

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



UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

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

OPTION : COMMANDE ELECTRIQUE

THÈME

AUTOMATISATION D'UNE STATION DE CONCASSAGE

Proposé et dirigé par :

Mr. CHOUAF Fethi

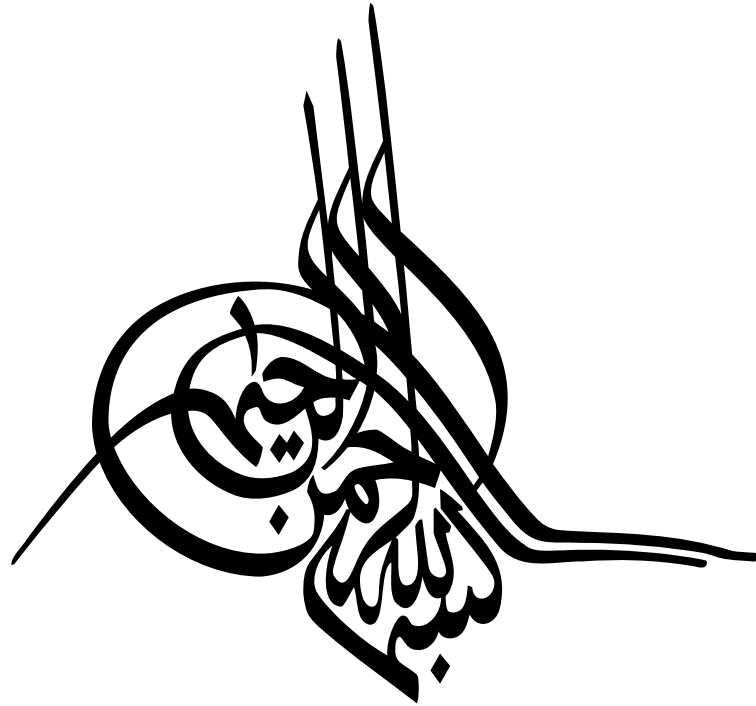
Mr. MESSALTI Sabir

Présenté par :

M'HAMDI Mohamed

BENKACIMI Mustapha

Année Universitaire : 2008 / 2009



AU nom d'Allah

le miséricordieux le très miséricordieux

Dédicaces

Ma raison de vivre, ma vie,
mon amour, mon espoir,

Ma mère

qui à tout fait pour que j y sois arrivée.

A la grande et belle figure de respect et de responsabilité,

Mon père (Ben saoucha)

A, Mes frères et sœurs

Toute Ma famille

Tous Mes amis

A tous, je dédié cette mémoire

Mohamed M.

Dédicaces

Je dédie cette mémoire

A ma chère mère, pour ses sacrifices depuis qu'elle mis au monde,

A mon père, qui m'a toujours soutenu et aidé à affronter les difficultés,

A mes chers frères et mes soeurs, à toute ma famille

A tous mes amis

Mustapha. B

Remerciements

∞ مَنْ لَا يَشْكُرُ النَّاسَ لَا يَشْكُرُ اللَّهَ /

☞ Nous tenons à remercier en premier lieu, le bon dieu qui nous a accordé la volonté et le courage pour la réalisation de ce projet.

☞ Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Monsieur; **Chouaf Fethi** et **Messalti Sabir**, pour ses précieux conseils, ses encouragements, son soutien continu et sa disponibilité.

☞ Nos sincères remerciements aux messieurs les membres du jury qui ont bien voulu consacrer de leur temps à l'examen et l'étude de notre travail et pour l'honneur qu'ils nous ont fait en participant au jugement de ce travail.

☞ Nous associons volontiers à ces remerciements, M^{rs}. **Moufdi Hadjab** et **Salim Djeriou**, **Redouane Sadouni**, [Magisters], avec Mr. Attalaoui Nouredine, [Ingénieur] et M^{lle}. Radia, [Licence français], qui nous a aidé dans notre travail et qui nous a porté le soutien de leurs sympathies.

