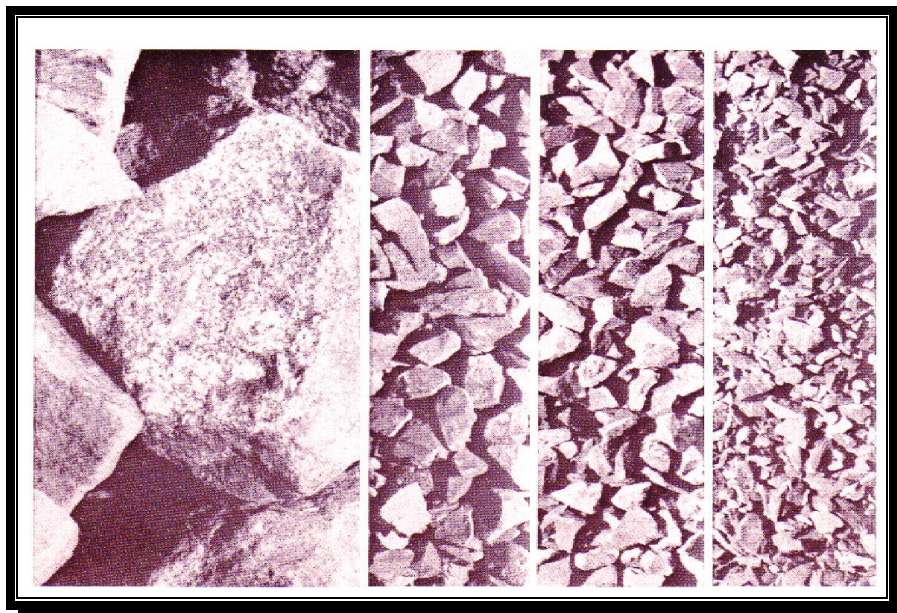


Fig. I.4: les modèles de produit.

I-8. Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons donné une présentation générale sur l'entreprise de SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE.

L'historique et la situation géographique de la station, ainsi que l'effectif et la gestion de travail, et en fin on à cité la qualité de produit fini et les différents matériels qui assurent le fonctionnement de la station de concassage.

Chapitre II :

*Identification de système
électromécanique*

II-1. Introduction :

Avant l'explication de schéma général de fonctionnement de la station de concassage, nous allons expliquer et présenter l'alimentation électrique et les mécanismes qui assurent le bon fonctionnement de cette station.

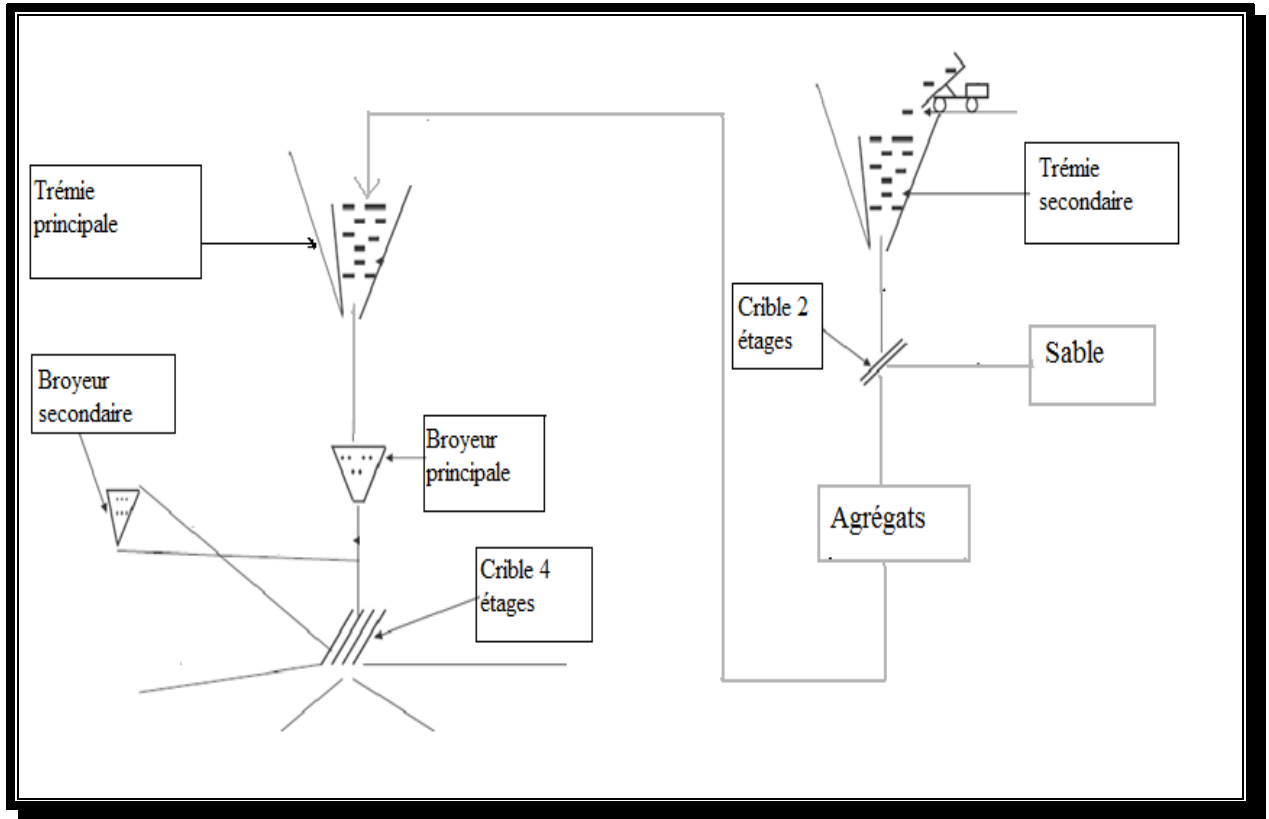


Fig. II.1 : Schéma générale de fonctionnement de station de concassage.

II-2. L'alimentation électrique de la station :

L'alimentation électrique de cette carrière elle est basé sur un groupe électrogène entrainé par un moteur diesel.

Modèle : DCA-125A-K

N°=Série : 1320522

Poids : 2350Kg



Fig. II.2 : Groupe électrogène entraîné par moteur diesel.

Il est composé de deux parties :

II-2.1. Moteur à piston, diesel :

Les caractéristiques de moteur diesel utilisé sont :

- ✚ Modèle : Komatsu S6D110
- ✚ Vitesse Nominal : 1500 tr/min
- ✚ Nombre de cylindre : 6
- ✚ Carburant : gas-oil.

II-2.2. Alternateur :

Les caractéristiques de l'alternateur utilisé :

- ✚ Alternateur sans balais
- ✚ Modèle : DH-125A.K
- ✚ Phases : 3phases (4fils)
- ✚ Fréquence : 50Hz

- ✚ Facteur de puissance : 0,8
- ✚ Puissance nominale : 100 KVA
- ✚ Tension nominale : 220-380 V
- ✚ Courant nominale : 152 A
- ✚ Vitesse nominale : 1500 tr/min
- ✚ Pôles : 4, puissance continue.

II-3. Les mécanismes existants dans la station :

II-3.1. Alimentateurs vibrants (trémies) :

On à deux trémies dans cette station :

II-3.1.A. Trémie principal :

C'est un composant mécanique sert a stocké le granulat et alimente le concasseur principale, ce mécanisme est entraîné par un moteur électrique.



Fig. II.3: trémie principale.

II-3.1.B. Trémie secondaire :

Le rôle de ce composant mécanique et de stocké la matière primaire et alimente le crible à deux étages, il est entrainé aussi par un moteur électrique asynchrone.



Fig. II.4: trémie secondaire.

Les caractéristiques des trémies sont données par le tableau suivant :

Type	Largeur (mm)	Longueur (mm)	Capacité (t /h)	Puissance (cv/trm)	Poids (kg)
B6514	650	1400	100-150	2*1.5/1500	515
VB8517	850	1700	150-200	2*2 .2/1500	750
VB1020	1000	2000	200-270	2*3/1500	1060
VB1220	1200	2000	250-350	2*3/1500	1180

Tab II.1: les caractéristiques des trémies.

II-3.2. Concasseurs :

C'est un composant électromécanique entraîné par un moteur électrique, sert à broyer le granulat.

On a deux types de concasseurs : principale et secondaire.



Fig. II.5: concasseur principal.



Fig. II.6: concasseur secondaire.

Les caractéristiques des concasseurs principale et secondaire :

	Type	Ouverture mm	Réglages mm	Capacité t/h	Puissance Cv/trm	Poids Kg
principale	K06	300*150	12-50	1-8	10/1500	1300
	K01	400*225	20-90	3-30	20/1500	2600
	K02	610*380	40-150	20-115	40/1500	6000
	K05	650*500	40-150	25-100	61/1500	6000
	K03	900*650	60-200	50-250	102/1000	11400
	K07	1100*850	100-200	100-310	180/1000	33000
	K11	1300*1000	125-250	275-610	220/1000	42500
secondaire	K08	150*100	6-25	0,2-1,5	5/1500	540
	K09	600*300	12-60	3-40	30/1500	4200
	K04	900*200	20-80	9-75	40/1500	5600
	K12	1100*350	25-75	40-125	75/1500	9300

Tab II.2: Les caractéristiques des concasseurs.

II-3.3. Transporteur à bande (convoyeur à bande) :

Il est constitué d'une bande déplacée l'une extrémité du convoyeur sur le tombeur moteur, et l'autre extrémité sur le tombeur de renvoie ; les brins supérieurs et les brins inférieurs de la bande sont soutenus par des rouleaux, la bande est entraînée par frottement sur la surface du tombeur moteur et par glissement sur les rouleaux.



Fig. II.7: convoyeur à bande entre le concasseur principal et le crible a quatre étages.



Fig. II.8: Les convoyeurs à bandes après crible a quatre étages.

II-3.4. Les Cribles :

Le crible est un dispositif mécanique pour séparée les différent type de produit.

On à deux types des cribles :

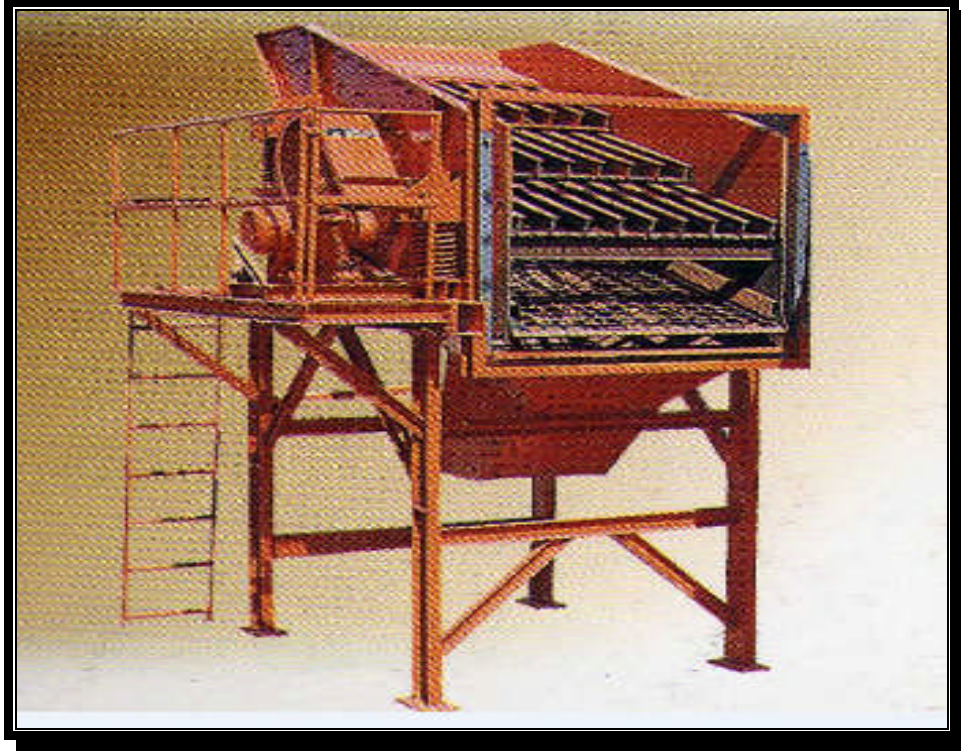


Fig. II.9: Crible à quatre étages.



Fig. II.10: Crible à deux étages.

II-4. L'alimentation mécanique du différent mécanisme :

Les différent mécanisme alimentant mécaniquement par des moteurs électriques de type asynchrones.

II-4.1. Introduction sur Les moteurs asynchrones :

- ✚ A cause de la facilité de son alimentation, la simplicité de sa construction, sa robustesse, son faible coût d'entretien, la machine asynchrone ou machine à induction, couvre la plupart de applications industrielles ou domestiques. Elle couvre une large gamme de puissance qui peut s'étendre de quelques centaines de watts a quelques Mégawatts.
- ✚ Le fonctionnement de la machine à induction est basé sur le principe de l'interaction électromagnétique des champs tournants. Créés par le courant triphasé fournit à l'enroulement statorique par la source d'alimentation et les courants induits dans l'enroulement rotorique lorsque les conducteurs de ce dernier sont coupes par ce champ tournant. Cette interaction électromagnétique des deux parties de la machine n'est possible que lorsque la vitesse du champ tournant diffère de celle du rotor.
- ✚ Le fonctionnement d'une machine asynchrone est comparable à celui d'un transformateur dont l'enroulement secondaire est en court-circuit et tournant.

L'étude de la machine asynchrone s'appuie sur deux types de modèles qui possèdent chacun des avantages et des inconvénients.

- ✚ Le premier utilise des grandeurs physiques, telle que les inductions et les densités de courant. Ce modèle complexe, intéresse plus, le concepteur de machine et nécessite pour sa mise en œuvre un vaste programme de calcul du champ magnétique qui n'est pas accessible à l'utilisateur ordinaire de la machine.
- ✚ Le deuxième type qui intéresse le concepteur des ensembles "machine convertisseur" décrit la machine et terme de circuits électriques.[2]

II-4.2. Définition :

Une machine asynchrone est une machine a courant alternatif dont la vitesse du rotor et la vitesse du champ magnétique statorique tournant ne pas égales. Le rotor est toujours en retard par rapport au champ statorique la machine asynchrone. Elle est dite machine à induction car l'énergie transférée du stator au rotor ou inversement se fait par induction électromagnétique.[2]

II-4.3. Description du moteur asynchrone triphasé :

Le moteur asynchrone se compose de deux parties principales.

✚ Stator:

Partie fixe comportant un circuit magnétique en forme de couronne dont la périphérie intérieure est entaillée régulièrement d'un certain nombre d'encoches identiques. Ce circuit magnétique est fixe à l'intérieur d'une carcasse elle-même fermée par deux flasques supports de palier. Un enroulement triphasé, logé dans les encoches du circuit magnétique peut être raccordé au réseau d'alimentation par l'intermédiaire d'une plaque à bornes.[2]

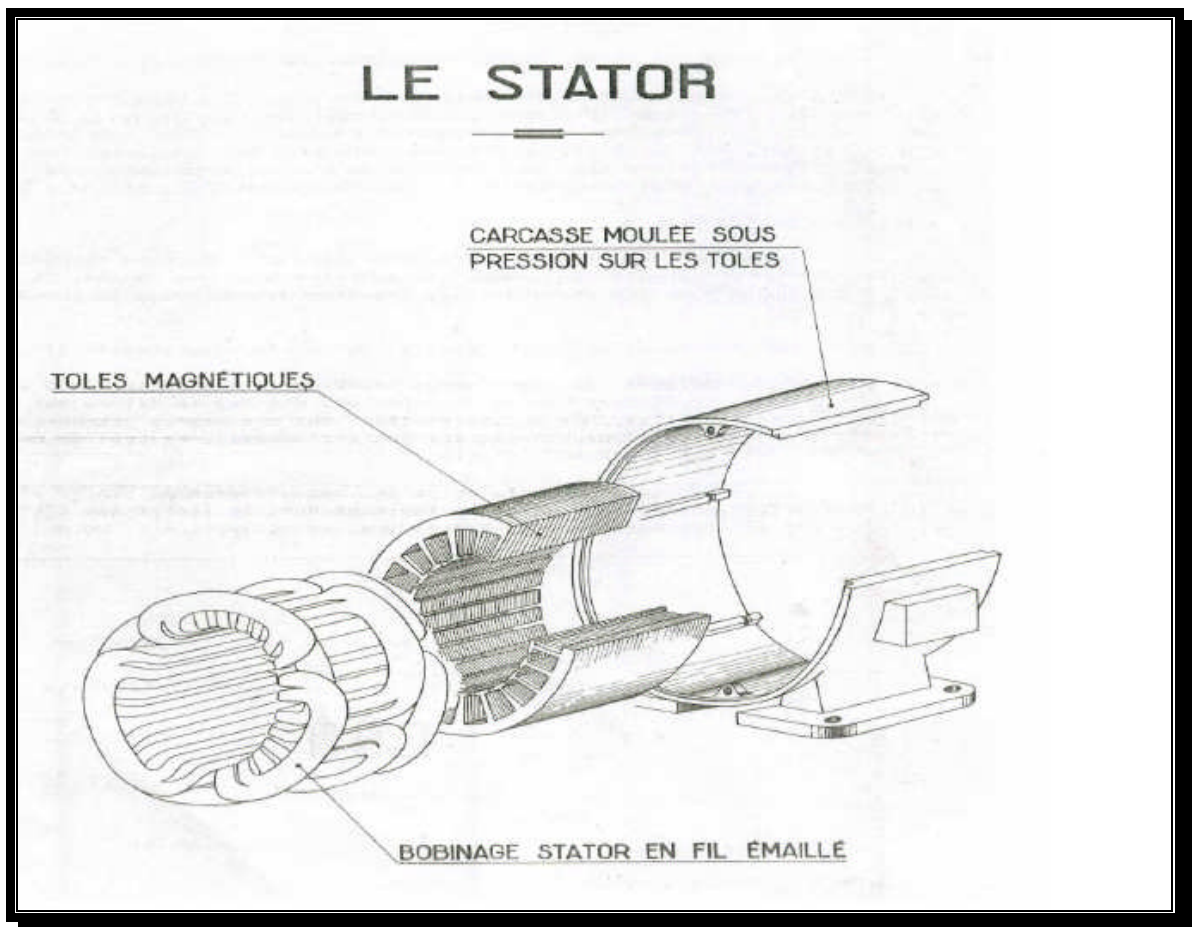


Fig. II.11: le stator.

✚ Rotor:

Partie mobile calé sur un arbre est située au centre du circuit magnétique statorique. Elle compte soit des encoches à sa périphérie dans lesquelles un enroulement en court circuit est disposée soit une cage d'écuréuil.[2]

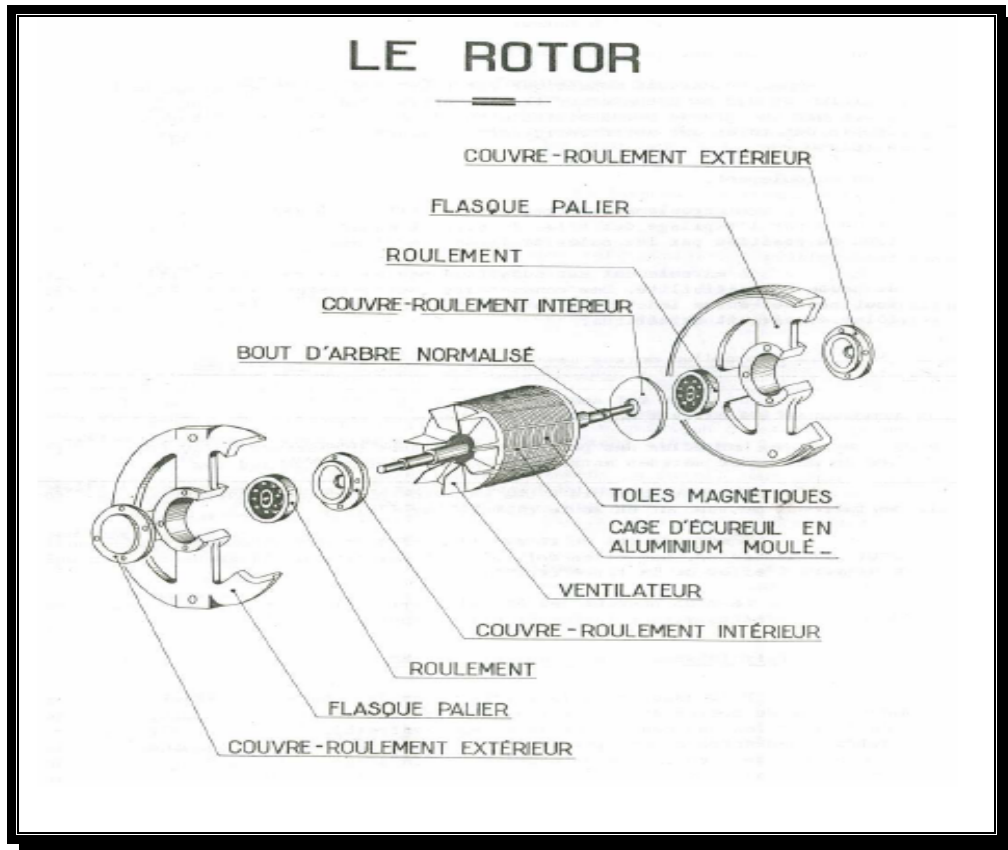


Fig. II.12: le rotor.

II-4.4. Principe de fonctionnement du moteur asynchrone :

Considérons un moteur asynchrone dont les enroulements du stator et du rotor sont triphasés ($p=1$). Les courants triphasés circulant dans les enroulements du stator produisent un champ H_s tournant à la vitesse angulaire $\omega_s = \omega$.