☞ Sans oublier les employeurs de la station et de l'Usine TAOUAB: M^{rs}. Saad Azouz, Saïd, Kamel Souiker, Mohamed Chettah, pour ces sacrifices et toutes les choses qu'ils nous ont données pendant notre stage.

☞ A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail, nous aimerions leur dire merci.

☞ Enfin, nous ne pouvons pas terminer ces remerciements sans une pensée à l'ensemble de nos enseignants qui sont à l'origine de nos savoirs.

Sommaire

	INTRODUCTION GENERALE	1
	CHAPITRE I: PRESENTATION DES ENTREPRISES	
I.1	Introduction	3
I.2	Présentation d'une plâtrière TAOUAB «USINE AVT»	3
	I.2.1 Désignation du bien-fonds	3
	I.2.2 Situation:	4
	I.2.3 Superficie totale	4
	I.2.4 Forme géométrique	4
	I.2.5 Nature juridique et fondement de la propriété	4
	I.2.6 Description et composantes du bien fonds	4
	I.2.7 Bâtiments	4
	I.2.7.1 Bloc administratif	4
	I.2.7.2 Bloc restaurant + vestiaire + sanitaire:	4
	I.2.7.3 Hangar en charpente métallique (atelier de réparation du matériel):	4
	I.2.7.4 Poste de police	4
	I.2.7.5 Unité de production de Gypse	4
	I.2.7.5.1 Unité de préparation de gypse	4
	I.2.7.5.2 Unité Salle de commande des machines	5
	I.2.7.5.3 Unité de production et d'ensachage	5
	I.2.7.6 Nouveau hangar construit en charpente métallique	5
	I.2.8 Eau et aménagements	5
	I.2.8.1 Ressources en eau:	5
	I.2.8.2 Les Murs	5
	I.2.9 Le produit obtenir	5
	I.2.10 Inventaire physique des équipements et machines « usine AVT »	5
I.3	Présentation de la S.A.R.L SALAMANI	5
	I.3.1 Désignation du bien-fonds:	5
	I.3.2 Situation	6
	I.3.3 Superficie totale	6
	I.3.4 Forme géométrique	6
	I.3.5 Bâtiments	6
	I.3.5.1 Bloc administratif	6
	I.3.5.2 Bloc restaurant + vestiaire	6
	I.3.5.3 Poste de police: Surface bâtie	6
	I.3.6 Le produit obtenir	6
I.4	Conclusion	7
	CHAPITRE II IDENTIFICATION DES DIFFERENTES MACHINES	
II.1:	Introduction	9
II.2	Processus de production de Ballaste "Gravier" (station SALAMANI)	9
II.3	Identification des différentes machines de la station du SALAMANI	10
	II.3.1 Alimentateur vibrant	10
	II.3.1.1 Caractéristique	11