Les conducteurs de l'enroulement triphasé du rotor sont coupés par le champ H_s . Les forces électromotrices induites prennent naissance dans ces conducteurs. L'enroulement triphasé du rotor produit à son tour un champ tournant H_r , tournant dans le même sens que le champ tournant H_s du stator. La rotation du rotor est produite par l'action mutuelle des champs H_s et H_r . [2]

- Si ω_r est la vitesse angulaire du rotor, la vitesse angulaire du champ tournant du stator par rapport au rotor est: $(\omega_s - \omega_r)$, et les forces électromotrices induites dans l'enroulement du rotor, comme les courants triphasés qui en découlent ont une pulsation égale à $(\omega_s - \omega_r)$ la vitesse angulaire du champ tournant H_r du rotor par

rapport au rotor est donc $(\omega_s - \omega_r)$ la vitesse angulaire du champ tournant H , par rapport au corps du stator est égale à la vitesse angulaire propre du rotor, augmentée de la vitesse angulaire de ce champ H , par rapport au rotor égale à $(\omega_s - \omega_r)$ la vitesse angulaire du champ du rotor par rapport au corps du stator est donc :

$$\omega_r + (\omega_s - \omega_r) = \omega_s$$

- Ainsi le champ tournant du rotor tourne dans l'espace à la même vitesse angulaire que le champ tournant du stator.
- Il est à noter que si le rotor tourne dans l'espace à la même vitesse angulaire ω_s que le champ tournant H_s du stator, les conducteurs de l'enroulement du rotor ne sont plus coupés par le champ tournant H_s du stator. Aucune force électromotrice n'est plus induite dans ces conducteurs, ils ne sont parcourus par aucun courant et le champ tournant H_r du rotor est nul. Il n'y a donc plus aucune action du champ tournant du stator sur le rotor.

Pour que le rotor soit entraîné, il faut donc que sa vitesse angulaire ω_r soit inférieure à la vitesse angulaire ω_s du champ tournant du stator.[2]

II-4.5. Démarrage direct d'un moteur asynchrone :

C'est le mode de démarrage le plus simple dans lequel le stator est directement couplé sur le réseau. Le moteur démarre sur sa caractéristique naturelle.

Au moment de la mise sous tension, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire ; Constitué par la cage du rotor très peu résistante, est en court-circuit. Le courant induit dans le rotor est important.

Les courants primaire et secondaire étant sensiblement proportionnels, il en résulte une pointe de courant importante sur le réseau : $I_d = 5 \text{ à } 8 I_n$

Le couple de démarrage est en moyenne : $C_d = 0.5 \text{ à } 1.5 C_n$

Malgré les avantages qu'il présente (simplicité de l'appareillage, couple de démarrage élevé, démarrage rapide, prix faible), le démarrage direct ne peut convenir que de les cas où :

La puissance du moteur est faible par rapport à la puissance du réseau, de manière à limiter les perturbations dues à l'appel de courant.

La machine entraînée ne nécessite pas une mise en vitesse progressive et comporte un dispositif mécanique (réducteur par exemple) qui évite un démarrage trop brutal. [2]

Le couple de démarrage doit être élevé.

En revanche, chaque fois que :

L'appel de courant risque de perturber le bon fonctionnement d'autres appareils branchés sur la même ligne, ceci en raison de la chute de tension qu'il provoque.

La machine entraînée ne peut accepter des à-coups mécaniques.

Le confort ou la sécurité des utilisateurs sont en cause (cas des escaliers mécaniques par exemple).

Il devient nécessaire d'utiliser un artifice pour diminuer l'appel de courant ou de couple de démarrage. Le moyen le plus couramment utilisé consiste à démarrer le moteur sous tension réduite; ce type de (Fig. II.13) démarrage est utilisée pour les machines pouvant démarrer à pleine charge (comme dans notre cas).[2]

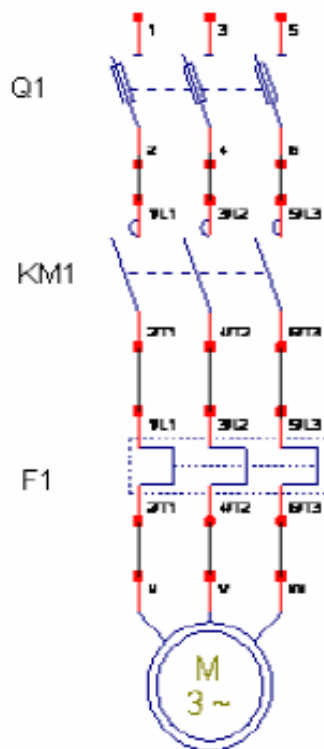


Schéma de puissance

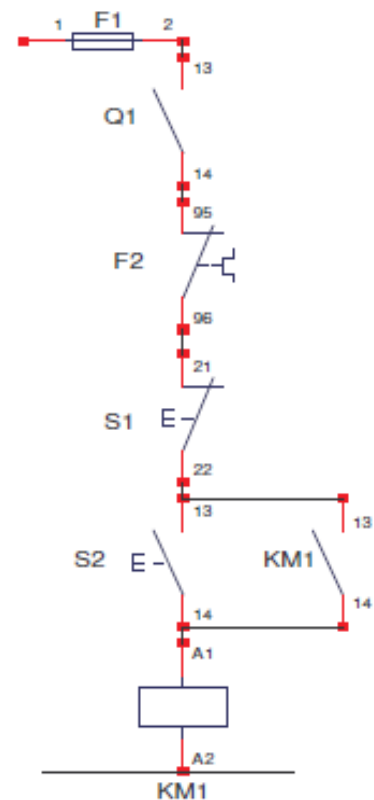


Schéma de commande

Fig. II.13 : démarrage direct de moteur asynchrone.

II-4.5.a. Principe de fonctionnement :

✓ **Circuit de puissance:**

- Fermeture manuelle de Q1.

Fermeture de KM1, mise sous tension de moteur.

✓ Circuit de commande :**Démarrage :**

- impulsion sur S2.
- Fermeture de KM1.
- Auto maintien de KM1 (13-14).

Arrêt :

- Par impulsion sur S1.
- Par déclenchement du relais thermique F2.
- Par fusion des fusibles.

II-4.5.b. Protection :

- par fusible contre les court-circuits.
- Par relais thermique contre les surcharges faibles et prolongées.

II-4.5.c. Avantages :

- démarreur simple.
- Economique.
- Couple de démarrage important.

II-4.5.d. Inconvénients :

- pointe de courant très importante.
- Le réseau doit pouvoir admettre cette pointe.
- Démarrage brutal.

II-5. Les Techniques mécaniques et électriques dans la station :**II-5.1. Transmission de mouvement par les engrenages :**

Les engrenages ont pour fonction de transmettre une puissance d'un arbre en rotation à un autre arbre tournant à une vitesse généralement différente, les deux vitesses restant dans un rapport constant. [3]

➤ Les solutions concurrentes :

- ✚ transmissions par accouplement, les arbres devant être dans le prolongement l'un de l'autre.
- ✚ transmissions par friction : roues de friction, courroies plates ou courroies trapézoïdales sur poulies,
- ✚ transmissions par courroie crantée sur poulies ou par chaîne sur roues.

Pour un prix de revient modéré, les engrenages ont pour avantages un excellent rendement et un encombrement plutôt faible.

L'engrènement est un phénomène connu depuis plusieurs siècles, les moulins à vent utilisaient des engrenages en bois assez perfectionnés, et les mécanismes d'horlogerie ont utilisé très tôt les roues dentées. Le développement des moteurs thermiques et électriques a provoqué un fort développement de ce type de transmission. [3]

Un engrenage est un ensemble de deux roues dentées complémentaires, chacune en liaison (pivot ou glissière) par rapport à un support (souvent le bâti).

La petite roue se nomme le pignon, la grande roue extérieure s'appelle la roue, la grande roue intérieure s'appelle la couronne. L'une des roues peut avoir un rayon infini, elle s'appelle alors une crémaillère.

Le rapport de transmission i est par définition : sortie entrée

$$I = W_{\text{sortie}} / W_{\text{entrée}}$$

On appelle surfaces primitives, les surfaces fictives des roues de friction associées donnant la même cinématique que l'engrenage. [3]

On distingue les différents types d'engrenages suivants :

- ✚ Les engrenages à axes parallèles à denture droite ou hélicoïdale.
- ✚ les engrenages à axes concourants à denture droite ou hélicoïdale.
- ✚ les engrenages à axes non concourants ou gauches.

II-5.2. Fabrication des engrenages :

❖ Par moulage :

Au sable, pour solides en fonte ou en acier, sous pression pour roues en alliages légers, ou matières plastiques. Les dentures sont très souvent achevées sur une machine à tailler.

❖ Par forgeage :

Il donne également des dentures brutes.

❖ Par taillage :

1- taillage successif : les dents sont usinées complètement et successivement soit par un fraise de forme (fraise module) ou par génération avec outil crémaillère, ou encore par génération Avec outil-pignon.

2- taillage progressif : à chaque instant toutes les dents à tailler sont à peu près dans le même état dans la génération par vis mère. [3]

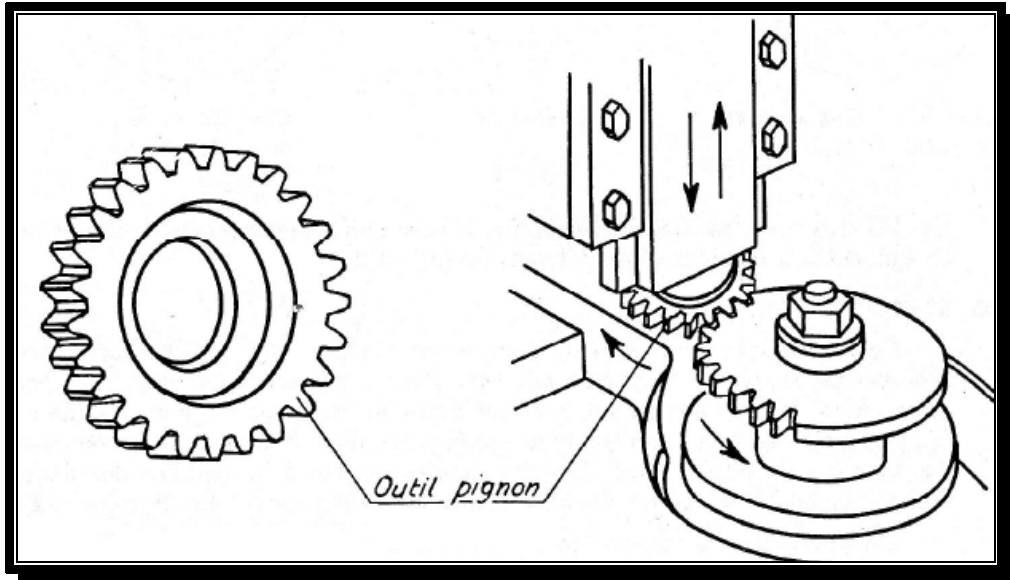


Fig. II.14 : Fraise mère.

II-5.3. Caractérisation des engrenages cylindriques à denture droite :

- ✚ **Cylindre primitif de fonctionnement ; Diamètre primitif d** : cylindre décrit par l'axe instantané de rotation du mouvement relatif de la roue conjuguée par rapport à la roue considérée.

La section droite du cylindre primitif donne le cercle primitif de diamètre d .

- ✚ **Cylindre de tête ; diamètre de tête d_a** : cylindre enveloppe du sommet des dents. La section droite du cylindre de tête donne le cercle de tête de diamètre d_a .
- ✚ **Cylindre de pied ; diamètre de pied d_f** : cylindre enveloppe du fond des dents. La section droite du cylindre de pied donne le cercle de pied de diamètre d_f .

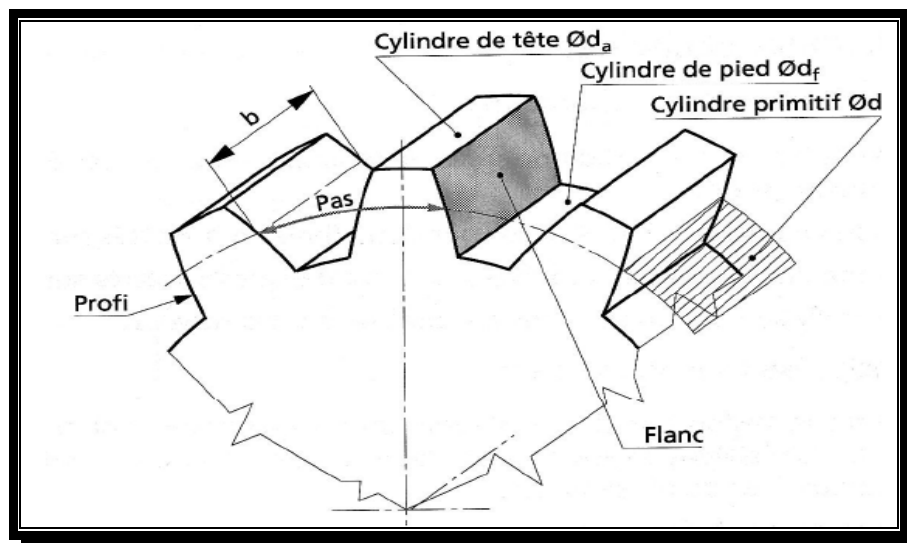


Fig. II.15 : engrenages cylindriques à denture droite.

- **Saillie h_a** : distance radiale entre le cylindre de tête et le cylindre primitif.
- **Creux h_f** : distance radiale entre le cylindre de pied et le cylindre primitif.
- **Hauteur de dent h** : distance radiale entre le cylindre de tête et le cylindre de pied.
- **Flanc** : portion de surface d'une dent comprise entre le cylindre de tête et le cylindre de pied.
- **Profil** : section d'un flanc par un plan normal à l'axe.
- **Pas** : longueur d'un arc de cercle primitif compris entre deux profils consécutifs.
- **Largeur de denture b** : largeur de la partie dentée d'une roue mesurée suivant une génératrice du cylindre primitif.
- **Entraxe entre deux roues a** : plus courte distance entre les axes des deux roues.
- **Cercle de base** : cercle permettant d'obtenir le profil en développante de cercle des dents.
- **Ligne d'action** : normale commune à deux profils de dents conjuguées, en leur point de contact. Cette ligne est fixe pour les engrenages à développante de cercle.
- **Angle de pression α** : angle de la ligne d'action avec la tangente aux cercles primitifs ($\alpha = 20^\circ$ pour une denture normalisée).
- **Module m** : valeur permettant de définir les caractéristiques dimensionnelles de la roue dentée.

C'est le rapport entre le diamètre primitif et le nombre de dents.[3]

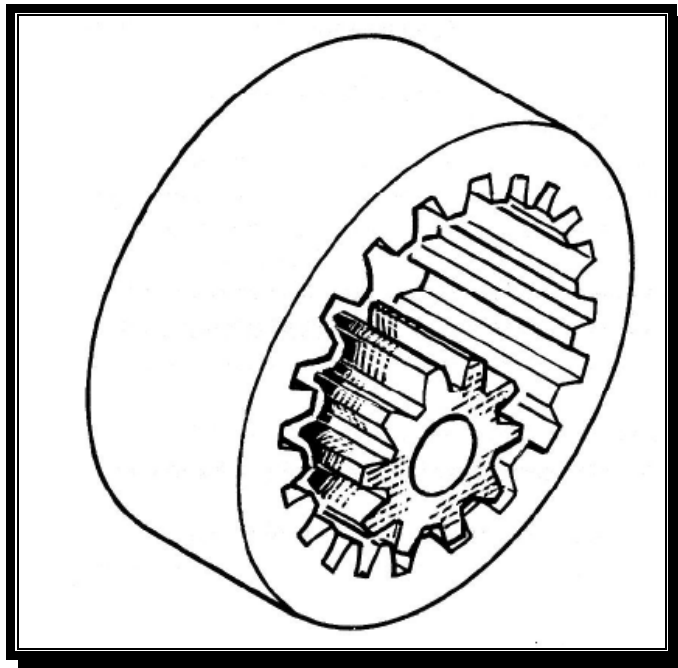


Fig. II.16 : engrenage intérieur.

Désignation	Symbole	Formule
Module	M	Par un calcul de RDM
Nombre de dents	Z	Par un rapport de vitesse
Diamètre primitif	D	$d=mz$
Diamètre de tête	d_a	$d_a=d+2m$
Diamètre de pied	d_f	$d_f=d-2,5m$
Saillie	h_a	$h_a=m$
Creux	h_f	$h_f=1,25m$
Hauteur de dent	H	$h=2,25m$
Pas	P	$p=\pi m$
Largeur de denture	B	$b=km(5 \leq k \leq 16)$
Entraxe	A	$a= (d_1+d_2)/2$

Tab II.3 : caractéristiques engrenages cylindriques à denture droite.

Les roues extérieures tournent en sens contraires alors que pour un engrenage intérieur, les deux roues tournent dans le même sens. Le taillage des dentures est plus délicat dans ce dernier cas et le plus souvent, la roue est en deux parties : une couronne dentée rapportée sur un plateau à moyeu. L'assemblage de ces deux pièces peut prendre des formes variables, mais doit comporter un centrage précis. [3]

II-5.4. Caractérisation des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale :

Les engrenages à denture hélicoïdale permettent un fonctionnement plus silencieux que celui des engrenages à denture droite.

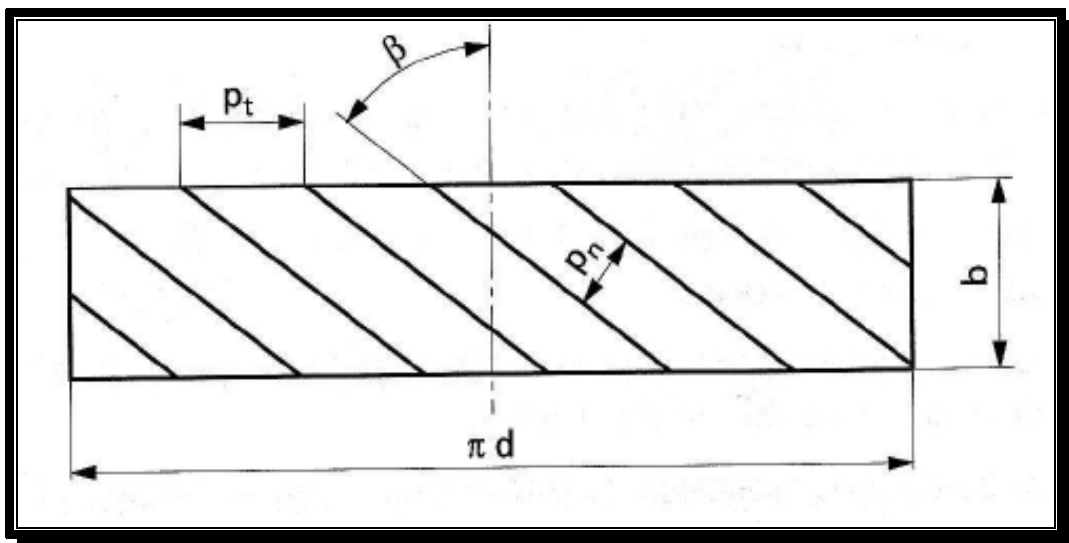


Fig. II.17: coupe d'engrenage à denture hélicoïdale.

Ils présentent également un meilleur rendement. Ils sont notamment utilisés dans les boîtes de vitesses d'automobiles, les réducteurs et les multiplicateurs de vitesses.

Remarquons que l'étude faite au début sur le profil en développante de cercle pour un engrenage à denture droite, se réalise de la même manière pour un engrenage à denture hélicoïdale. Il suffit de prendre un plan Q faisant un angle

β avec la génératrice D de contact des cylindres primitifs.[3]

- **Hélice primitive:** intersection d'un flanc avec le cylindre primitif d'une roue hélicoïdale.
- **Angle d'hélice β :** angle entre la tangente à l'hélice primitive et une génératrice du cylindre primitif.
- **Pas apparent p_t :** longueur de l'arc de cercle primitif compris entre deux profils homologues consécutifs.
- **Pas réel p_n :** pas mesuré sur une hélice normale à l'hélice primitive.
- **Module apparent m_t :** rapport entre le pas apparent et le nombre de dents.
- **Module réel m_n :** rapport entre le pas réel et le nombre de dents.

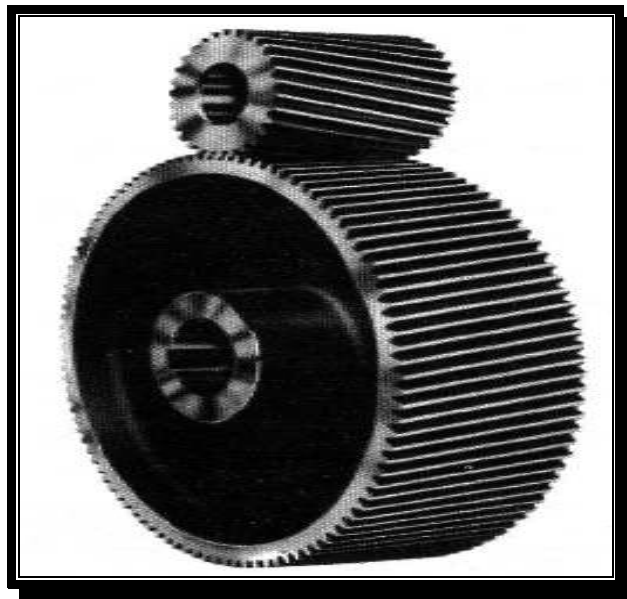


Fig. II.18 : engrenage cylindrique à denture hélicoïdale.

Quel que soit le diamètre, les roues dentées à denture hélicoïdale de même module et de même angle d'hélice engrènent entre elles, à condition que les hélices soient de sens contraire. Les dentures hélicoïdales provoquent une poussée axiale, d'où la nécessité de l'emploi de butées. La poussée axiale est proportionnelle à l'angle d'hélice β .

On peut donc réduire la poussée axiale en diminuant l'angle d'hélice, mais on peut également la supprimer, en utilisant des roues jumelées dont les dentures sont inclinées en sens opposé ou encore par l'utilisation d'une denture en chevrons. [3]

Désignation	Symbole	Formule
Module réel	m_n	Par un calcul de RDM
Nombre de dents	Z	Par un rapport de vitesse
Angle d'hélice	B	Entre 20° et 30°
Module apparent	m_t	$m_t = m_n / \cos \beta$
Pas apparent	p_t	$p_t = p_n / \cos \beta$
Pas réel	p_n	$p_n = \pi m_n$
Diamètre primitif	D	$d = m_t z$
Diamètre de tête	d_a	$d_a = d + 2m_n$
Diamètre de pied	d_f	$d_f = d - 2,5m_n$
Saillie	h_a	$h_a = m_n$
Creux	h_f	$h_f = 1,25m_n$
Hauteur de dent	H	$h = 2,25m_n$
Largeur de denture	B	$b \geq \pi m_n / \sin \beta$
Entraxe	A	$a = (d_1 + d_2) / 2$

Tab II.4: caractéristiques engrenages cylindriques à denture hélicoïdale.

II-5.5. Caractérisation des engrenages coniques :

Les engrenages coniques sont des engrenages à axes concourants. Ils permettent de transmettre le mouvement entre deux arbres concourants, avec un rapport de vitesse rigoureux. Les conditions d'engrènement imposent que les deux roues doivent avoir même module et que les sommets des deux cônes soient confondus. Ce dernier impératif oblige le concepteur à un centrage très précis des deux roues pour assurer un fonctionnement correct.

Il faut donc prévoir au montage un réglage axial des deux roues. On peut utiliser par exemple des boîtiers et des cales de réglage. [3]

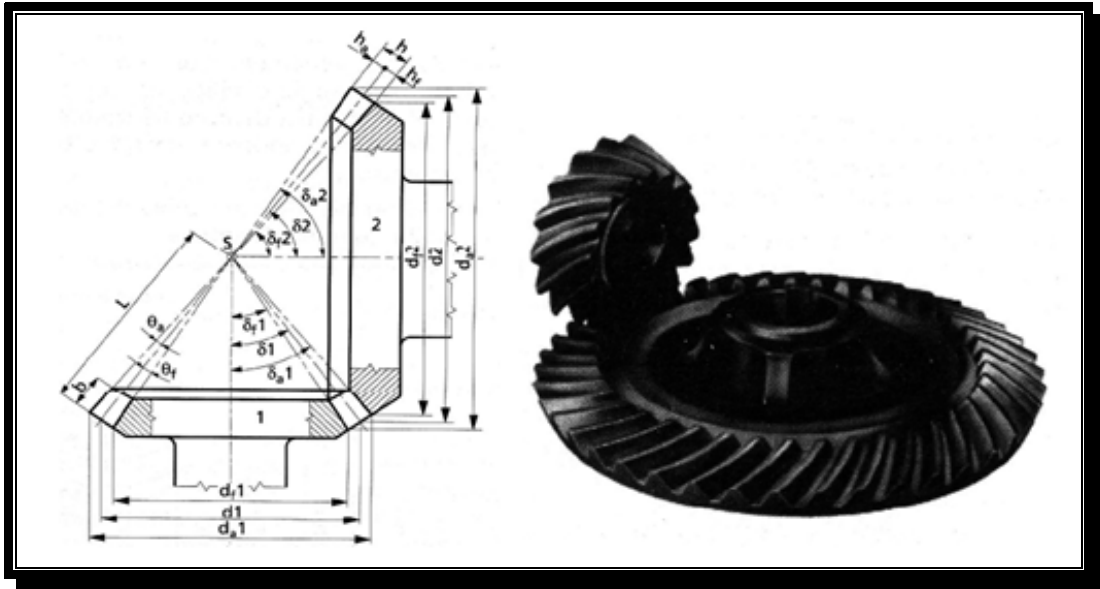


Fig II.19 : engrenage conique.

- **Cône primitif, angle primitif δ** : cône décrit par l'axe instantané de rotation du mouvement relatif de la roue conjuguée par rapport à la roue considérée. Le demi-angle au sommet de ce cône est l'angle primitif δ .
- **Cône de tête, angle de tête δ_a** : cône enveloppe des sommets des dents. Le demi-angle au sommet de ce cône est l'angle de tête δ_a .
- **Cône de pied, angle de pied δ_f** : cône enveloppe des bases des dents. Le demi-angle au sommet de ce cône est l'angle de pied δ_f .
- **Cône complémentaire** : cône dont les génératrices sont perpendiculaires à celles du cône primitif, à l'extrémité externe de la largeur de la denture.
- **Diamètre primitif d** : diamètre du cercle intersection du cône primitif et du cône complémentaire (cercle primitif).
- **Diamètre de tête d_a** : diamètre du cercle intersection du cône de tête et du cône complémentaire (cercle de tête).
- **Diamètre de pied d_f** : diamètre du cercle intersection du cône de pied et du cône complémentaire (cercle de pied).
- **Largeur de denture b** : largeur de la partie dentée de la roue mesurée suivant une génératrice du cône primitif.
- **Saillie h_a** : distance entre le cercle primitif et le cercle de tête mesurée suivant une génératrice du cône complémentaire.

- **Creux h_f** : distance entre le cercle primitif et le cercle de pied mesurée suivant une génératrice du cône complémentaire.
- **Angle de saillie θ_a** : différence entre l'angle de tête et l'angle primitif.
- **Angle de pied θ_f** : différence entre l'angle de pied et l'angle primitif.
- **Hauteur de dent** : distance entre le cercle de tête et le cercle de pied, mesurée suivant une génératrice du cône complémentaire. [3]

Désignation	Symbole	Formule
Module	M	Par un calcul de RDM
Nombre de dents	Z	Par un rapport de vitesse
Angle primitif	Δ	$\tan \delta_1 = z_1/z_2$
Diamètre primitif	D	$d_1 = mz_1$ et $d_2 = mz_2$
Largeur de denture	B	$b = km (5 \leq k \leq 16)$
Diamètre de tête	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2m \cos \delta_1$
Diamètre de pied	d_f	$d_{f1} = d_1 - 2,5m \cos \delta_1$
Saillie	h_a	$h_a = m$
Creux	h_f	$h_f = 1,25m$
Hauteur de dent	H	$h = 2,25m$
Angle de saillie	θ_a	$\theta_a = m/L$
Angle de creux	θ_f	$\theta_f = 1,25m/L$
Angle de tête	δ_a	$\delta_a = \delta_1 + \theta_a$
Angle de pied	δ_f	$\delta_f = \delta_1 - \theta_f$

Tab II.5 : caractéristiques des engrenages coniques.

II-5.6. Caractérisation d'un engrenage roue-vis sans fin :

C'est un engrenage hélicoïdal dont les axes sont orthogonaux et non concourants. La transmission par ce type d'engrenage donne une solution simple pour les grands rapports de réduction, avec un fonctionnement peu bruyant. [3]

La poussée de la vis est forte surtout si la démultiplication est grande.

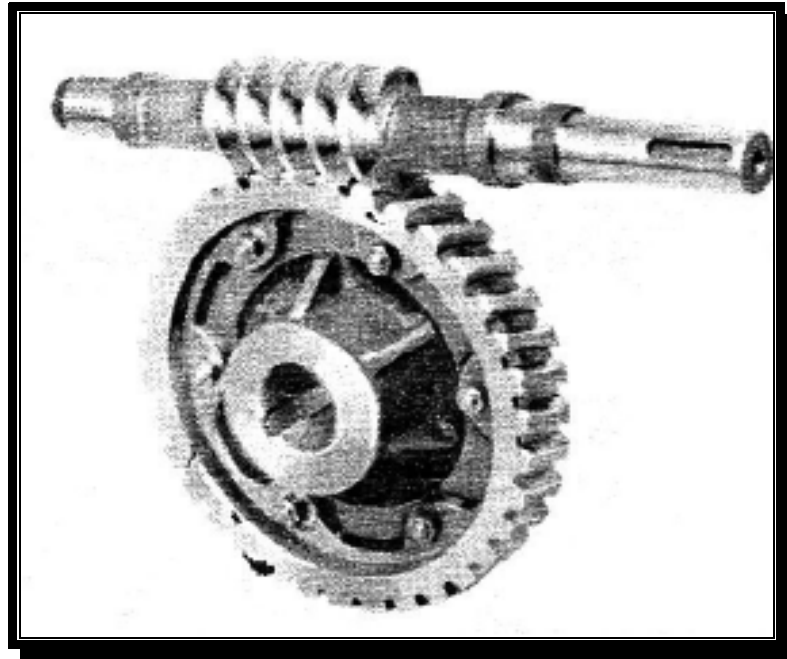


Fig. II.20 : roue-vis sans fin.

On utilise alors une butée à billes ou à rouleaux ou encore des roulements à contact oblique pour réaliser la liaison pivot avec le support. Lorsque l'inclinaison des filets est faible (vis à un filet), la transmission est irréversible, ce qui est souvent utile, car le réducteur s'oppose à toute rotation commandée par la machine réceptrice (exemple : appareils de levage). Toutefois le rendement est alors faible, et de plus le couple de démarrage est beaucoup plus fort que le couple à vitesse de régime.

Le rendement est meilleur avec les fortes inclinaisons, à condition que les métaux en présence soient bien choisis et l'exécution des dentures très précises, avec des états de surface très soignés.

Le frottement est important et donne un rendement médiocre, mais suffisant dans le cas de faibles puissances. [3]

Pour la vis :

- Filet** : une des dents de la vis. Les vis peuvent avoir un ou plusieurs filets.
- Cylindre de référence** : surface primitive de référence de la vis.
- Hélice de référence** : hélice d'intersection d'un flanc avec le cylindre de référence de la vis.
- Pas hélicoïdal p_z** : distance axiale entre deux profils homologues consécutifs d'un filet.
- Pas axial p_x** : rapport entre le pas hélicoïdal et le nombre de filets (le pas axial est égal au pas hélicoïdal si le nombre de filets est égal à 1).
- Module axial m_x** : rapport entre le pas et le nombre π .

Pour la roue :

Le profil de la roue est le profil conjugué de celui de la vis. L'engrènement d'une vis avec une roue n'est possible que si elles ont même module axial et même angle d'hélice. Les caractéristiques dimensionnelles de la roue sont identiques à celles d'une roue à denture hélicoïdale. La roue est généralement cylindrique pour transmettre des efforts relativement faibles, mais pour transmettre des efforts importants, une roue creuse est préférable. [3]

Désignation	Symbole	Formule
Module réel	m_n	Par un calcul de RDM
Nombre de filets	z	Déterminé par le rapport des vitesses
Angle d'hélice	β	Déterminé pour l'irréversibilité ($\gamma < 5^\circ, \beta + \gamma = 90^\circ$)
Module axial	m_x	$m_x = m_n / \cos \gamma$
Pas axial	p_x	$p_x = p_n / \cos \gamma$
Pas réel	p_n	$p_n = \pi m_n$
Pas de l'hélice	p_z	$p_z = p_x z$
Diamètre primitif	d	$D = p_z / \pi \tan \gamma$
Diamètre extérieur	d_a	$d_a = d + 2m_n$
Diamètre intérieur	d_f	$d_f = d - 2,5m_n$
Longueur de la vis	L	$4p_x < L < 6p_x$

Tab II.6 : Caractérisation d'un engrenage roue-vis sans fin.

II-6. Transmission de mouvement par courroie :

La courroie est utilisée pour la transmission de puissance. C'est une pièce construite dans un matériau souple. Deux types de courroie existent, les courroies refermées sur elle-même et les courroies ouvertes. La courroie est utilisée avec des poulies, et parfois avec un galet tendeur. L'entraînement s'effectue par adhérence pour les courroies plates, par coincement pour les rondes, trapézoïdales et striées. Les courroies synchrones permettent une

transmission de mouvement sans déphasage : par exemple comme les chaînes et les engrenages. [4]

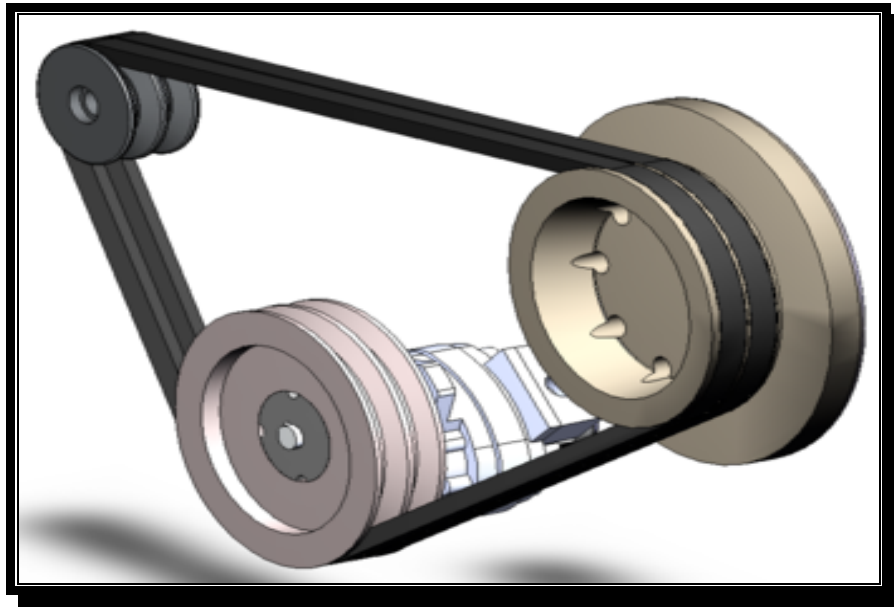


Fig. II.21 : Couple de deux courroies trapézoïdales.

II-6.1. Courroie plate :

Bande de section rectangulaire, autrefois en cuir, désormais en matériaux composite : élastomère et âme en fibre. [4]

II-6.2. Courroie trapézoïdale :

Elles sont utilisées, par exemple, dans les variateurs de vitesse.

II-6.3. Courroie synchrone ou crantée :

Les courroies synchrones sont dentées (crantées). On les utilise, par exemple, pour entraîner les arbres à cames, ou pour la transmission secondaire.

Ce genre de courroie est indispensable pour éviter tout déphasage entre l'entrée et la sortie. Même bien tendue et sans glissement une courroie non crantée se décalera de par son élasticité. En effet son élongation sera différente entre brin tendu et brin mou et c'est cette différence qui produira le décalage.[4]

II-7. L'armoire de commande :

II-7.1. Définition :

L'armoire électrique est un boîtier métallique fabriqué de fer qui contient des rails à l'intérieur et des portes à l'extérieur, et nous pouvons modifier sa surface selon la quantité des composants qu'elle doit contenir. [2]

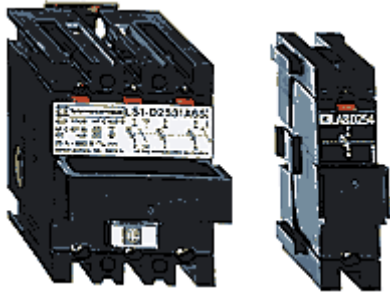
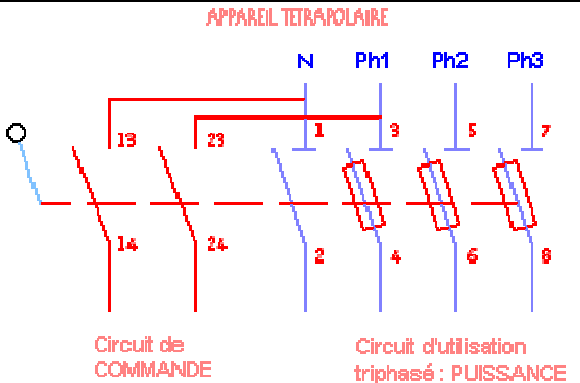
II-7.2. Le rôle de l'armoire :

Le rôle de l'armoire électrique est de mettre les composants électriques comme les contacteurs, les disjoncteurs, les bornes, les cames et des transformateurs (BT) pour bien commander les machines (marche arrêt, maintenance) librement et sans risque. [2]

Dans notre cas, la commande du différent mécanisme électrique de production de la carrière est assurée par une armoire de commande.

II-7.3. Les composants de l'armoire :

II-7.3.1. Le sectionneur :

Photo du constituant (télé-mécanique)	Symbole de ce constituant	Famille de ce constituant
		Appareil de connexion

Tab II.7 : sectionneur.

➤ **Rôle :**

Le sectionneur est un appareil de connexion qui permet d'isoler (c'est sa fonction) un circuit pour effectuer des opérations de maintenance, de dépannage ou de modification sur les circuits électriques qui se trouvent en aval. Il peut être considéré comme un appareil de connexion et/ou de raccordement mais jamais comme un appareil de protection. Cette remarque peut paraître stupide mais nombre d'entre vous confondent "le sectionneur" et "le sectionneur porte fusibles". Ce dernier assure les fonctions d'isolement par le sectionneur et de protection par les fusibles. [5]

Le pouvoir de coupure et de fermeture, c'est à dire la capacité qu'a cet appareil à fermer ou à ouvrir un circuit, est nul. Ceci est d'une importance capitale : un sectionneur se manipule toujours à vide (aucun courant ne le traverse lorsqu'on l'actionne, les circuits en aval doivent être ouverts). [5]

➤ **Dénomination :**

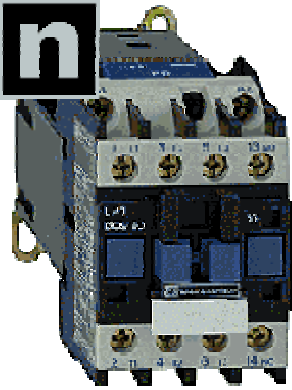
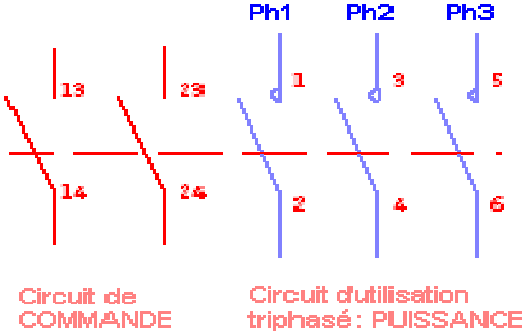
Nous définirons un sectionneur par :

- ✚ Le nombre de pôles.
- ✚ La valeur de la tension assignée.
- ✚ Le courant assigné.
- ✚ Le ou les contacts auxiliaires.
- ✚ La nature de la commande.

Le terme de pôle peut être remplacé dans certains ouvrages par :

- ✚ Les pôles de puissance,
- ✚ Les contacts de puissance,
- ✚ Les contacts principaux.

II-7.3.2. Le contacteur :

Photo du constituant (télé mécanique)	Symbole de ce constituant	Famille de ce constituant
	<p style="text-align: center; color: red;">APPAREIL TRIPOLAIRE</p> 	<p>appareil de commande</p>

Tab II.8: contacteur.

➤ Rôle :

Le contacteur est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique (c'est sa fonction). Il a donc un pouvoir de coupure non nul. [5]

Tout d'abord il est important de savoir que la séparation de deux contacts sous tension (c'est le cas des pôles principaux d'un contacteur) provoque généralement la formation d'un arc électrique qui doit être rapidement éteint puisque :

- le courant électrique continu à circuler tant que l'arc électrique n'est pas éteint d'où le risque de ne pouvoir arrêter l'installation.
- l'arc s'accompagne d'un dégagement de chaleur important qui provoque l'usure voire la destruction de l'appareil de coupure (réduction de l'endurance électrique, risque de soudure des contacts).
- l'arc est dangereux de par sa mobilité. Risque d'amorçage entre phase-terre ou phase-phase et risque d'électrocution des personnels. [5]

➤ Constitution :

Un contacteur est constitué par :

- ✚ des pôles principaux de puissance.
- ✚ des contacts auxiliaires (possibilité d'ajouter au contacteur un bloc de contacts auxiliaires instantanés ou temporisés).
- ✚ une armature fixe et un autre mobile.
- ✚ un ressort de rappel.
- ✚ un circuit magnétique feuilleté de manière à réduire les pertes par courant de Foucault (dus à la présence d'un flux d'induction magnétique alternatif).
- ✚ une bobine (insérée dans le circuit de commande). Si la bobine est alimentée en courant alternatif le courant d'appel sur le circuit de commande lors de la fermeture du contacteur peut atteindre 6 à 10 fois le courant de maintien (utile

pour le choix du transformateur de commande...). Une bobine peut être alimentée en courant continu (faire le bon choix lors de la commande du matériel) ce qui accroît la force d'attraction de l'électro-aimant constitué par la bobine et l'armature fixe.

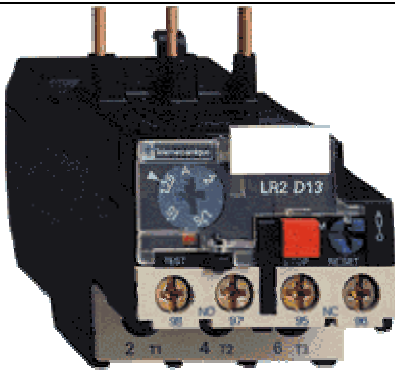
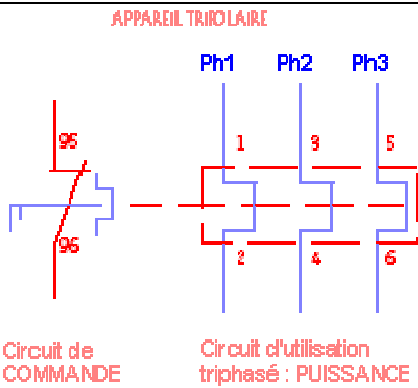
- ✚ une "spire de frager" ou "bague de déphasage" qui évite les vibrations dues à l'alimentation en courant alternatif de la bobine du contacteur. [5]

➤ **Les contacts auxiliaires instantanés et temporisés :**

Les principales fonctions des contacts auxiliaires sont :

- ✚ réaliser l'auto-alimentation (fonction mémoire).
- ✚ les verrouillages électriques.
- ✚ les asservissements.
- ✚ la logique de commande. [5]

II-7.3.3. Le relais thermique :

Photo du constituant (télé-mécanique)	Symbole de ce constituant	Famille de ce constituant
		<p>appareil de protection</p>

Tab II.9: relais thermique.