	II.3.1.2 Caractéristique techniques d'alimenteur vibrant	11
	II.3.2 Convoyeur à Bande	11
	II.3.2.1. Caractéristique technique	12
	II.3.3 Concasseur à Mâchoire	13
	II.3.3.1 Principe de fonctionnement	13
	II.3.3.2 Caractéristiques	13
	II.3.3.3 Caractéristique technique de concasseur à mâchoires	14
	II.3.4 Concasseur à cône (ressort) série PY	14
	II.3.4.1 Caractéristiques	15
	II.3.4.2 Structure et principe de fonctionnement	15
	II.3.4.3 Caractéristique technique de concasseur à cône	16
	II.3.5 Crible Vibrant	16
	II.3.5.1 Caractéristiques Crible Vibrant	17
	II.3.5.2 Principe de fonctionnement	17
	II.3.5.3 Caractéristique technique du crible vibrant	18
II.4	Identification des différentes machines de l'unité de concassage du TAOUAB	18
	II.4.1 Unité de concassage dans l'usine TAOUAB	18
	II.4.1.1 Concasseur à Mâchoires	19
	II.4.1.2 Concasseur à cylindres dents	20
	II.4.1.3 Elévateur à godets	21
	II.4.1.3.1 Caractéristique	21
	II.4.1.3.2 Avantages	21
	II.4.2 Autre machines	22
	II.4.2.1 Four rotatif	22
	II.4.2.2 Brûleur	22
II.5	Modélisation du processus de fabrication de ballaste	23
II.6	Procédé de fabrication du Plâtre "Gypse"	24
	II.6.1 Géologie	24
	II.6.2 Procédé de fabrication	25
	II.6.2.1 Extraction	25
	II.6.2.2 Sélection	25
	II.6.2.3 Concassage primaire	25
	II.6.2.4 Stockage	25
	II.6.2.5 Tamissage(criblage)	25
	II.6.2.5 Cuisson	25
	II.6.2.7 Broyage	26
	II.6.2.8 Mélange	26
	II.6.2.9 Tests	26
	II.6.2.10 Emballage	26
II.7	Conclusion	28

CHAPITER III: ETUDE ELECTRIQUE		
III.1	Introduction	30
III.2	La naissance d'un poste	30
III.3	Etude de projet	31
	III.3.1 Réalisation	32
	III.3.2 Mise en service	32
III.4	Different types des postes MT/BT	33
	III.4.1 Les postes d'extérieur	33
	III.4.1.1 Poste sur poteau	33
	III.4.1.2 Postes sur skid	33
	III.4.2 Les postes d'intérieur	34
	III.4.2.2 Les postes à livraisons	35
	III.4.2.2.1 Postes livraison à comptage BT ($S \leq 630\text{kva}$)	35
	III.4.2.2.2 Postes livraison à comptage MT spécifique ($S > 630\text{KVA}$)	35
	III.4.2.2.2.1 Postes livraison à protection par fusibles (QM)/ (PM) ($I < 45\text{A}$)	36
	III.4.2.2.2.2 Postes livraison à protection par disjoncteur MT ($I > 45\text{A}$)	36
	III.4.2.3 Les postes mixtes	37
III.5	Composition des postes MT/BT	37
	III.5.1 Définition des différentes cellules	37
	III.5.1.1 Identification des cellules	38
	III.5.1.2 Choix des fusibles	39
III.6	Prise en main du logiciel ECODIAL	40
	III.6.1 Fonctions d'ECODIAL	40
	III.6.2 Présentation de ce document	40
	III.6.3 Lancement de l'application	40
	III.6.4 Définitions des caractéristiques électriques générales du réseau	40
	III.6.5. Description de l'interface graphique	41
	III.6.6 Réalisation du schéma unifilaire	42
	III.6.6.1 Mise en place des symboles électriques	42
	III.6.6.2 Bilan de puissance	44
	III.6.7 Les résultats obtenu par logiciel ECODIAL	47
	III.6.7.1 Transformateur	47
	III.6.7.2 Les Moteurs	47
	III.6.7.3 Jeu de barres	48
	III.6.7.4. Les câbles	48
III.7	Choix des appareillages électriques	50
	III.7.1 Fonctions de base des appareillages électriques	50
	III.7.2 Les appareillages électriques	50
	III.7.2.1 Le sectionneur	50
	III.7.2.2 L'interrupteur	50
	III.7.2.3 Le Fusible	50
	III.7.2.3.1 Fusible gG	51
	III.7.2.3.2 Fusible " Moteur" type aM	51
	III.7.2.4 Le disjoncteur	51
	III.7.2.5 Le déclencheur	51
	III.7.2.6 Le pouvoir de coupure	51
	III.7.2.7 Le contacteur	51
	III.7.2.8 Association avec un contacteur	52