Le relais thermique est un appareil de protection capable de protéger contre les surcharges. Une surcharge est une élévation anormale du courant consommé par le ou les récepteurs dans des proportions somme toute raisonnables (1 à 3 In). Cette élévation faible du courant mais prolongée dans le temps va entraîner un échauffement de l'installation pouvant aller jusqu'à sa destruction. Nous utilisons pour nous prémunir de ce type de problème soit des fusibles de type G1, soit des disjoncteurs, soit des relais thermiques.

L'augmentation du courant n'étant pas soudaine il n'est pas nécessaire de couper l'alimentation du circuit de puissance d'une façon brutale. Par contre le temps de coupure devra être inversement proportionnel à l'augmentation du courant, plus le courant augmente plus le temps de détection et de coupure doit être court. [5]

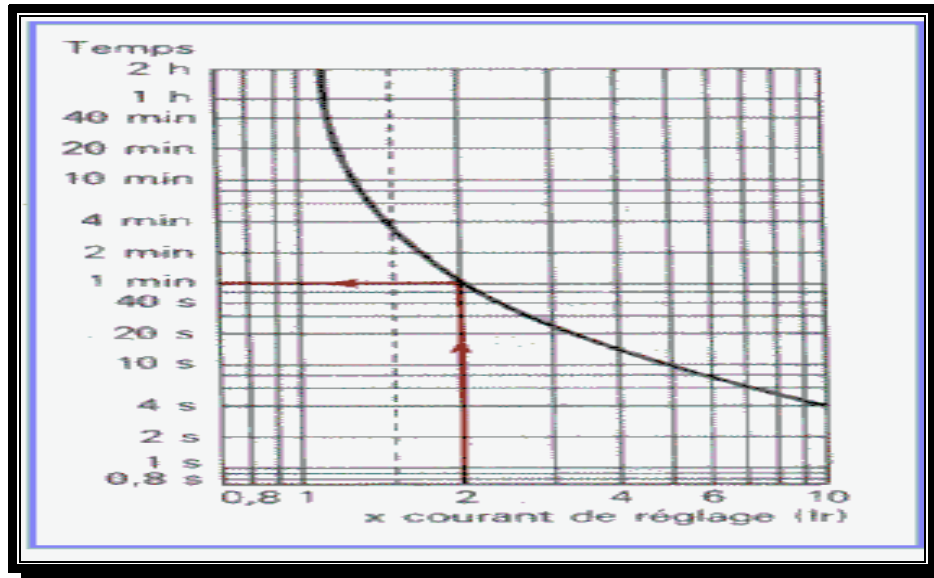


Fig. II.22 : courbe de variation de courant de réglage (I_r) en fonction de temps.

De cette courbe nous pouvons déduire plusieurs choses intéressantes :

- ✚ Elle représente le temps en fonction des multiples de l'intensité de réglage.
- ✚ le relais thermique doit être réglé à l'intensité nominale du récepteur à protéger ($I_r = I_n$ ou I_a).
- ✚ le déclenchement réel se fait à $1,15 I_r$.

➤ Principe de fonctionnement et constitution :

Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces ayant un coefficient de dilatation différent. L'un nul ne se tordra pas sous l'effet de la chaleur, l'autre non nul ne lui permettra de se tordre. Pour avoir l'image de la chaleur, nous utilisons le courant puisque M. JOULE nous dit que $P_j = R \times I^2$. Le principe du bilame apparaissant dans tous les ouvrages de technologie appliquée à l'Electrotechnique, je n'ai pas jugé utile d'en développer le fonctionnement. [5]

II-8. Les schémas électriques de la station :

➤ Schéma de puissance et de commande des transporteurs à bande :

On a six transporteurs à bande.

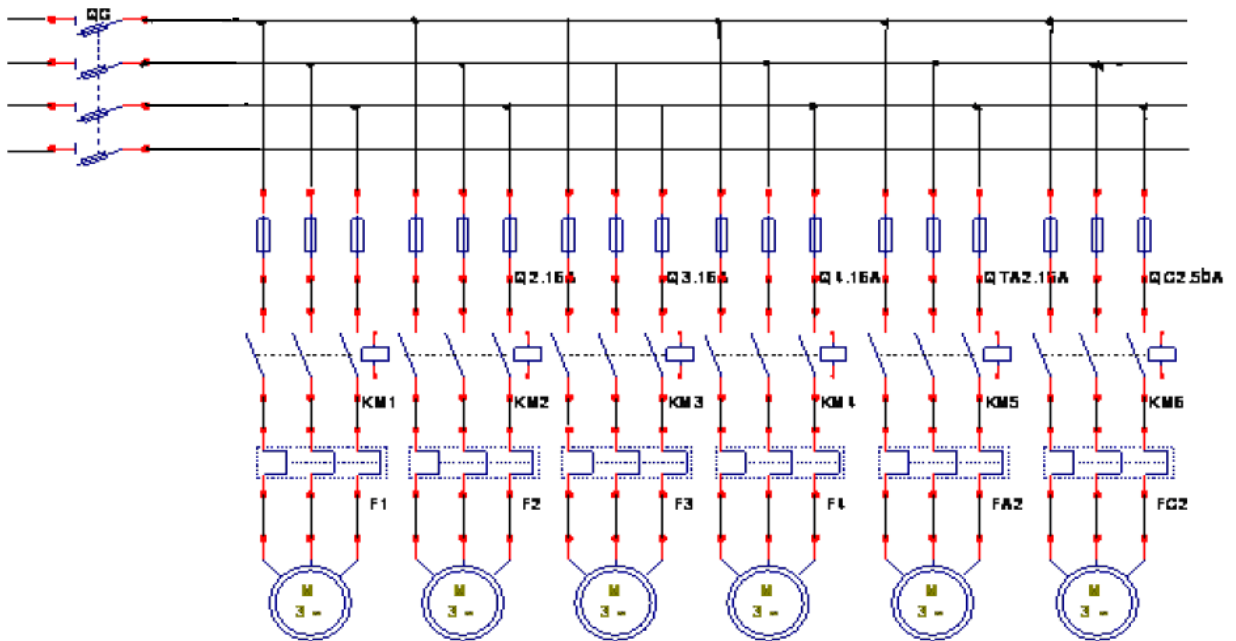


Fig. II.23: Schéma de puissance des transporteurs à bande.

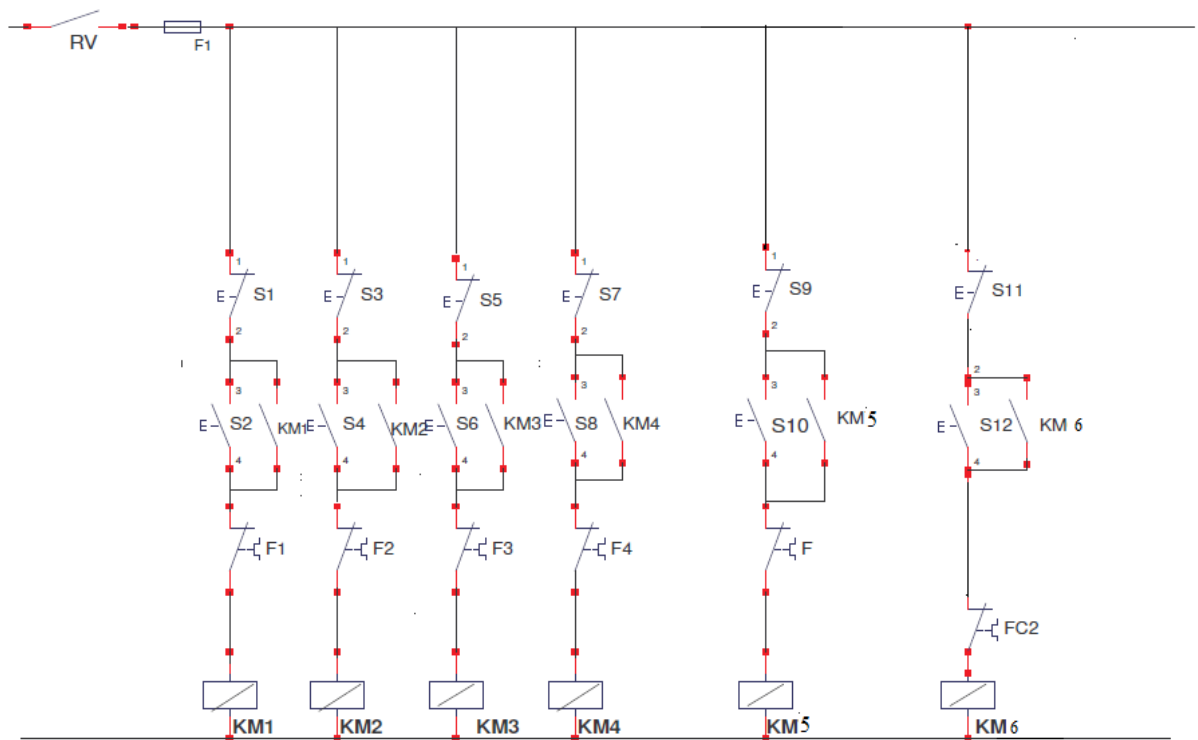


Fig. II.24 : Schéma de commande des transporteurs à bande.

- Schéma de puissance et de commande des moteurs (Alimentateur principal avec concasseur principal avec crible a quatre étages avec concasseur secondaire) :

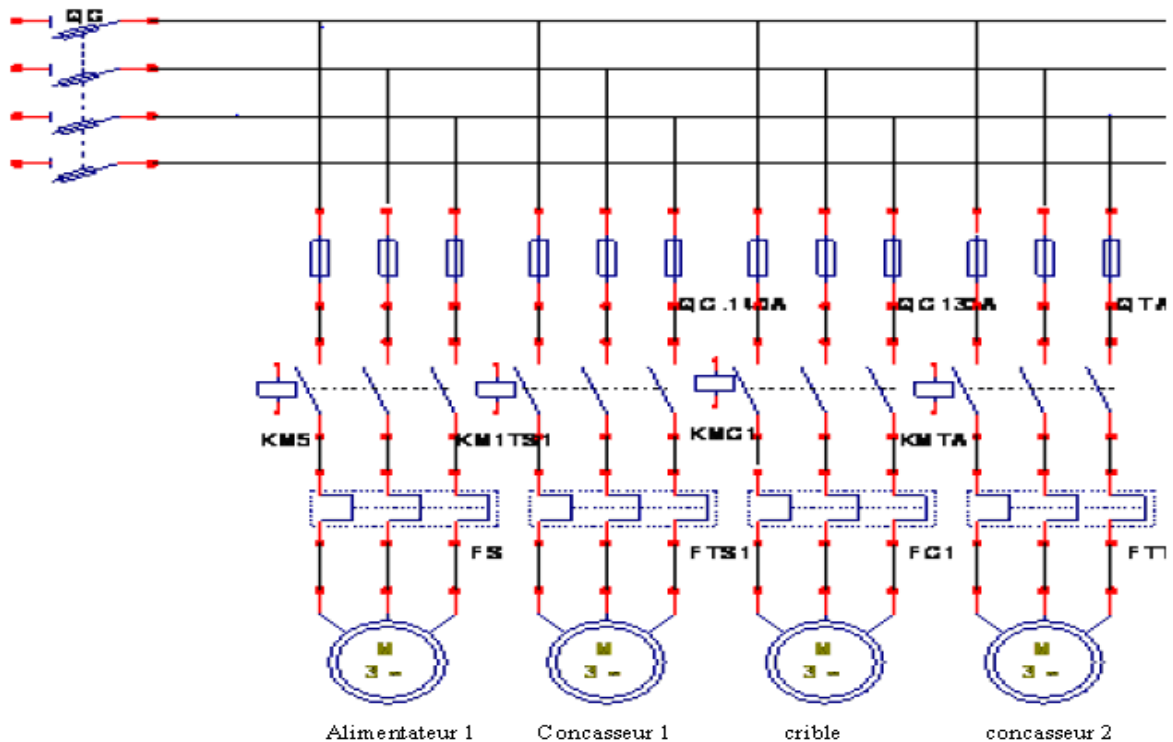


Fig. II.25 : Schéma de puissance de alimentateur (1) et les concasseurs et crible.

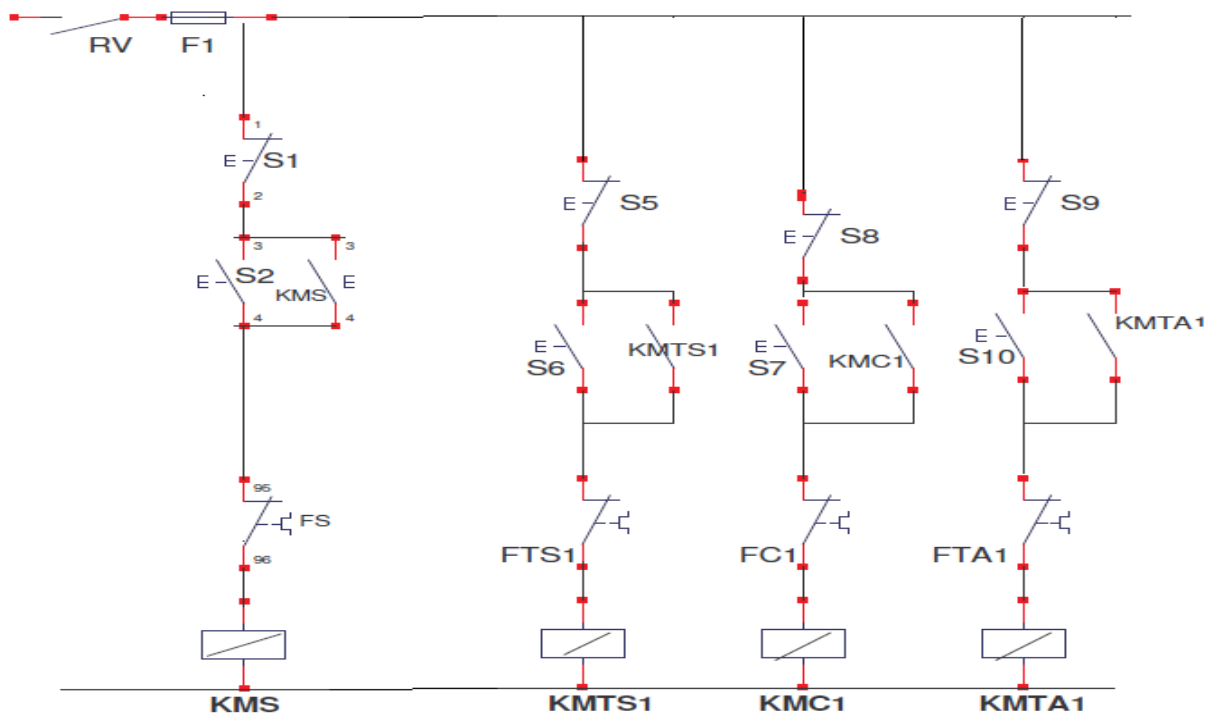


Fig. II.26 : Schéma de commande de alimentateur (1) et les concasseurs et crible.

- Schéma de puissance et de commande des moteurs (Alimentateur secondaire avec crible a deux étages) :

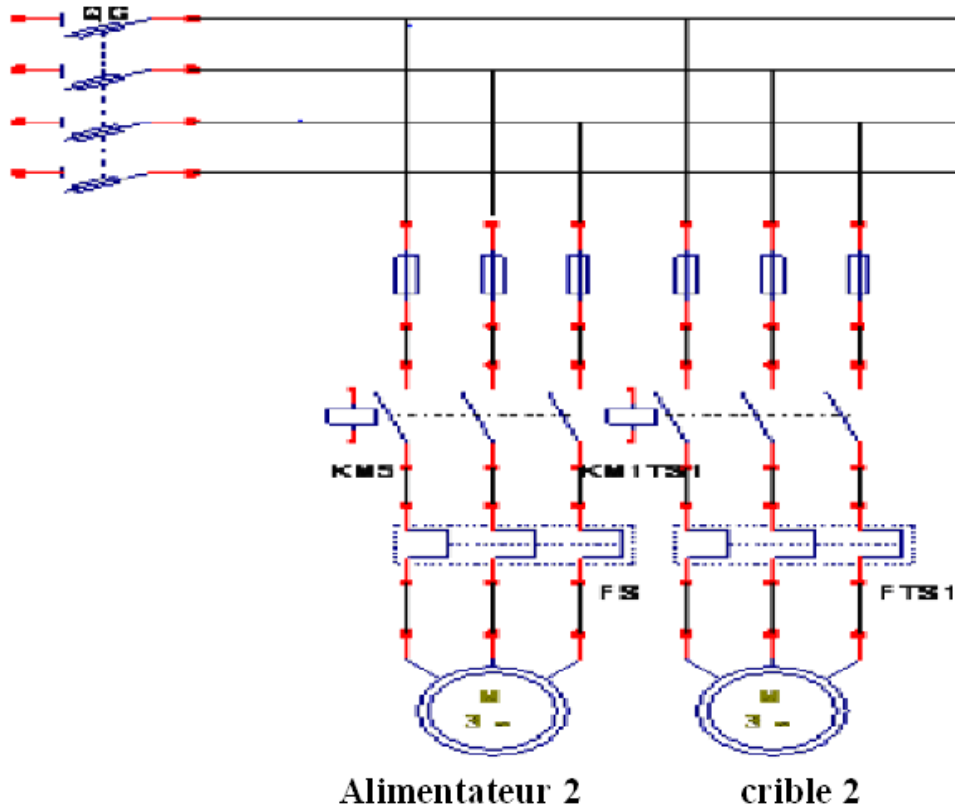


Fig. II.27 : Schéma de puissance d'alimentateur (2) et crible (2).

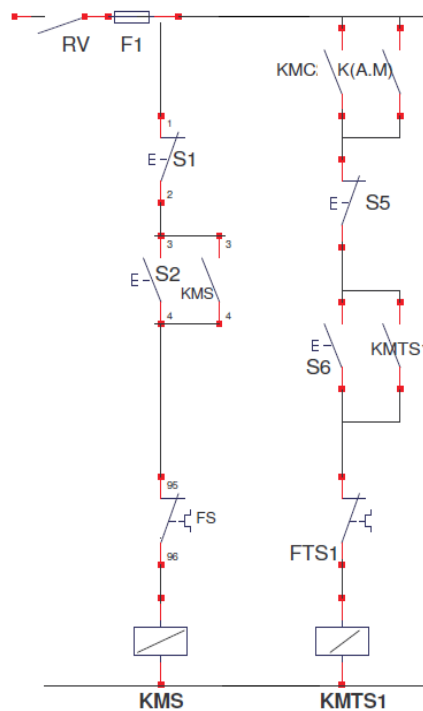
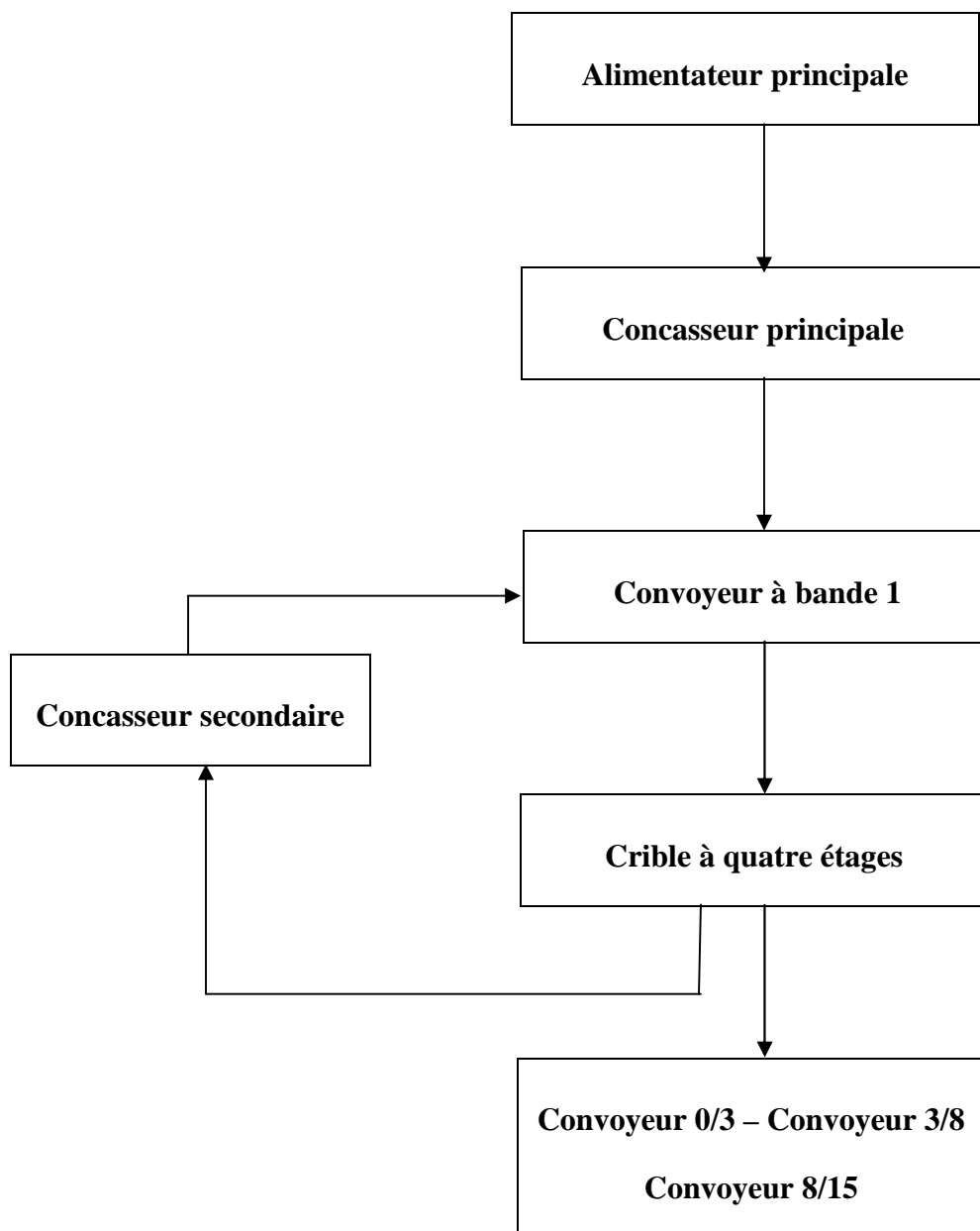


Fig II.29 : Schéma de commande d'alimentateur (2) et crible (2).