	III.7.2.9 Les relais	52
III.7.3	Choix du disjoncteur	52
	III.7.3.1 Critères de choix des disjoncteurs	52
III.7.4	Choix du Contacteurs	52
	III.7.4.1 Catégorie d'emploi	53
	III.7.4.1.1 Courant alternatif	53
	III.7.4.1.2 Courant continu	53
III.7.5	Choix des Relais	53
	III.7.5.1 Protection par relais thermique	54
	III.7.5.2 Protection par relais à sondes PTC	54
	III.7.5.3 Protection par relais de sur-couple	54
	III.7.5.4 Protection par relais multifonction	54
	III.7.6 Choix des interrupteurs	55
	III.7.7 Choix d'un dispositif de protection	55
III.8	Choix d'un démarreur	56
	III.8.1 Démarrage statorique	57
	III.8.2 Tension réduite par auto-transformateur	58
	III.8.3 Démarrage rotorique	58
	III.8.4 Les démarreurs électroniques	58
	III.8.5 Démarrage direct	59
	III.8.5.1 Circuit de puissance	59
	III.8.5.2 Circuit de commande	60
	III.8.5.3 Principe de fonctionnement	62
	III.8.5.3.1 Circuit de puissance	61
	III.8.5.3.2 Circuit de commande	61
	III.8.5.4 Protection	61
	III.8.5.5 Avantages	61
	III.8.5.6 Inconvénients	61
	III.8.6 Démarrage étoile-triangle à deux sens de marche	62
	III.8.6.1 Circuit de puissance	62
	III.8.6.2 Circuit de commande	63
	III.8.6.3 Principe de fonctionnement du circuit de puissance	64
	III.8. 6.4 Principe de fonctionnement du circuit de commande	64
	III.8.6.5 Les avantages	64
	III.8.6.6 Les inconvénients	64
III.9	Conclusion	65
	CHAPITRE IV: DIAGRAMME FONCTIONNEL GRAFCET	
IV.1	Introduction	67
IV.2	Historique	67
IV.3	Domaine d'application du GRAFCET	67
IV.4	Définition du GRAFCET	69
	IV.4.1 Etape	70
	IV.4.2 Action associée à une étape	70
	IV.4.3 Transition	70
	IV.4.4 Réceptivité associée à la transition	71
	IV.4.5 Liaisons orientées	71
IV.5	Structure de base	71
	IV.5.1 Séquence unique	71
	IV.5.4 Saut d'étape	72
IV.6	Classification des actions	72

	IV.6.1 Action continue	72
	IV.6.2 Action retardée	73
	IV.6.3 Action limitée dans le temps	73
IV.7	Règles d'évolutions	73
	IV.7.1 Règle N°1 : initialisation	73
	IV.7.2 Règle N2:franchissement d'une transition	74
	IV.7.3 Règle N 3: évolution des étapes actives	74
	IV.7.4 Règle N°4: Evolutions simultanées	74
	IV.7.5 Règle N°5: Activations et désactivations simultanées d'une même étape	75
IV.8	Les Macro étapes	75
IV.9	GRAFCET hiérarchisés	76
	IV.9.1 Définitions	76
	IV.9.2 Fonctionnement	76
IV.10	Séquenceur	78
IV.11	Définition d'un cahier de charge fonctionnel :	79
IV.12	Conclusion	80
CHAPITRE V: AUTOMATISATION DE LA STATION		
V.1	Introduction	83
V.2	Que signifie le concept automate programmable ?	83
V.3	Comment l'automate commande-t-il le processus ?	84
V.4	Comment l'automate reçoit-il les informations sur les états du process- us?	84
V.5	Configurations matérielles et logicielles requises	85
V.6	Présentation de l'automate	85
	V.6.1 Choix d'automate	85
	V.6.2. Automate S7- 300	86
	V.6.3 Architecture de l'automate S7-300	86
	V.6.3.1 Eléments principaux	86
	V.6.3.2. Alimentations(PS) « Power Supply »	87
	V.6.3.3 Unité centrale(CPU)	87
	V.6.3.4 Module de signaux (SM) « Signal Modules »	88
	V.6.3.5 Modules de fonction (FM) « Function Modules »	88
	V.6.3.6 Modules de communication (CP) « Communication Processors »	88
	V.6.3.7 Carte couplage (IM) « Interface Modules »	88
V.7	Représentation de logiciel step7	88
V.8	Les langages de programmation nécessaire	89
	V.8.1 CONT (Schéma à CONTACT)	89
	V.8.2 LIST (LISTe d'instructions)	89
	V.8.3 LOG (LOGigramme)	90
	V.8.4 SFC (Sequential Function Chart)	90
V.9	Présentation de console de programmation	90
V.10	Les étapes de programmation	91
	V.10.1 Configuration du matériel	91
	V.10.2 Mnémoniques	92
	V.10.2.1 Utilisation de mnémoniques globales	92
	V.10.2.2 Utilisation de mnémoniques locales	93
	V.10.3 Adressage absolu et adressage symbolique	93
	V.10.3.1 Adresse absolue	93
	V.10.3.2 Adressage symbolique	93
V.11	Programmation	93
	V.11.1 Bloc d'organisation (OB)	94

	V.11.2 La fonction (FC)	94
V.12	Automatisation du station d concassage	95
	V.12.1 Schéma synoptique de l'installation	95
	V.12.2 Descriptif de la structure de commande	95
	V.12.3 Descriptif de l'écran de visualisation et de son utilisation	96
V.13	Solutions GRAFCET	97
	V.13.1 Hiérarchie des GRAFCET	97
	V.13.2 GRAFCET de sécurité	98
	V.13.3.GRAFCET de coordination des tâches	99
	V.13.4.GRAFCET de Conduite et Initialisation	99
	V.13.5.GRAFCET deproduction normale (GPN)	100
V.14	Conversion écriture Grafcet en langage LD	101
	V.14.1 Programme de Grafcet de sécurité	101
	V.14.2 Programme de Grafcet de conduite et initialisation	102
	V.14.3 Programme de Grafcet de coordination de tache concassage	103
	V.14.4 Programme de Tache concassage	104
V.15	Recensement des Entrées et des sorties	117
	V.15.1 Les Entrée	117
	V.15.2 Les Sorties	118
V.16	Conclusion	119
	Conclusion générale	120
	Bibliographies	121

Introduction générale

Depuis des temps immémoriaux, l'homme a cherché à réduire ses efforts lors de ses activités de production mais aussi à améliorer et produire en grande quantité. L'automatisation des systèmes de productions est une des principales techniques qui permet de concrétiser ses objectifs.

Le mémoire ci présent vient pour conclure deux mois de stage au sein de la station du SALAMANI et un mois au sein de l'usine TAOUAB à la wilaya de M'SILA.

Notre étude nous a permis d'analyser et de comprendre l'implantation de l'installation électrique avec la réalisation et l'exploitation des automatismes industriels à l'aide des logiciels techniques «ECODIAL» et «STEP7» qui doivent être convenablement choisis et utilisés, en vue de remplir certaines fonctions.

Nôtre mémoire comporte cinq chapitres dont nous présentons brièvement les lignes principales ci-après:

- ✓ Un premier chapitre, dont le but est parle sur la présentation de chaque société Nous évoquerons ensuite la situation géographique, description les carrières de station SALAMANI et l'usine TAOUAB.
- ✓ Le deuxième chapitre sera consacré aux identifications de toutes machines utilisées dans le concassage
- ✓ Au troisième chapitre, nous donnerons une description globale sur les poste MT /BT puis études électriques de station SALAMANI avec logiciel ECODIAL, avec les différentes choix des dispositifs électrique.
- ✓ Quant au quatrième chapitre, il sera consacré aux GRAFCET.
- ✓ Finalement dans le cinquième chapitre on donnera une solution pour automatiser la station, en utilisent logiciel STEP7.