II-9. Schéma général de fonctionnement :**Fig. II.29 :** Schéma général de fonctionnement de station.

II-10. Description des étapes pour produit les différents types des granulats :

Suivant la figure (**Fig. II.1**) qui représente le schéma générale de fonctionnement de station de concassage on peut résumer les étapes du production au niveau de la station 100T/h comme suite :

Au niveau front de taille le chargement de l'agrégat s'effectue à l'aide d'un chargeur; après le chargement, l'agrégat sera transporté par des camions benne carrière vers une trémie secondaire puis au l'alimentateur chariot, qui alimente un crible deux étages, pour séparer le le sable du l'agrégat. Puis l'agrégat est transporté par un chargeur au trémie principale pour alimenté le concasseur principale pour le broyer après ça, transporter par un convoyeur destiné au stérile, à deuxième crible de quatre étages suivant les tranche granulométriques suivantes :

- 0/3, - 3/8, - 8/15

Les tranches de supérieur de 15mm alimentent le broyeur secondaire et produit, alimente le convoyeur de deuxième crible quatre étages; et comme ça l'opération répéter.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une présentation sur le système électromécanique avec leur alimentation électrique et mécanique utilisé en station de concassage et aussi qu'une description des mécanismes les plus importants et enfin on a présenté les différentes étapes pour produire les différents types des granulats.

Chapitre III :

*Calcule et vérification du
convoyeur à bande*

III-1. Introduction :

Les convoyeurs sont des machines les plus adaptés à le transport continu dont la construction varie avec le type de charge à convoyé.

En distingue plusieurs types des convoyeurs:

- ✚ Les convoyeurs à bande.
- ✚ Les convoyeurs à chaîne.
- ✚ Les convoyeurs à rouleau.

Chaque type de convoyeur est employé et choisit selon les conditions suivantes :

- 1) Type de la charge transporté.
- 2) La distance de transport.
- 3) Le lieu de transport.

Les convoyeurs peuvent possèdent de plusieurs tombeurs moteurs suivant la distance de transport. [6]

Le convoyeur à bande par rapport aux autres types de convoyeurs c'est le plus utiliser, il est constitue d'une bande déplace l'une extrémité du convoyeur sur le tombeur moteur, et l'autre extrémité sur le tombeur de renvoie ; les brins supérieures et les brins inférieurs de la bande sont soutenues par des rouleaux, la bande est entraîné par frottement sur la surface du tombeur moteur et par glissement sur les rouleaux. [6]

Une caractéristique type du convoyeur à bande si qu'on à toujours tendance à augmenté l'effort transmis par le tombeur moteur et la bande pour avoir pendant tout le temps de fonction une bande qui ne flèche pas sous l'effet de la charge. [6]

A cet effet la force de frottement et les paramètres clés dans les convoyeurs à bande, pour la tension de bande ainsi que le coefficient de frottement qui dépend de la caractéristique mécanique de la charge et la caractéristique de la bande.

Le brin inférieur est rapporté uniquement par un seul rouleau.

Les convoyeurs à bande sont caractérisés par les paramètres suivants:

- Le débit horaire (productivité horaire).

- La longueur du convoyeur à bande (en mètre).
- La vitesse de déplacement de la bande (en m /s).
- Largeur de la bande (en mm).



Fig. III.1 : Convoyeur à bande dans la station.

III-2. Les opérations pour le bon fonctionnement de convoyeur à bande :

III-2.1 Frein :

Il est utilisé pour stopper le convoyeur à un moment donné.

Dans les convoyeurs à bande inclinée, le frein est impératif. Après le débranchement du bloc de commande, les freins utilisés sont à effet électromagnétique ou électrodynamique qui fonction automatiquement après interruption du moteur. [2]

III-2.2 Dispositif de nettoyage :

Il est employé pour nettoyer la bande de la couche adhésive de la charge sur sa surface, il est installé derrière le tambour déverser (suivant le sens du mouvement de la bande). [2]

III-2.3 Dispositif de tension :

Il sert à assurer la tension nécessaire à la condition de l'adhérence. Le dispositif de tension est placé soit à l'extrémité du convoyeur à bande soit dans n'importe quel brin inférieur. [2]

III-2.4. Le réducteur :

Le réducteur est utilisé pour réduire la vitesse de rotation, et augmentant le couple disponible du moteur et permettre le changement de direction ou de sens de transmission de la puissance. [2]

✓ **Choix de réducteur :**

Le choix de réducteur sera fait suivant critères de:

- Fiabilité.
- Coût.
- Disponibilité.
- Caractéristiques mécaniques désirées.
- Puissance à transmettre.
- Couple maximale à transmettre.
- Rapport de réduction.
- Configuration géométrique des arbres et de sortie.

✓ **Le réducteur utilise dans la cette station :**

Dans Installation du convoyeur à bande, le réducteur utilisé est par chaine entre le moteur et le tambour.

III -3. Les avantages et les inconvénients du convoyeur à bande :

• **Les avantages :**

- ✚ Une grande productivité.
- ✚ La possibilité de faire monter et descendre la charge.
- ✚ Le personnel de service très réduire, par conséquent un rendement de travail plus élevé.
- ✚ Installation de grande longueur.

- ✚ Continuité du flux de charge ce qui est rassurant pour les excavateurs de grand débit et conditionne un grand rythme en même temps les équipements du transport minier.
- ✚ Possibilité d'automatisation.
- ✚ Faible puissance spécifique installée.
- ✚ C'est un moyen s'avère plus économique si on compare avec le transport par camion, ou par rails l'indice économique des, convoyeur est le prix de la tonne au kilomètre. [2]

- **Les inconvénients :**

- ✚ Impossibilité de transporter la charge sur des pentes d'angle élevé (45°).
- ✚ Une faible durée de service (cherté de la bande, le blocage les rouleaux de support). [2]

III-4. Charge statique des convoyeurs à bande :

Les paramètres essentiels pour la détermination de la charge statique de convoyeur à bande sont :

L'effet de traction et l'effort dû au frottement (tous les frottements dans la partie tournante sont pertes en considération), ces efforts divers d'un convoyeur à un autre et un tracé. Dans les tracées inclinés apparaissent une force active supplémentaire créée avec la composant du point de la charge dont l'action différés aussi avec le sens de déplacement dans le même sens cette composant contribué au mouvement donc elle est positive et négative dans l'autre sens.

La charge statique de telle mécanisme dépend aussi d'une partie important qui est l'organe de traction (la bande), et quelle que élément constituant infrastructure. [6]

III-5. Calcul du convoyeur à bande :

Le but de calcul pour le choix du convoyeur qui se fait d'après le calcul de la résistance de la bande, la puissance du moteur qui entraîne la bande d'un seul convoyeur et le calcul de l'effort du tendeur.

III-5.1. Débit calculé :

Le débit calculé est déterminé par la formule suivante :

$$Q_c = (Q_p \cdot K_1) / (t_p \cdot K_2) ; \text{ t/h}$$

Ou :

Q_p : Débit d'exploitation $Q_p = 480 \text{ t/h}$.

K_1 : Coefficient d'irrégularité du flot de charge. $K_1 = 1,2$

t_p : Durée d'un poste $t_p = 8 \text{ h}$.

K_2 : Coefficient du temps réel du travail. $K_2 = 0.85$.

$$Q_c = (480 \cdot 1,2) / (8 \cdot 0,85) = 84,70 \text{ T/h.}$$

III-5.2. Calcul de la vitesse de la bande :

La vitesse de la bande est déterminée par la formule suivante:

$$V = Q_c / [C_1 (0,9 \cdot B - 0,05)^2 \cdot c \cdot P_v]; \text{ m/s}$$

Ou :

C_1 : 525 pour l'angle d'inclinaison des rouleaux $\alpha = 30^\circ$ et $C = 1$ pour l'angle $\beta = 0^\circ$

P_v : densité apparente de la charge en Vrac. $P_v = 2.65 \text{ t/m}^3$

L : Largeur de la bande $L = 500 \text{ mm}$

Alors :

$$V = 84,70 / [525(0,9 \cdot 0,5 - 0,05)^2 \cdot 1,2 \cdot 2,65] = 0,38 \text{ m/s}$$

III-5.3. Masse métrique de la charge :

La masse métrique de la charge est déterminée par la formule suivante:

$$q_{ch} = Q_c / (3,6 \cdot V) ; \text{ Kg/m.}$$

Ou :

Q_c : Débit calculé du convoyeur; $Q_c = 84,70 \text{ t/h}$.

V : Vitesse de la bande nominale; $V = 0,65 \text{ m/s}$.

$$q_{ch} = 84,70 / (3,6 \cdot 0,65) = 36,2 \text{ kg/m}$$

III-5.4. La masse métrique de la bande :

Déterminée par la formule suivante :

$$q_b = L \cdot h \cdot P_b ; [\text{kg/m}]$$

Ou :

h : épaisseur de la bande ; $h = 8$ mm.

P_b : densité apparente de la bande. $P_b = 1187,5$ kg/m³.

$q_b = 0,5 \cdot 0,008 \cdot 1187,5 = 4,75$ kg/m.

III-5.5. La masse métrique d'un rouleau de support :

Déterminée par la formule suivante :

$$q_r = M_r / L_r ; [\text{kg/m}]$$

Ou :

M_r : la masse du rouleau d'un seul appui.

L_r : la distance entre deux rouleaux voisins.

Puisque les données sur la masse du rouleau d'un seul appui manquent; on peut trouver approximativement par la formule suivante :

Pour le brin supérieur : $M_r' = 13 + 23 \cdot L$; [kg]

Pour le brin inférieur : $M_r'' = 8 + 14 \cdot L$; [kg]

Ou :

L : largeur de la bande ; $L = 0,5$ m.

$M_r' = 13 + 23 \cdot 0,5 = 24,5$ kg.

$M_r'' = 8 + 14 \cdot 0,5 = 15$ kg.

ET:

L_r' : écartement pour le brin supérieur: $L_r' = 70$ cm.

L_r'' : écartement pour le brin inférieur: $L_r'' = 90$ cm.

Donc:

$q_r' = M_r' / L_r' = 24,5 / 0,7 = 35$ kg/m.

$q_r'' = M_r'' / L_r'' = 15 / 0,9 = 16,67$ kg/m.

III-5.6. Calcul de traction de la bande :

On commence par la composition du schéma de calcul du convoyeur.

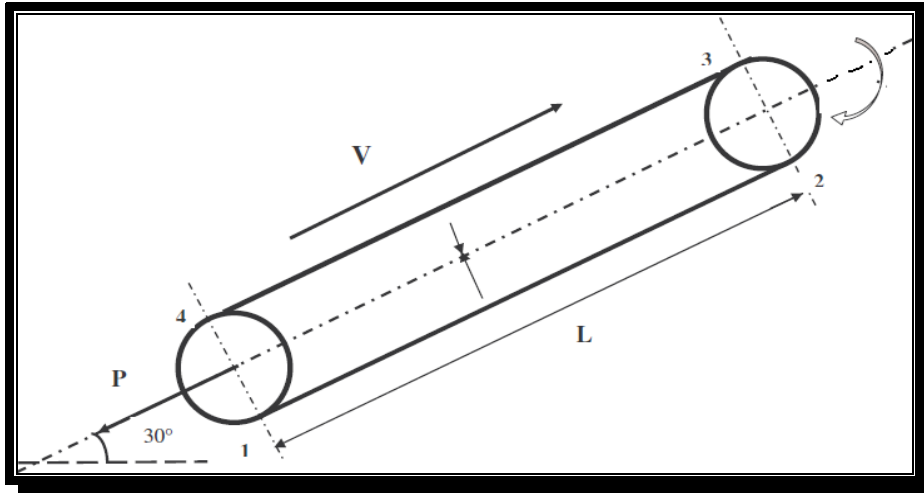


Fig. III.2: schéma de calcul du convoyeur.

$$F_{1-2} = L \cdot q_b \cdot (C_2 \cdot W \cdot \cos \beta + \sin \beta) + C_2 \cdot L \cdot q_r'' \cdot W ; \quad [\text{daN}]$$

$$F_{3-4} = L (q_b + q_{ch}) (C_2 \cdot W \cdot \cos \beta + \sin \beta) + C_2 \cdot L \cdot q_r' \cdot W ; \quad [\text{daN}]$$

Ou :

C_2 : Coefficient qui tient compte des résistances locales qui poindre de chargement.

W : Coefficient de la résistance au mouvement; $W = 0,04$

(Dans une salle à l'humidité élevée et à grande concentration de la poussière)

L : Longueur de transport; $L = 12\text{m}$

q_{ch} : masse métrique de la charge; $q_{ch} = 36,2 \text{ kg/m}$

q_r' : masse métriques des rouleaux supérieurs; $q_r' = 35 \text{ kg/m}$.

q_r'' : masse métriques des rouleaux inférieurs; $q_r'' = 16,67 \text{ kg/m}$.

β : angle d'inclinaison des convoyeurs; $\beta = 30^\circ$

$$F_{1-2} = 12 \cdot 75 (1,1 \cdot 0,04 \cdot \cos 30^\circ + \sin 30^\circ) + 1,1 \cdot 12 \cdot 16,67 \cdot 0,04$$

$$F_{1-2} = 39,47 \text{ da.N.}$$

$$F_{3-4} = 12 (4,75 + 36,2) (1,1 \cdot 0,04 \cdot \cos 30^\circ + \sin 30^\circ) + 1,1 \cdot 12 \cdot 35 \cdot 0,04$$

$$F_{3-4} = 282,90 \text{ da. N}$$

III-5.7. Calcul de la force de commande :

Détermine par la formule suivante:

$$F_0 = F_{1-2} + F_{3-4}$$

F_{1-2} : force de traction du brin vide; $F_{1-2} = 39,47 \text{ da.N.}$

F_{3-4} : force de traction du brin charge; $F_{3-4} = 282,90 \text{ da. N}$

Alors:

$$F_0 = 322,37 \text{ da.N}$$

Afin de trouver les tensions de la bande dans les points caractéristiques des contours on trouve la tension nominale selon les trois (3) conditions.

III-5.7.a. La tension nominale :

$$F_{\min} = (300 \div 400) L \quad [\text{da.N}]$$

Ou :

L : largeur de la bande ; $L = 50 \text{ Cm}$.

$$F_{\min} = 300 \cdot 0,5 = 150 \text{ da.N}$$

III-5.7.b. La force d'adhérence :

Déterminer par la formule suivante :

$$F_{ad} = F_0 \cdot K_r / (e^{f \cdot \alpha} - 1)$$

F_0 : force de commande; $F_0 = 322,37 \text{ da. N}$

K_r : coefficient de réserve de traction; $K_r = 1,35$.

α : Angle d'enroulement. $\alpha = 30^\circ = 0,52 \text{ Rad}$.

f : coefficient de frottement de la bande avec le tambour moteur; $f = 0.2$.

e : base de logarithmes naturels.

D'où:

$$e^{f \cdot \alpha} = 1.109 ;$$

Donc : $F_{ad} = 3992,65 \text{ da. N}$

III-5.7.c. La force minimale selon les flèches admissibles du brin charge :

Détermine par l'expression suivante :

$$F_{\min} = 7,5 \cdot (q_{ch} + q_b) \cdot Lr' ; \quad [\text{daN}]$$

Ou :

q_{ch} : Masse métrique de la charge ; $q_{ch} = 36,2 \text{ kg/m}$.

q_b : Masse métrique de la bande ; $q_b = 4,75 \text{ kg/m}$.

Lr' : L'écartement des rouleaux de support des brins supérieurs ; $Lr' = 70 \text{ cm}$.

$$F_{\min} = 7,5 \cdot (36,2 + 4,75) \cdot 0,7 = 214,99 \text{ da.N}$$

III-5.8. Calcul de la puissance :

La puissance du moteur est exprimée par la formule suivante:

$$P = (F_o \cdot V_{nom} \cdot K_{reg}) / 100 \cdot \eta \quad [Kw]$$

Ou :

F0 : Force de commande; $F0=322,37 \text{ da} \cdot N$

Vn : Vitesse nominale de la bande; $Vn : 0,65 \text{ m/s}$.

Kreg : Coefficient du régime; pour les convoyeurs $K_{reg}=1$.

η : Rendement de la commande; $\eta=0,89$.

$$P=(322,37 \cdot 0,65 \cdot 1)/(100 \cdot 0,89)$$

$$P = 2,35 \text{ KW}$$

Le calcul est vérifié puisque le moteur actuellement utilisé est de puissance supérieure à celle trouvée pour vaincre la rotation de la bande en charge (3,5kw).

III-6. Choix du moteur :

Le choix du moteur dépend de l'égalité $C_{nom} \geq C_{ch}$. Pour cela il faut choisir un moteur qui satisfait les conditions de traction en régime de charge.

Le moteur choisi aux caractéristiques suivantes:

PARAMETRES	VALEUR
Puissance : kw	3,5
Vitesse : tr/m	1460
Tension : V	380
Courant : A	6
Couple nominale : n.m	23
Facteur de puissance : $\cos \varphi$	0,88
Rendement : $\eta\%$	89
Moment d'inertie : kg.m ²	0,05
Coefficient de surcharge	2,9

Tab III.1 : Les caractéristiques du moteur choisi.

Actuellement les moteurs utilisés dans les convoyeurs de la station de concassage sont des moteurs asynchrones à rotor bobiné.

➤ **Les Avantages et Les inconvénients de l'entraînement du transport à rotor bobiné :**

Avantage :

- Possibilité d'obtenir un couple de décollage adapté à la machine entraînée.
- Réduction maximale de l'appelle de courant pendant le démarrage.
- Possibilité de réglage de la vitesse (rhéostat de démarrage).
- Permet des démarrages de longue durée ou fréquents à l'aide de rhéostats appropriés.

Inconvénient :

- Nécessite l'entretien et la surveillance des bagues et balais.
- Risque de masse et de court-circuit augmenté par la présence de poussière graffite métallique des balais.
- Nécessite d'un rhéostat de démarrage (perte d'énergie).
- Le rotor bobiné est plus sensible aux contraintes mécaniques centrifuges que le moteur à cage d'écureuil.
- Prix plus élevé que le moteur à cage.
- Encombrement plus grand que le moteur à rotor en court-circuit. [2]

- Dans la carrière nous avons remarqué aussi l'absence d'une commande automatique de démarrage, et l'automatisation de la marche successive, de ces convoyeurs, ce qui influe par conséquent sur le rendement de ces convoyeurs

III-7. Conclusion :

Vue l'importance de transport par le convoyeur dans l'exploitation des carrières, dans ce chapitre nous avons étudié et vérifié le convoyeur à bande pour choisir les moteurs qui entraîne le tambour de convoyeur, ce dernier est le mécanisme le plus important dans la carrière.

Chapitre IV :

*Etude de l'alimentation
électrique*

IV-1. Introduction :

Le terme d'**alimentation électrique** désigne un ensemble de systèmes capables de fournir de l'électricité aux appareils fonctionnant avec cette énergie. Plus spécifiquement, l'alimentation électrique est l'appareillage qui tire le courant électrique d'un réseau électrique et le fournit, sous une forme appropriée, à un autre appareil: courant, tension et fréquence tels que requis par l'appareil, de façon stable et constante.

L'alimentation électrique de station de concassage **SARL EXTRACTION DE SABLE SAADI ET DEMMANE** ; est basé sur un groupe électrogène entraîné par un moteur diesel.

Les groupes générateurs d'énergie sont, pour des raisons techniques et économiques, rarement placés juste à coté des appareils utilisant l'énergie qu'ils produisent.

IV-2. Groupe électrogène :

Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité.

La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui entraîne un alternateur. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. [7]

Les groupes électrogènes sont utilisés en tant que sources d'énergie électrique autonomes.

- Dans des zones non couplées à un réseau d'énergie. La souplesse de l'installation du groupe électrogène, sa modularité et son coût en font le moyen de production d'électricité (Tab IV.1) idéal pour des zones sous équipées et pour lesquelles l'énergie électrique constitue un facteur de développement incontournable ou pour des régions dont la faiblesse des besoins ne justifie pas la mise en œuvre de moyens plus lourds (réseaux insulaires par exemple) ;
- Pour les systèmes de secours nécessitant une haute qualité de fourniture d'énergie (évacuation de personnes, hôpitaux, etc.). Le groupe électrogène dans ces applications «secours» (Tab IV.1), présente des avantages liés à un large éventail de puissance, la rapidité de sa mise en œuvre et sa capacité à fonctionner pendant de longues périodes ;
- Comme fourniture d'énergie auxiliaire pour limiter la puissance de pointe absorbée sur le réseau d'énergie ;

- Dans les applications embarquées tirant leur énergie d'un moteur thermique afin d'alimenter toutes applications auxiliaires embarquées à énergie électrique, notamment électroniques, de plus en plus nombreuses dans les véhicules modernes. Dans cette catégorie se trouvent les applications «climatisation de bus» ou «camions frigorifiques» particulières par les niveaux de puissances requis de plusieurs kilowatts et qui concernent cette étude. [7]

Vitesse de rotation	Type	Puissances	Applications
3000tr/min	Rapide	Faible	Domestiques Secours
900<N<1800tr/min	Rapide	Moyenne<5000kVA	Production Secours
350<N<900tr/min	Semi-rapide	Forte 4<P<20MVA	Production Secours
N<350tr/min	Lent	Forte	Production

Tab IV.1 : Familles d'application des groupes électrogènes.

Le groupe électrogène comprend deux parties:

IV-2.A. moteur diesel :

Les moteurs Diesel fonctionnent habituellement au gazole, au fuel lourd ou aux huiles végétales. Le moteur Diesel est constitué de pistons coulissants dans des cylindres, fermés par une culasse reliant les cylindres aux collecteurs d'admission et d'échappement et munie de soupapes commandées par un arbre à cames.

Son fonctionnement repose sur l'auto combustion du gazole, fuel lourd ou encore huile végétale brute dans de l'air comprimé du volume du cylindre (environ 35 bar), et dont la température est portée de 600°C à 1500°C environ.

Sitôt le carburant injecté (pulvérisé), celui-ci s'enflamme presque instantanément, sans qu'il ne soit nécessaire de recourir à un allumage commandé par bougie. En brûlant, le mélange augmente fortement la température et la pression dans le cylindre (60 à 100 bars), repoussant le piston qui fournit une force de travail sur une bielle, laquelle entraîne la rotation du vilebrequin (ou arbre manivelle faisant office d'axe moteur).

Typiquement la vitesse d'un moteur diesel associé à un générateur synchrone à quatre pôles est 1500rpm (157.08rd/s) pour un réseau 50Hz et 1800rpm (188.49rd/s) pour un réseau 60Hz. [7]

Toutes les études qui ont été déjà menées sur les groupes électrogènes à vitesse variable ont montré que la consommation de diesel est optimisée et réduite par rapport au groupe électrogène fonctionnant à vitesse fixe.[8]

IV-2.B. Machines synchrones (alternateur sans balais):

Les machines utilisées dans les groupes électrogènes sont ordinairement des machines synchrones à excitation bobinée. Certes, ce type de machine possède un bon rendement et une assez bonne puissance massique mais la fragilité des bagues et balais et son volume font de cette machine une technologie peu utilisée dans les applications embarquées en automobile comparée aux machines à griffes ou aux machines synchrones à aimants permanents. Les solutions exploitant ce type de machine dans l'application visée n'étant pas satisfaisantes, la société Leroy Somer a opté pour des machines à aimants permanents.[8]

➤ Présentation :

La machine synchrone, appelée alternateur si elle fonctionne en génératrice, fournit un courant alternatif. En fonctionnement moteur sa fréquence de rotation est imposée par la fréquence du courant alternatif qui alimente l'induit. [9]

A - Principe de l'alternateur :

Une génératrice synchrone transforme de l'énergie mécanique (T, Ω) en énergie électrique (V, I de fréquence f).

Un aimant tourne à la fréquence n , la spire est traversée par un flux variable $\phi(t)$ d'où la création d'une f.e.m induite $e(t) = - \frac{d\Phi}{dt}$.

La fréquence de cette f.e.m est telle que : $f = n$, soit $\Omega = \omega$ avec Ω vitesse de rotation du rotor (aimant) et ω la pulsation de la f.e.m sinusoïdale induite, en rad / s.

B - Constitution :

L'alternateur possède deux parties principales :

- L'inducteur porté le plus souvent par le rotor.
- L'induit porté par le stator parcouru par des courants alternatifs. [9]

B- a - Inducteur :

Le champ magnétique est créé par un aimant permanent ou par un électroaimant alimenté par un courant continu I_e , appelé courant d'excitation. Le rotor tourne à la fréquence f , et crée un nombre p de paires de pôles.

- si I_e est constant, il crée un champ magnétique B , constant, tournant à la fréquence de synchronisme $n_s = n$. [9]

Rotor à pôles saillants : C'est un électroaimant dont les pôles sont alternativement nord et sud. Les enroulements sont alimentés en courant continu, ils sont placés autour des noyaux polaires. Le nombre de pôles est toujours pair, il varie suivant la machine. [9]

Rotor à pôles lisses ou Turboalternateur : Le rotor est un cylindre plein dans lequel on a usiné des encoches. Il possède le plus souvent deux pôles.

B-b - Induit :

Il est au stator, bobines fixes, le plus souvent triphasé. Il est le siège de f.e.m induites.

Convention générateur

$$P = \sqrt{3}.U.I \cos \varphi$$

φ : déphasage entre V et I .

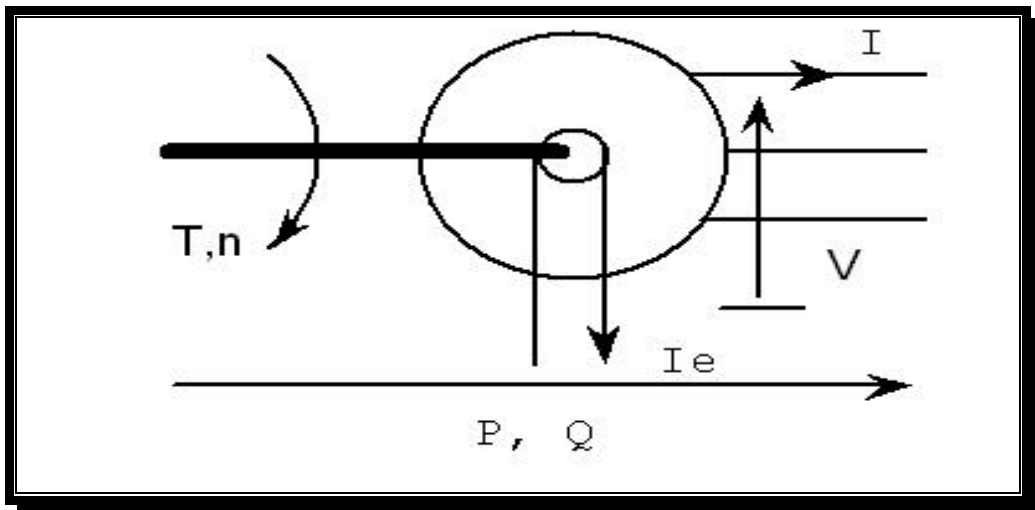


Fig. IV.1 : Machine synchrone (alternateur).

Il est soumis à un flux tournant, il est donc le siège d'hystérésis et de courants de Foucault. Comme pour le transformateur, nous raisonnerons sur un schéma équivalent. [9]

B-c - Utilisation :

La puissance d'un alternateur à pôles saillants va de quelques kilovolts ampères à 250000 kVA. Il est principalement utilisé, dans les centrales hydrauliques, pour la production d'énergie électrique pour le réseau national.

B-d- Symbole :

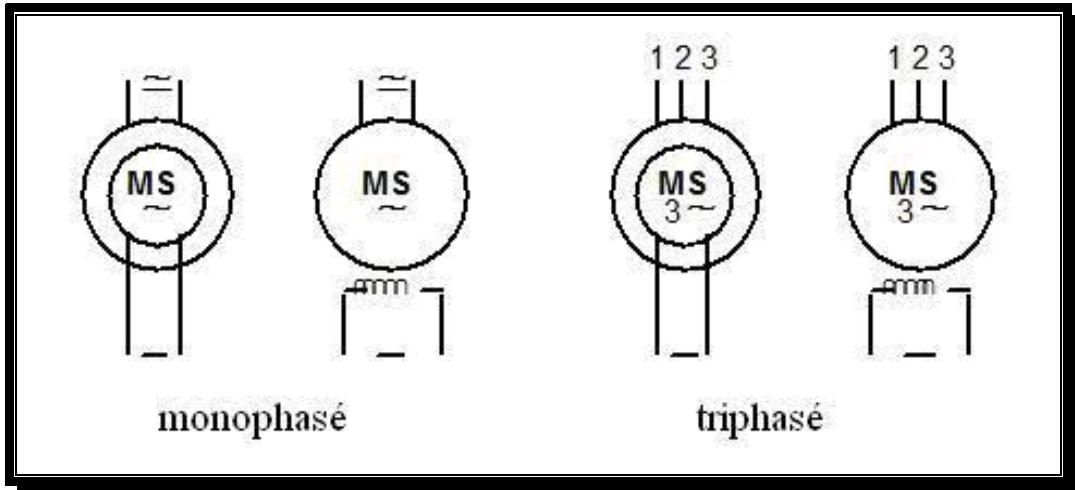


Fig. IV.2 : symbole machine synchrone.

➤ La f.e.m a vide dans un alternateur :

A - Essai à vide :

A-a - Présentation :

Le stator n'est traversé par aucun courant. Le champ tournant est issu de la roue polaire (traversée par un courant d'excitation (I_e), entraîné par un système auxiliaire.

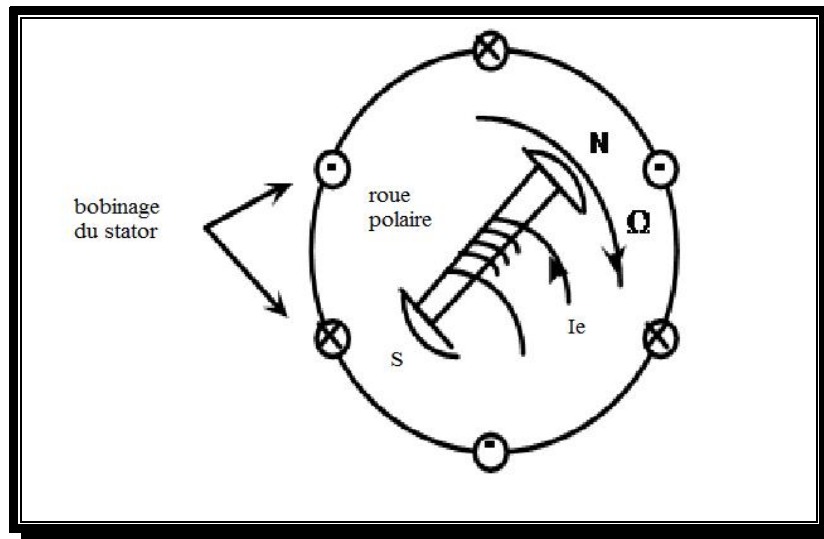


Fig. IV.3 : présentation de la direction de f.e.m dans alternateur.

Nous récupérons trois f.e.m induites sinusoïdales de valeur efficace E_v , aux bornes du stator.

A-b - Caractéristique à vide :

I_e varie par valeurs croissantes puis décroissantes, nous relevons E_v , tension à vide aux bornes d'une phase.

Nous noterons le phénomène d'hystérésis sur la courbe, ainsi que la saturation de la machine.

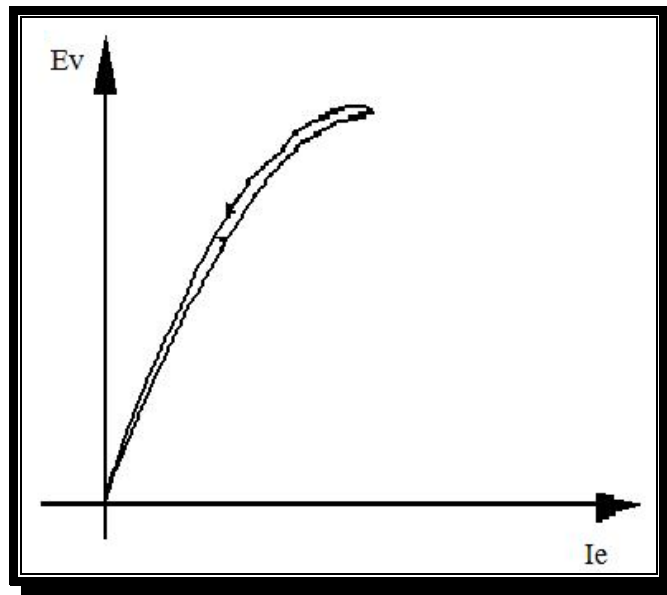


Fig. IV.4 : courbe de phénomène d'hystérésis.

A-c - Idéalisation de la caractéristique à vide :

Nous supposons que la machine n'est pas saturée, seule la partie linéaire de la caractéristique ne sera retenue, pour la suite de notre étude, E_v restera proportionnelle à I_e .

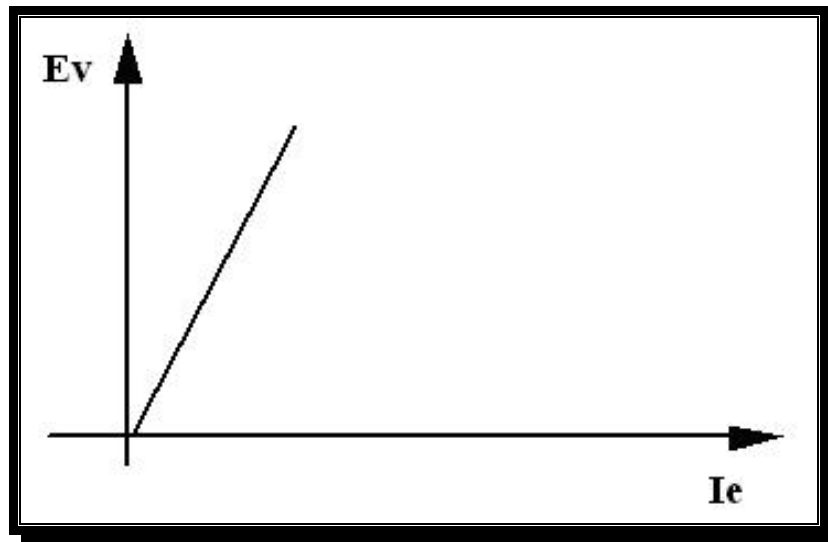


Fig. IV.5 : caractéristique à vide (non saturé).

B - Etude de la f.e.m a vide :

B-a - Valeur théorique :

La f.e.m induite $e_v(t) = E_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\varphi)$.

Est sinusoïdale. Elle est créée par le flux $\phi(t)$ issu du champ magnétique tournant porté par la roue polaire, ce flux a pour expression $\phi(t)$ avec : $\phi(t) = \phi_{\max} \cdot \cos(\omega t)$.

Le stator comporte N conducteurs, donc N/2 spires; ainsi :

$$e_V(t) = -N/2 \cdot d\phi/dt = -N/2 \cdot \omega \cdot \phi_{\max} \cdot \sin(\omega t) = E_V \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$$

La valeur théorique de la valeur efficace de la f.e.m E_V est donc :

$$E_V = -\frac{N}{\sqrt{2}} \cdot \pi \cdot f \cdot \phi_{\max}$$

Cette valeur efficace est celle de la f.e.m à vide aux bornes de l'alternateur monophasé ou bien celle aux bornes d'une phase et du neutre de l'alternateur triphasé. [9]

B-b - Valeur réelle :

En réalité $\phi(t)$ n'est pas vraiment sinusoïdale et les différentes f.e.m ne sont pas en phase. La résultante $e_V(t)$ est le module d'une somme vectorielle. Pour traduire ces imperfections, on introduit un coefficient K qui caractérise la machine. La valeur efficace réelle de la f.e.m à vide s'exprime par la relation :

❖ EN MONOPHASE :

A l'intérieur d'une même spire, les forces électromotrices induites s'ajoutent et les différentes spires sont mises en série : tous les conducteurs sont finalement en série. Pour l'enroulement, on aura donc :

$$E_V = K \cdot f \cdot N \cdot \phi_{\max}$$

Avec :

E_V :	F.e.m induite dans un enroulement	en volts
f :	Fréquence des f.e.m induites	en hertz
ϕ_{\max} :	Flux utile maximal sous un pôle	en webers
N :	Nombre de conducteurs par phase.	
K :	Coefficient de Kapp constant pour un alternateur donné tel que :	

$$K = 2,22 \cdot K_D \cdot K_F$$

K_D : facteur de distribution voisin de 0,7

K_F : facteur de forme voisin de 1,05

❖ EN TRIPHASE :

Trois enroulements monophasés identiques sont décalés d'un tiers de l'intervalle compris entre deux pôles consécutifs de même nom. L'alternateur est ainsi équivalent à trois

alternateurs monophasés identiques que l'on couple soit en triangle soit en étoile. La force électromotrice entre deux enroulements dépend du mode de couplage : la relation précédente donne donc la valeur efficace d'une tension simple si les enroulements sont couplés en étoile, et la valeur d'une tension composée s'ils sont couplés en triangle. [9]

➤ **Alternateur en charge :**

A - Etude en charge :

A-a - présentation :

L'état de l'alternateur est fixé par le point de fonctionnement P, qui dépend de deux paramètres variables et trois paramètres constants $P = f(V ; I ; n ; I_e ; \phi)$

V	tension entre phase et neutre	en volts
I	courant dans un fil de phase	en ampères
n	fréquence de rotation de l'alternateur	en tr / s
I _e	courant d'excitation	en ampères
ϕ	Déphasage entre v et i.	

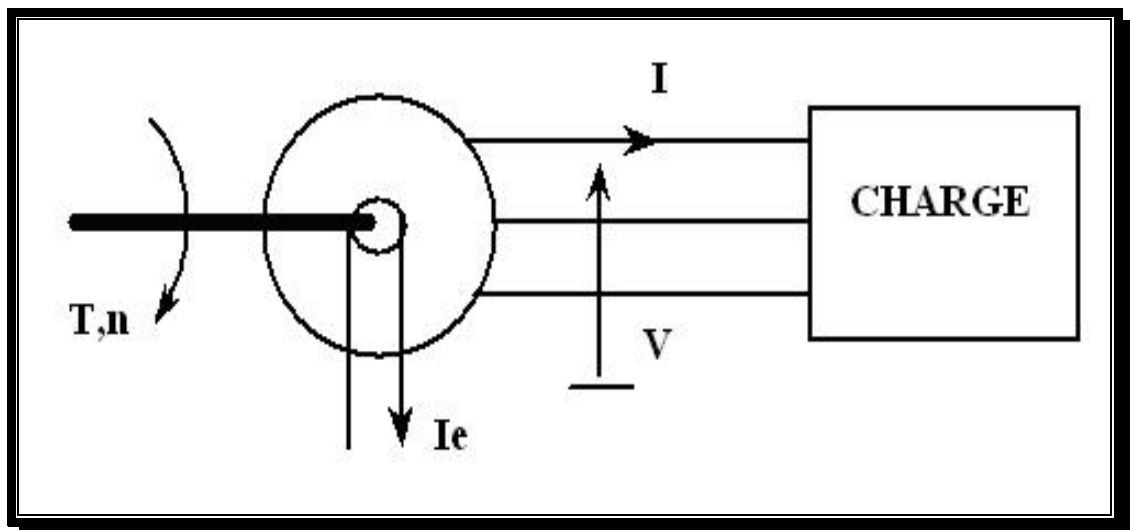


Fig. IV.6 : alternateur en charge.

A-b - Caractéristique électrique $V = f(I)$:

L'alternateur triphasé est entraîné à vitesse constante. Il alimente une charge équilibrée. L'intensité I_e du courant d'excitation est maintenue constante, le déphasage tension courant est imposé par la charge.

Nous remarquons l'effet démagnétisant (qui contraint d'augmenter I_e) d'une charge inductive et l'effet magnétisant d'une charge capacitive.

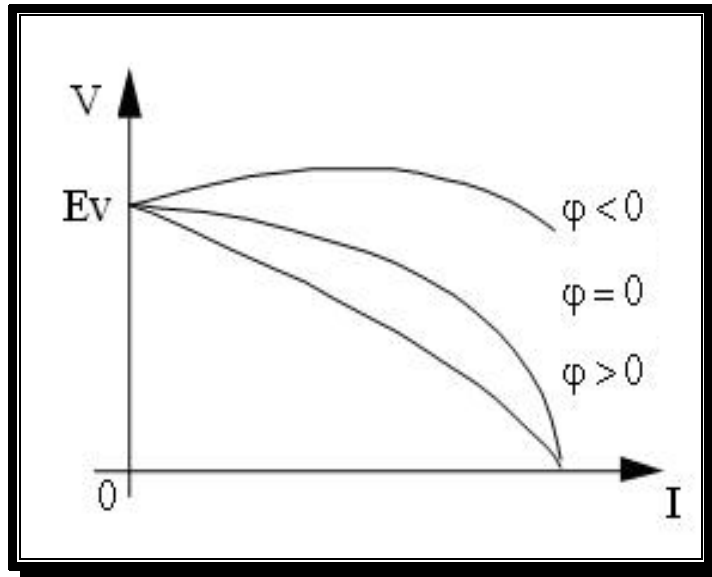


Fig. IV.7 : Caractéristique électrique en charge.

Les chutes de tension sont importantes (20 à 30 fois plus grandes que pour le transformateur) elles ne sont que très partiellement dues aux résistances des enroulements (1 % seulement), la cause principale de ces chutes de tension est l'existence du champ magnétique B_i , créé par le stator. Lorsque l'induit débite du courant, il crée un champ magnétique, appelé **Réaction Magnétique d'Induit**, R.M.I, qui vient modifier le champ issu de l'inducteur. [9]

A-c - Etude de la R.M.I :

L'inducteur, porté par le rotor, crée un flux, $\phi(t)$, à l'origine d'une f.e.m induite E_V au stator (induit). Lorsque l'induit est fermé sur une charge, il est parcouru par des courants sinusoïdaux induits, i_1 , i_2 et i_3 qui vont à leurs tours créer un flux variable $\phi_i(t)$ qui va diminuer considérablement (cas d'une charge R/L) le flux $\phi_{ch}(t)$ résultant, en charge, donc agir sur la f.e.m E_{ch} de la machine. Cette diminution de E_{ch} par rapport à E_V implique une diminution importante de la tension V .

Le flux ϕ crée par l'inducteur, induit : $E_v = -j\omega\phi$

La R.M.I introduit le flux ϕ_i qui induit : $E_i = -j\omega\phi_i$

En charge, la f.e.m est donc donnée pour une machine non saturée par la relation:

$$\underline{E_{ch}} = \underline{E_v} + \underline{E_i}$$

➤ **Bilan des puissances :**

a - Puissance utile :

U : Tension entre deux bornes de phases.

I : Intensité du courant de ligne.

$\cos\phi$: Facteur de puissance imposé par la charge.

$$\text{En monophasé : } P_u = UI \cdot \cos\phi$$

$$\text{En triphasé : } P_u = UI \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi$$

b - Bilan des pertes :

- La puissance reçue :

L'alternateur reçoit une puissance mécanique P_M qui lui est fournie par le moteur d'entraînement :

$$P_M = T_M \cdot \Omega$$

- **Les pertes collectives :**

Ce sont des pertes mécaniques (P_m), qui ne dépendent que de la fréquence de rotation et les pertes dans le fer (P_f), qui ne dépendent que de la fréquence et de la valeur maximale du flux. Ces pertes seront mesurées au cours d'un essai à vide dans lequel la machine tourne à la fréquence de rotation nominale, sous une tension égale à la tension qu'elle aurait en charge. En effet, l'égalité des tensions efficaces entraîne celle des flux.[9]

- Les pertes par effet Joule dans l'inducteur :

U_e : Tension aux bornes de l'inducteur.

I_e: Intensité du courant d'excitation.

$$P_{je} = U_e \cdot I_e$$

- Les pertes par effet Joule dans l'induit :

- **En monophasé :**

r : Résistance de l'enroulement induit.

I : Intensité efficace du courant débité par l'induit.

$$P_j = r \cdot I^2$$

- **En triphasé :**

r : Résistance mesurée entre deux bornes de phase de la machine.

I : Intensité efficace du courant de ligne.

$$P_j = \frac{3}{2} r \cdot I^2$$

- **Rendement :**

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{UI\sqrt{3}\cos\phi}{UI\sqrt{3}\cos\phi + P_m + P_{je} + P_j}$$

IV-3. Réseau électrique :

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Un réseau est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble. [10]

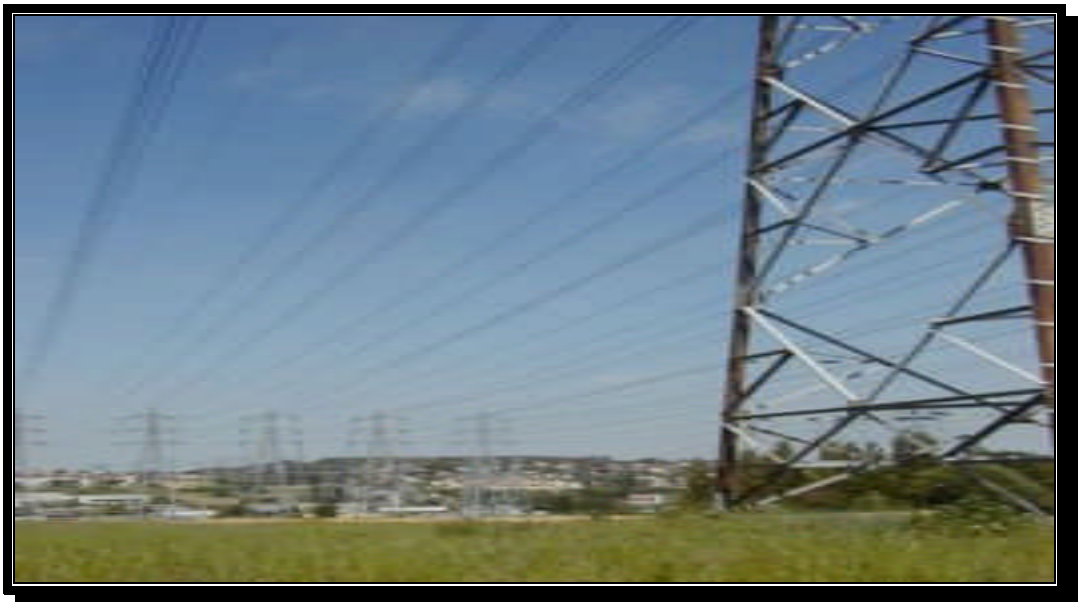


Fig. IV.8 : Nombreuses lignes électriques aux abords d'un poste.

Un réseau électrique est tout d'abord défini par le type de courant électrique qu'il utilise. Une fois fixé, ce choix engage l'avenir et est lourd de conséquences car les modifications sont a posteriori très délicates. Ensuite, lors de l'exploitation des réseaux, certaines grandeurs électriques doivent être surveillées régulièrement pour s'assurer que les conditions d'exploitation sont bien respectées. [10]

IV-3.1. Les catégories des réseaux électriques:

Les réseaux électriques sont découpés en différentes catégories selon leur niveau de tension, comme indiqué au (Tab IV.2).

Appellation actuelle	Ancienne appellation (toujours d'usage)	Niveaux de tension usuels
HTB	Très Haute Tension (THT)	400 000 V
	Haute Tension (HT)	225 000 V
		90 000 V
HTA	Moyenne Tension (MT)	65 000 V 20 000 V
BT	Basse Tension (BT)	380 V (triphase)
		220 V (monophasé)

Tab IV.2 : Niveaux de tension électrique.

Cette classification des réseaux électriques en niveaux de tension permet de séparer les rôles de chacun des acteurs des réseaux électriques en termes de responsabilité sur ces réseaux.

La figure illustre cette distinction des responsabilités à l'égard des différentes parties du réseau électrique national.

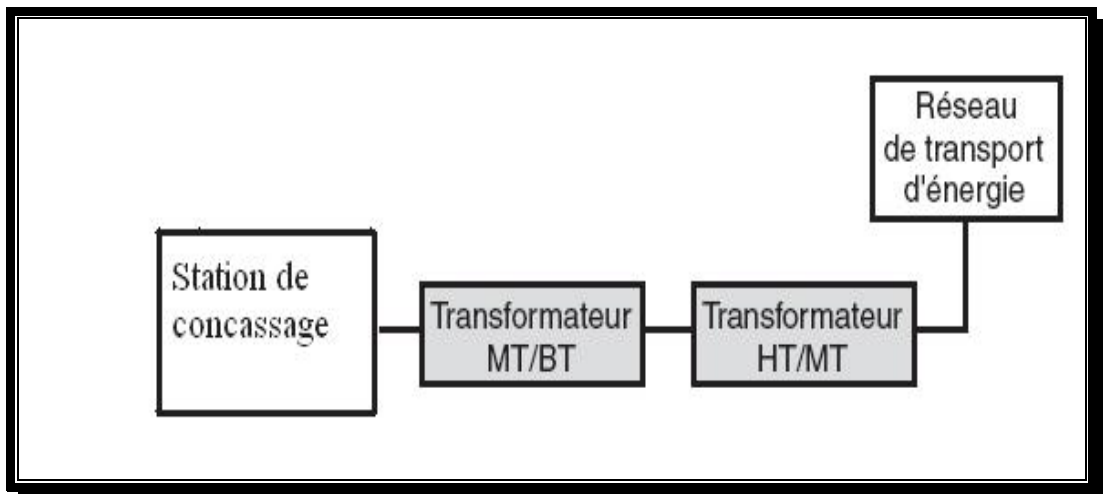


Fig. IV.9 : Les opérations sur le réseau électrique vers la station.

IV-3.2. Modélisation des équipements électriques sur le réseau:

De la même manière qu'il est difficile de modéliser des réseaux électriques, il est difficile de modéliser les équipements électriques branchés sur le réseau électrique. Ces équipements de toutes sortes sont en effet branchés et débranchés de manière aléatoire, modifiant la charge du réseau en permanence.

De plus, les caractéristiques de ces équipements changent au cours de leur vie, des heures de la journée, de leur fréquence d'utilisation, etc., rendant parfois peu fiable cette modélisation. [10]

IV-4. La comparaison économique entre le groupe électrogène et le réseau électrique national :

IV-4.1. Les coûts d'utilisation de groupe électrogène :

Le groupe électrogène utilisé dans la station consomme 120 litres de gas-oil par huit heures, et la station travaillé huit heures en jour; donc le groupe électrogène consommé 3120 litres par un mois, et le coût d'un litre de gas-oil est 13,75DA ; donc le coût de consommation de gas-oil par mois est 42900DA , et pour maintenir le groupe électrogène il faut utilise 15 litres de huile par mois ; et le coût d'un litre d'huile est 200DA donc le coût d'huile par un mois est 3000 DA sans compté l'intervention sur les pannes et les défauts.

Les coûts de groupe électrogène par mois est 45900DA.

IV-4.2. Les coûts d'utilisation de réseau électrique :

Pour utilise le réseau électrique national dans la station de concassage il faut étudier les coûts du couplement et la facture de consommation d'énergie.

Pour ce la nous avons contacté la direction de SONELGAZ au niveau de m'sila pour nous enformé de différents opérations et les informations du coût pour couplée la station au réseau électrique national et la facturation de consommation pour ce la nous avons fait deux jours de stage au l'unité d'étude de SONELGAZ pour attendre cet objectif avec une étude complète et le résumé de cet étude dans les paragraphes suivantes afin de comparait du point vue économique entre le groupe électrogène et le réseau électrique national.

IV-4.2.A. Coût de couplement la station de concassage sur le réseau électrique :

Pour les caractéristiques suivant :

- la longueur entre le réseau M T et la station : 1 Km.
- le poste de transformateur (100KVA).
- un facteur de puissance : $\cos(\varphi)=0,8$.

La facture de couplement d'une station sous réseau dans le tableau suivant :

	Quantité	Prix (DA)
Câble de réseau (3*34,4mm ²)	1000 m	1850000
Equipement de poste	1	65000
Transformateur (100KVA)	1	480000
Totale		2395000
Frais généraux (15%) 1850000+65000		287250
Totale H.T		2682250
T.V.A (17%)		455982.5
T.T.C		3138232.5
Bonus (-10%)		313823,25
Coût Totale		2824409,25

Tab IV.3: les coûts de couplement.

IV-4.2.B. Calcule la facture électrique de station de concassage :

Pour calculer la facture de consommation électrique il faut connaitre les tarifs et les prix de chaque tarif.

IV.4.2.B.a. Les tarifs de un K.W.h par un mois :

La classification des tarifs par le temps de travail :

Dans 24 heures quatre parties :

- ✓ 6 :00 – 17 :00 h. plein.
- ✓ 17 :00 – 21 :00 h. point.
- ✓ 21 :00 - 22 :30 h. plein.
- ✓ 22 :30- 6 :00 h. creuse.

On à trois tarifs elles sont :

E41 : (prix fixe 32200DA).

Nuit (0,85DA) –h. point (7,2DA) – jour (3,56DA)

E42 : (prix fixe 4150DA).

h. point (7,2DA) – h. plein (1,75DA)

E43 : (prix fixe 4150DA).

Nuit (0,85DA) – jour (3,56DA)

IV.4.2.B.b. Calcule la facture électrique de station de concassage par un mois pour le tarif E41:

A cause des heures de travail au niveau de la station (7^h 00 matin jusqu'a 15^h 00 soir) nous avons choisi le tarif E41 pour calculé la facture de consommation.

En cas consommation d'énergie maximas.

compteur	Index premier cadran		Index second cadran		Index troisième cadran	
	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
A.T.T	0	0	0	0	0	16640
R.T.T	0	0	0	0	0	12480
P.M.A	80					

Tab IV.4 : Les nombres apprendre de compteur.

Energies	Consommations		
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran3
Energie Active	0	0	16640
Pertes d'Energie en Charge Active	0	0	665 ,6
Pertes d'Energie avide Active	102	51	154
Energie Réactive	0	0	12480
Pertes d'Energie en Charge Réactive	0	0	0
Pertes d'Energie avide Réactive	0	0	2600

Tab IV.5 : Le différent calcules des énergies.

Energie consommé	Quantité	P.U(DA)	A déduire	A ajouter
Nuit	152	0,85		129,2
Point	51	7,2		367,2
Jour	16794	3,56		59786,64
Facteur de puissance				
Majoration	4160	0,37		1539,2
Puissance mise a disposition	80	32,25		2580
Puissance maximale atteinte	80	128,8		10304
Primes fixes				32200
Montant énergie HT				7483,43
TVA énergie taux	7%			
Location (comptage, transformateur)				17
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				2,89
TVA prestation taux	17%			
Taxe d'habitation				100
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				
TOTAL FACTURE :114509,56DA				

Tab IV.6 : la facture de consommation.

Donc la facture de consommation d'énergie de la station de concassage pour un mois est : sent quatorze mil et cinq sent neuf dinars et 56cst.

Tel que :

- Pertes d'Énergie en Charge Active=4% Énergie consommé.
- Pertes d'Énergie avide Active= 308KWh par mois (donne pour le transformateur 100KVA).
- Pertes d'Énergie avide Réactive= 2600KVAR.
- Facteur de puissance (Majoration)= Énergie Réactive - Énergie Active /2.

Après les calcules et la comparaison nous avons trouvé l'utilisation de groupe électrogène plus économie par rapport le réseau électrique national dans même intervalle de temps de travaille.

IV-5. Conclusion :

Dans ce quatrième chapitre, nous avons étudié l'alimentation électrique, la description du groupe électrogène utilisé, et le réseau électrique national.

Après ça nous avons comparé les coûts d'utilisation de groupe électrogène avec ceux de l'alimentation par réseau électrique national.

Donc on a proposé pour améliorer le rendement de cette station de concassage il faut choisir le réseau électrique national mais aussi changer le temps de travail de tarif plus économique.

Chapitre V :

Sécurité et maintenance

V-1. Introduction :

La sécurité des personnels et la protection des matériels, et la maintenance d'équipement de la carrière jouent un rôle très important dans la continuation de travail, et dans le facteur économique, pour cela nous avons étudié dans ce chapitre la sécurité contre les risques électriques et la maintenance d'équipement.

V-2. Sécurité électrique :

V-2.A. Dangers du courant électrique :

Le courant électrique agit sur le corps de plusieurs façons :

- Tétanisation : contraction musculaire (membres et cage thoracique notamment).
- Brûlure : lésions par effet thermique externes ou internes (les plus graves).
- Action sur le cœur : désorganisation complète (fibrillation ventriculaire)
- Effets secondaires : complications cardio-vasculaires, neurologiques, rénales, etc...

Le danger d'électrocution est lié à l'intensité du courant, à sa nature et à sa durée.

Courant alternatif 50 Hz :

- 1A : Arrêt du cœur
- 75mA : Seuil de fibrillation cardiaque
- 30 mA : Seuil de paralysie respiratoire
- 10 mA : Seuil de non lâcher (tétanisation)
- 0,5 mA : Seuil de perception

Courant continu :

- 130 mA : Seuil de fibrillation cardiaque
- 2 mA : Seuil de perception

NB : la sensibilité du corps humain au courant alternatif diminue avec la fréquence. Elle devient équivalente à la sensibilité en courant continu vers 10 kHz. [11]

Paramètres à prendre en compte dans l'évaluation des risques : l'énergie absorbée par le corps est

$$W = R.I_c^2.t$$

✚ I_c : courant circulant dans le corps.

✚ R : résistance du corps.

✚ t : temps de passage du courant dans le corps.

1) ce n'est pas la tension de contact UC qui en soi représente un danger, mais le courant IC .

La tension découle de la relation $UC = R.I_c$.

2) l'énergie absorbée est proportionnelle au temps pendant lequel le corps est soumis à courant I_c (C'est pourquoi les décharges électrostatiques ou les clôtures électriques, qui mettent en jeu des impulsions courtes de tensions élevées sous des intensités faibles, sont sans danger pour les animaux et les humains).

3) les dispositifs de protection (disjoncteurs, fusibles) sont conçus pour limiter les deux paramètres I_c et t . [11]

- la résistance moyenne du corps humain varie de quelques dizaines de $k\ \Omega$ (Peau secs + mauvais contact électrique) à quelques $k\ \Omega$ (peau humide + bon contact). Par exemple, avec $R = 5000\ \Omega$ sous $230\ V$, I_c vaut $46\ mA$, courant qui n'est supportable que pendant une durée de l'ordre du dixième de seconde tout au plus.

- on définit la tension limite conventionnelle de sécurité UL ou TBT (Très Basse Tension) : c'est la tension de contact UC maximale admissible pendant au moins 5 secondes. [11]

TBT		
UL (volts)		locaux
AC	DC	
50	120	Secs (habitations, ateliers,...)
25	60	Mouillés (extérieur, chantier,...)
12	30	immergés (salles d'eau, piscines,...)

Tab V.1 : la tension limite conventionnelle de sécurité.

tension de contact (AC)	temps de coupure maxi (local sec)
120	0,34s
220	0,17 s
280	0,12 s
350	0,08 s
500	0,04 s

Tab V.2 : Les temps de coupure maximal du dispositif de protection.

V-2.B. Risques électriques :**V-2.B.a. Contact direct :**

Accidents liés à la maladresse et/ou à l'imprudence de l'utilisateur. Dans ce cas, la totalité du courant de fuite traverse le corps humain.

Exemples :

- Toucher entre deux conducteurs actifs
- Toucher entre un conducteur et la terre (cas le plus fréquent). [11]

V-2.B.b. Contact indirect :

Contact avec une masse métallique mise accidentellement sous tension : accidents liés seulement à l'état du matériel employé. Dans ce cas, seule une partie du courant de fuite traverse le corps humain. [11]

Exemples :

- Contact avec une masse métallique mise sous tension par défaut d'isolement
- Contact par l'intermédiaire d'un outil conducteur (ex. : échelle métallique)
- Contact par l'intermédiaire d'un liquide (ex. : uriner sur un câble défectueux, arroser un moteur sous tension)
- Contact accidentel avec une canalisation électrique (ex. : utilisation d'une perceuse). . etc... [11]

V-2.C. Protection contre les risques électriques :**V-2.C.a. Contact direct :****➤ Protection préventive :**

- ✓ Isolation des parties actives
- ✓ Enveloppes, coffrets et barrières
- ✓ Éloignement (ex.: lignes aériennes)
- ✓ Emploi de TBT fournie par un transfo de sécurité

➤ Protection complémentaire :

Disjoncteur différentiel (mise hors tension du circuit dans un temps inférieur à x ms).

- Un dispositif différentiel seul, c'est-à-dire non associé à une prise de terre est dangereux car il ne peut fonctionner. [11]

V-2.C.b. Contact indirect :**➤ Protection préventive :**

- ✓ Emploi de matériel classe II (double isolation)
- ✓ Liaison équipotentielle locale (non reliée à la terre)
- ✓ Séparation électrique (transformateur d'isolement)

➤ Protection complémentaire :

Liaison des masses métalliques à la terre et coupure automatique de l'alimentation.

Les règles de base sont les suivantes :

- ✓ Toute masse doit être reliée à un conducteur de protection (PE) lui-même relié à la terre.
- ✓ Deux masses accessibles simultanément doivent être reliées à une même prise de terre.
- ✓ Coupure automatique de l'alimentation par un dispositif de protection de la partie de l'installation où se produit le défaut, et ce en un temps d'autant plus court que la partie en défaut est portée à un potentiel plus élevé.
- ✓ La connaissance des schémas de mise à la terre est indispensable. [11]

V-2.D. Mesures à prendre en cas d'accident électrique :

Si une personne est soumise à un choc électrique, il faut :

- 1) **Protéger** : couper le courant en manœuvrant l'arrêt d'urgence, l'interrupteur, ou ouvrir les fusibles. Si cela n'est pas possible, le sauveteur doit s'isoler pour dégager la victime.
- 2) **Secourir** : entreprendre la respiration artificielle et éventuellement un massage cardiaque.

-Technique de la bouche à bouche :

✚ **Victime** : tête renversée en arrière au maximum, mâchoire inférieure en avant (dents inférieures en avant des dents supérieures), nettoyage de la cavité buccale si nécessaire (pour cela mettre la victime sur le côté), pour dégager la gorge.

Sauveteur : placé à côté de la victime. Inspire à fond (environ le double de l'inspiration normale)

✚ Inspiration de la victime (expiration du sauveteur): le sauveteur applique la bouche bien ouverte autour de la bouche de la victime et ferme avec sa main le nez de la victime. Puis il souffle : le thorax de la victime doit alors se soulever. 12 à 15 insufflations par minute.

✚ Expiration passive de la victime. Entre chaque insufflation, le sauveteur se redresse à fond.

Pendant cette étape, il ne faut pas fermer le nez de la victime.

3) **Alerter** : téléphoner aux pompiers (14). Ce numéro est d'appel gratuit. [11]

V-2.E. Les techniques de la sécurité :

V-2.E.a. Le système de protection d'une machine contre les risques mécaniques peut être réalisé par :

- ✓ barrières de suppression du risque.
- ✓ protecteurs fixes.
- ✓ protecteurs mobiles.
- ✓ barrières de détection des personnes dans la zone à risque.
- ✓ dispositif optoélectronique.
- ✓ tapis ou bord sensible à la pression.

V-2.D.b. Diverses techniques sont utilisées pour améliorer la sécurité :

- ✓ contrôle de la présence du protecteur.
- ✓ sûreté de fonctionnement de l'arrêt d'urgence.
- ✓ contrôle de la défaillance des éléments de sécurité. [11]

V-2.D.c. Les organes de service :

- ✓ Les commandes des machines devaient être facilement identifiable
- ✓ Les manœuvres doivent être rapides, sûres et sans équivoque
- ✓ Les commandes de mise en marche par interrupteur doivent être remplacées par des systèmes auto-aliments (commandes par impulsion) afin de prévenir les remises en marche intempestives (au rétablissement de la tension).

V-2.D.d. Les couleurs recommandées sont:

- blanc (vert) : mise en marche ou mise sous tension
- noir (rouge) : arrêt ou mise hors tension
- jaune : suppression des conditions anormales
- rouge : arrêt d'urgence

Un marquage est recommandé (1, 0).

✓ Couleurs des voyants :

Couleur	Signification
VERT	Normal
ROUGE	Urgence
BLEU	Obligation
JAUNE	Anormal
Blanc	Neutre




Fig. V.1 : Couleurs des voyants.

✓ Couleurs des conducteurs :

Couleur	Utilisation
NOIR	Circuit de puissance
ROUGE	Circuit de commande (alternatif)
BLEU	Circuit de commande (continu)
VERT JAUNE	Conducteur de protection
BLEU CLAIR	Conducteur de neutre

Fig V.2: Couleurs des conducteurs.

V-2.D.e. Dispositifs de freinage :

Frein à manque de courant Lorsque l'alimentation du moteur est coupée le disque de freinage est plaqué contre les patins sous l'action des ressorts. [2]

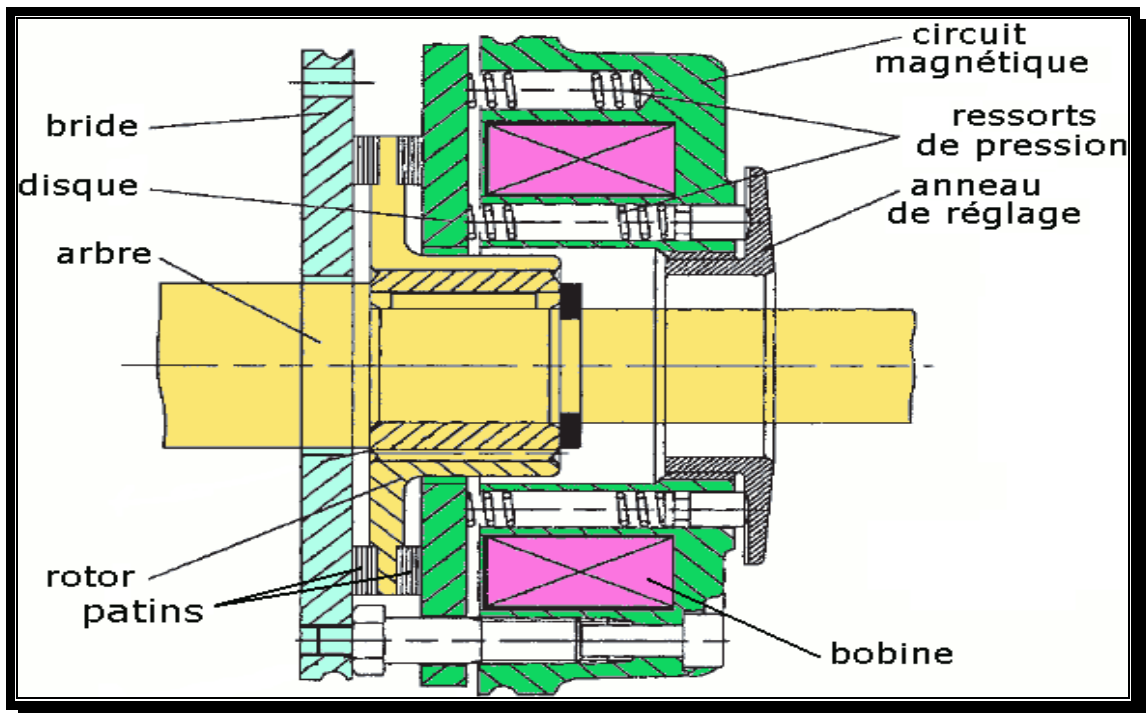


Fig. V.3 : Dispositifs de freinage.

✓ **Avantage :**

- sécurité de freinage en cas de coupure d'alimentation.
- débloqué manuel possible.

✓ **Inconvénient :**

- utilisation d'un moteur frein
- adaptation mécanique importante d'une motorisation standard associée à un module de freinage.[2]

V-3. Maintenance :

La maintenance est une action réalisée par les techniciens de maintenance sur le système pour le remettre en état.

V-3.A. Quelques définitions :**Qualité :**

Degré (ou mesure) avec lequel un produit convient aux besoins du client. La qualité totale est fonction de la qualité du projet, qui mesure la valeur intrinsèque du projet par rapport aux besoins du client, et de la qualité de fabrication, qui mesure la fidélité avec laquelle le produit fabriqué est conforme au projet.[12]

Fiabilité :

Caractéristique d'un dispositif mesurée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un temps donné. [12]

Maintenabilité :

Caractéristique d'un système réparable mesurée par la probabilité qu'un système en panne soit remis en état dans un délai maximal donné, lorsque l'entretien et la réparation sont faits dans des conditions spécifiées. [12]

Disponibilité :

Caractéristique d'un système réparable mesurée par la probabilité que le système fonctionne correctement à un instant quelconque, lorsqu'il est utilisé et entretenu dans les conditions spécifiées. [12]

V-3.B. Notions sur la maintenance :**V-3.B.a. Types d'actions de maintenance :**

On distingue généralement trois types d'actions :

— l'entretien de routine, tel que le graissage ou les réglages simples souvent confiés à l'utilisateur.

— la maintenance corrective ou non programmée, qui a pour but de réparer une panne déclarée.

— la maintenance préventive ou programmée, qui a pour but de prévenir des pannes prévisibles par des remplacements de pièces non encore défectueuses ou des révisions périodiques. [12]

V-3.B.b. Les Politiques de maintenance préventive :

La maintenance préventive permet de remplacer des pièces qui se dégradent par suite d'usure, de fatigue, etc., avant qu'elles ne provoquent une défaillance. Ces pièces présentent un taux de défaillance croissant avec l'âge. La détermination de la durée entre remplacements nécessite la connaissance de la distribution des durées de vie. Elle fait appel à la théorie du renouvellement.

On a le choix entre plusieurs politiques de maintenance préventive. [12]

Les plus fréquentes sont les suivantes :

❖ Dans la maintenance préventive systématique, on fixe les règles strictes pour déterminer les dates de maintenance. Suivant l'importance d'un équipement dans un système, celle-ci peut s'effectuer :

✚ pour un âge fixé de l'équipement : il faut alors disposer d'un moyen pour connaître l'âge de l'équipement durant la vie du système.

✚ pour un âge fixé du système : c'est le cas des révisions des automobiles préconisées par les constructeurs.

✚ à des dates fixes. [12]

Les deux premières sont plus efficaces, mais difficiles à gérer. La troisième se gère bien, mais elle est plus coûteuse en temps et en pièces de rechange.

La maintenance préventive conditionnelle consiste à vérifier périodiquement l'état des pièces qui se dégradent et à n'intervenir que si l'état de dégradation est suffisamment avancé pour compromettre la fiabilité du système. Elle nécessite des moyens de mesure ou de test permettant d'apprécier l'état de dégradation. [12]

L'évolution des capteurs de mesure (par exemple, les capteurs de vibrations) et des dispositifs d'analyse automatique (par exemple, l'analyse des huiles de graissage) associés aux télémesures et aux ordinateurs rendent cette politique plus accessible. Elle est très efficace, mais la gestion des ressources de maintenance est plus difficile et nécessite souvent le recours à l'ordinateur. [12]

Dans la pratique, on est amené, pour réduire les coûts de maintenance et assurer la disponibilité des systèmes, à combiner ces différentes politiques dans le plan de maintenance, par exemple à prévoir une partie des actions de maintenance à dates fixes et à en profiter pour effectuer les vérifications sur les pièces soumises à la maintenance conditionnelle [12]

V-3.C. Maintenance d'équipement électrique :

Pour la maintenance d'équipement électrique, il faut connaître les pointes suivantes:

V-3.C.a. Composants et symboles :

Tous les schémas électriques représentant une installation ou un circuit comportent des symboles spécifiques qui correspondent aux différents composants utilisés.

Ce système donne une représentation réaliste du fonctionnement du circuit ou de l'installation, ce qui est particulièrement utile en cas de dépannage. [12]

Exemple :

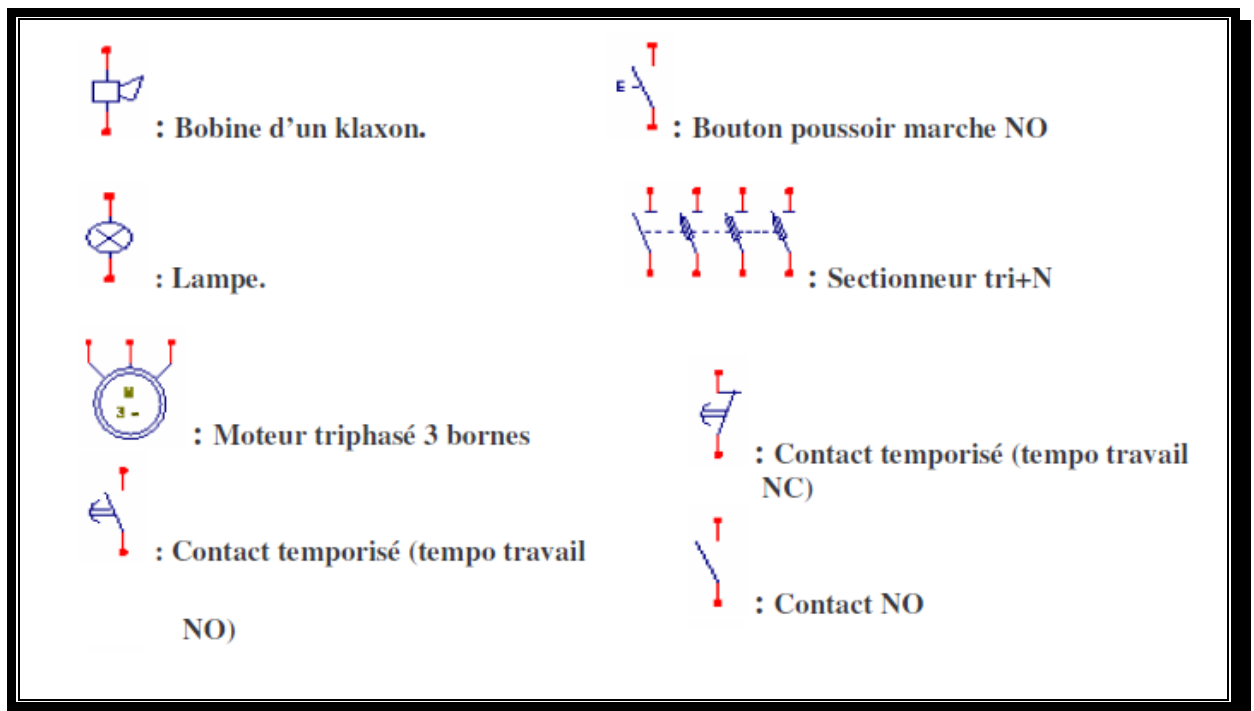


Fig V.5: Composants et symboles.

V-3.C.b. Circuits électriques :

Les circuits électriques permettent de relier entre eux différents équipements électriques, afin de faire fonctionner un appareil électrique.

Les schémas électriques sont généralement classés dans la catégorie circuits de puissance ou circuits de commande.

- ✚ Un circuit de puissance comprend un composant de puissance principal (moteur, génératrice ou autre composant électrique), ainsi que du conducteur pour courant de forte intensité, des contacteurs des dispositifs de protection.
- ✚ Un circuit de commande comprend des interrupteurs, des contacts de champ, des minuteries, des bobines de relais, des dispositifs de protection et des conducteurs pour courant de faible intensité. [12]

V-3.C.c. Lire et interpréter les schémas électriques :

Les schémas électriques peuvent aussi bien représenter une distribution de puissance unifilaire qu'un circuit de puissance ou de commande. Les composants électriques et leurs interconnexions y sont représentés à l'aide de différents symboles.

Des lignes représentant les conducteurs ou les fils électriques sont utilisées pour les interconnexions.

Pour lire et interpréter ces schémas, il est nécessaire de connaître

- ✓ les symboles utilisés pour représenter les composants électriques
- ✓ leurs interconnexions, les légendes, la terminologie et les abréviations
- ✓ la numérotation et la présentation en colonnes de chaque feuille
- ✓ la numérotation des fils et des bornes (il s'agit d'un aspect important de la compréhension des schémas électriques).
- ✓ Tout circuit de puissance doit être équipé d'un mécanisme d'isolement qui inclut généralement des fusibles ou un interrupteur à fusibles. Les schémas contenus dans le présent ouvrage ne représentent qu'un fusible.
- ✓ un interrupteur d'urgence ou un bouton-poussoir doit se trouver près du mécanisme pour isoler positivement le circuit électrique alimentant le mécanisme en cas d'urgence ou d'accident. Le contact normalement fermé du bouton –poussoir doit être connecté en série avec les autres contacts de commande, avec le relais de surcharge par exemple. Les mécanismes du bouton –poussoir doivent être verrouillables et une clé doit permettre de les déverrouiller après que le bouton a été actionné. [12]

V-3.C.d. Utilisation d'un schéma et d'un appareil de mesure pour dépanner les circuits :

En général, on distingue deux parties dans un circuit électrique :

- le circuit de puissance.
- le circuit de commande.

Il est toujours préférable de contrôler le circuit de puissance en premier. Si ce dernier fonctionne, contrôlez ensuite le circuit de commande.

Sur le circuit de puissance, vérifier :

- ✓ La puissance d'alimentation du circuit
- ✓ Le bon fonctionnement des dispositifs
- ✓ La continuité visuelle des câbles
- ✓ L'absence de flash ou d'odeur de brûlé au niveau des dispositifs

Sur le circuit de commande, vérifier :

- ✓ La puissance du circuit
- ✓ Le bon fonctionnement des relais, des minuteriers et des interrupteurs
- ✓ La continuité visuelle des câbles
- ✓ Les interconnexions des fils et le raccordement des bornes du circuit
- ✓ L'ordre opérationnel logique de commutation du contacteur
- ✓ Les paramètres de durée de la minuterie.

Si les critères ci-dessus sont vérifiés et que le moteur (dispositif final) ne fonctionne pas, testez le moteur. [12]

V-3.C.e. Mesures utilisées pour un moteur :

Les mesures effectuées sur un moteur sont les suivantes :

- la température (thermocouple / éléments résistifs /thermistor mesurent la température des enroulements, des paliers, etc.)
- la tension et le courant (voltmètre, ampèremètre, etc.)
- la résistance de bobinage (pont de kelvin, pont de Wheatstone, résistivohmmètre, etc.)
- la vibration (appareil de mesure, de surveillance et d'analyse des vibrations)
- la vitesse (stroboscope, tachymètre, etc.) [12]

V-3.C.f. Défaillances des moteurs et prolongation de leur durée d'utilisation :

Le fonctionnement parfait des moteurs asynchrones au cours de la plus grande partie de leur durée de vie –qui dépasse généralement celle de l'équipement commandé–nécessite plus qu'une maintenance régulière et de routine. Un nettoyage régulier, une lubrification correcte et une maintenance appropriée sont nécessaires pour garantir de façon constante un niveau de performance élevé du moteur. Ce dernier doit être correctement choisi et installé. En effet, la durée de vie utile d'un moteur dépend en grande partie de la qualité de sa maintenance. La maintenance est d'autant plus importante dans le contexte actuel, car les moteurs sont conçus aujourd'hui selon des caractéristiques nominales précises et des paramètres optimisés.par conséquent, tout écart de maintenance des moteurs est susceptible d'affecter leur performance. [12]

V-3.C.g. Le programme de maintenance d'un moteur est le suivant :

1-vérifications périodiques du moteur et alignement précis de l'arbre. Pour les moteurs directement couplés, l'alignement de l'arbre entre la charge et le moteur doit être correct. Dans le cas d'un système à courroie, vérifier l'état et la tension de la courroie.

2-vérification de l'échauffement du moteur. Si le moteur chauffe rapidement, vérifier et nettoyer les filtres à air. Circulation d'air doit être adéquate.

3-nettoyage du moteur. Vérifier l'absence d'impuretés et d'huile.

4-vérification de l'absence d'humidité autour ou à l'intérieure du moteur. L'humidité peut réduire la résistance d'isolement de l'enroulement du moteur. Le moteur doit rester sec le plus possible, à l'intérieur comme à l'extérieur. S'il n'est pas utilisé pendant une longue période, le faire tourner quelques heures pour faire disparaître l'humidité.

5-vérification régulière de l'état du palier. Le palier doit être graissé à l'aide du lubrifiant prescrit. Il est important de rappeler que la lubrification doit toujours être effectuée en quantité adéquate. Un excès ou un manque de lubrifiant peut endommager le système.

6-vérifications de l'absence de bruit anormal ou de vibrations excessives provenant du moteur ou de l'accouplement. Effectuer une analyse des vibrations si nécessaire.

Si les instructions ci-dessus sont suivies, le moteur est maintenu en parfait état. Les moteurs entraînés par des variateurs de vitesse ont des besoins spécifiques pour maintenir une performance correcte (refroidissement spécial, isolation des paliers, utilisation de filtres aux bornes pour absorber les impulsions de tension élevées, etc.).

Dans le cas d'entraînements mis aux normes par le constructeur, il est essentiel de consulter ce dernier pour connaître les mesures supplémentaires recommandées afin d'éviter toute défaillance du moteur. [12]

V-4. Les différents problèmes expriment dans la station de concassage :

De tout étude précédente sur la sécurité et la maintenance nous avons remarqué l'absence total de ces deux technique dans la station en question ce que provoque l'arrêt de production de moment a l'autre et par conséquence sur le rendement de la station exemple l'arrêt d'une heure causé par panne d'un moteur ou mal fonctionnement du rouleaux de convoyeur ou la déchirure de la bande, ou accédant du employeur a cause de l'absence de sécurité.

Et nous avons remarqué :

1. Absence des moyens de protection pour nettoyage et réparer les convoyeurs.
2. Le non-respect de règlement de la sécurité de la personne.

Donc on à proposé quel que remède des problèmes résumé dans le tableau suivant :

Problème	Cause	Remède
Courte durée de vie /surchauffe des pointes	- Interruption de haute intensité	-Remplacer par un dispositif de plus grande dimension. -Vérifier les défauts / niveaux d'intensité de courant.
	-Entrée d'un corps étranger	-nettoyer les contacts au fréon. -Vérifier que l'enveloppe est adaptée aux conditions ambiantes
	-surcharge persistance	-vérifier le courant de charge du moteur. Installer un dispositif de plus grande dimension
Echec de déclenchement	-relais thermiques inappropriés	-appliquer des relais thermiques appropriés
	-Pressions mécaniques, impuretés, corrosion ...	-Nettoyer /supprimer les particules/l'obstruction de façon à rétablir l'état de fonctionnement normal.
	-Contact de relais soudé	-Remplacer le contact ou le relais entier si nécessaire

Tab V.4 : Les différents problèmes.

V-5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné la bonne méthode de sécurité contre les risques électriques et mécaniques, et donné les points très important dans la maintenance d'équipement électrique et la sécurité.

Conclusion générale

Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques dans un large champ, il nous a permis d'avoir une vision claire sur l'utilisation des installations électriques des mécanismes (Moteurs, la armoire, convoyeur,...); ainsi que les problèmes fréquemment recommandés dans la carrière pour lequel le blocage des rouleaux de convoyeur, la déchirure de la bande, les problèmes de la armoire, et aussi l'alimentation électrique dans la carrière parce qu'il joue un rôle important dans la carrière pour diminuer les coûts de produit et transférer le temps de travail pour améliorer le rendement de carrière pourquoi pas travailler dans la nuit à cause du tarif de nuit le plus économique et le besoin croissant et le manque de produit de la carrière dans le marché Algérien à cause des énormes projets qui sont en train de se réaliser dans les années prochaines (autoroute est-ouest, 1 million de logements).

Pour tout ça en premier lieu, on a fait tous les calculs nécessaires de convoyeur pour connaître la puissance d'entraînement exacte de convoyeur pour minimiser le coût supplémentaire provoqué par utilisation des moteurs de puissance supérieure à celle nécessaire pour l'entraînement.

Aussi on propose quelques points nécessaires de sécurité des personnels et des matériels, et la maintenance d'équipement électrique dans la carrière pour le bon fonctionnement dans la carrière.

Enfin on espère que cette étude sera complète et améliorée dans le futur.

BIBLIOGRAPHIE

[1] : Site web : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Carri%C3%A8re_\(g%C3%A9ologie\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Carri%C3%A8re_(g%C3%A9ologie)).

[2] : Thèse d'ingénieur d'état en Electromécanique « ÉTUDE ELECTRIQUE DE LA STATION DE CONCASSAGE 170T/H » (université de m'sila).

[3] : « les engrenages et les trains d'engrenages » lycée général et technologique Vauban, Brest – classe de PTSI –.

[4] : Site web : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Courroie>.

[5] : Louis ADAM : Traitement des problèmes électrotechniques, UNIVERSITE DU TRAVAIL I.E.T.S-P.S

[6] : Cour de commande électrique d'un mécanisme 5^{ème} Année électromécanique.

[7] : Thèse préparée au Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie de l'ENSEEIH Unité Mixte de Recherche N° 5213 au CNRS, Année 2007.

[8] : [http://www.techniques-ingenieur.fr//Convertisseurs et machines électriques](http://www.techniques-ingenieur.fr//Convertisseurs_et_machines_electriques).

[9] : M.BELLIER A.GALICHON, « machine électriques » A L'USAGE DES ELEVES DES LYCEES TECHNIQUE (bac. F3) DES AUDITEURS DES COUR DE PROMOTION DU TRAVAIL ET DES TECHNICIENS DE L'INDUSTRIE 1978.

[10] : Réseaux CPL par la pratique ; X a v i e r C a r c e l l e

Groupe Eyrolles, 2006, ISBN : 2-212-11930-5, ISBN 13 : 978-2-212-11930-5

[11] : « Circuits de puissance et sécurité électrique » <http://www.syscope.net/elec/>.

[12] : Mark Brown , Jawahar Rawtani , Dinesh Patil : maintenance électrotechnique

Dépôt légal juillet 2006.