PRÉSENTATION DES ENTREPRISES

I.1 : INTRODUCTION

I.2 : PRESENTATION D'UNE PLATRIERE TAOUAB «USINE AVT»

I.3 : PRESENTATION DE LA S.A.R.L SALAMANI

I.4 : CONCLUSION

I.1 Introduction

Pour l'importance du ballaste (gravier), sable, pierre taillé, plâtre (gypse), et leur utilisation nombreuse dans notre vie on a aimé d'étudier et analyser tous les étapes pour l'en obtenir. Au de là nous avons fait deux stages l'une au sien de la station de concasseur (SALAMANI) et l'autre au sien de l'usine (TAOUAB) à boussaada.

Et pour cela il nous faut premièrement connaitre la situation géographique et les carrières de chaque entreprise

Ce chapitre se consiste essentiellement de la situation géographique et la description générale des biens fonds de chaque société.

I.2 Présentation d'une plâtrière Taouab «USINE AVT»

I.2.1 Designation du bien-fonds

Le bien fonds dont s'agit appartient à La SARL TAOUAB sis à EL Hamel, route de M'djedel (Wilaya de M'sila), consistant en une unité de production de plâtre, édiflée sur un terrainsitué dans la zone d'Eldjebès commune d'EL Hamel (Daïra de Boussaâda, Wilaya de M'sila) [9].



▲ Figure(I.1) Usine Taouab par Google Earth

I.2.2 Situation: Zone D'Eldjebès, route de M'djedel (Wilaya de M'sila);

I.2.3 Superficie totale: 17950 m²;

I.2.4 Forme géométrique: Uniforme.

I.2.5 Nature juridique et fondement de la propriété

L'unité dont s'agit appartient à La S.A.R.L TAOUAB propriétaire sis à El Hamel Bou-Saada (Wilaya de M'sila) de la façon suivante:

Le terrain appartient au groupe communal N°04 selon le plan du conseil des notables du douar El Hamel, de surface dix sept mille neuf cent cinquante mètres carrée (17950 m²).

Le terrain est devenu propriété de l'unité SARL TOUAB par achat auprès de la direction des biens de l'état de la wilaya de M'sila par acte administratif de désistement, rédigé par la direction des biens de l'état de la wilaya de M'sila en date du vingt huit janvier deux mille trois(28/01/2003) sous le N°03, enregistré et publié à la conservation des hypothèques de Boussaâda sous le dépôt N°06-192 en date du 08/06/2003, volume 44 Folio N°30,[9].

I.2.6 Description et composantes du bien fonds

L'unité objet de cette évaluation est située à El Hamel sur la route de M'djedel (Wilaya de M'sila), occupent une superficie totale de dix sept mille neuf cent cinquante mètres carrée (17950m²) et possède les infrastructures suivantes,[9]:

I.2.7 Bâtiments

I.2.7.1 Bloc administratif:

Construit en dur sur R.D.C. Superficie couverte: 305,53m².

I.2.7.2 Bloc restaurant + vestiaire + sanitaire:

Construit en dur sur R.D.C. Surface bâtie: 224.31m².

I.2.7.3 Hangar en charpente métallique (atelier de réparation du matériel):

Surface couverte: 249.60m² Hauteur sous plafond: 5.50m.

I.2.7.4 Poste de police:

construit en dur sur (R.D.C+1) Surface bâtie: 39.81m².

I.2.7.5 Unité de production de Gypse:

Composée de trois grandes parties, [9].

I.2.7.5.1 Unité de préparation de gypse: composée deux zones:

✓ **Zone (1) de concassage: occupe** une superficie de 55m², réalisée en dur (la Couverture en charpente métallique).

✓ **Zone (2):** occupe une surface de 173.75m², réalisée en dur. Abrite les tapis roulants, les vibreurs, l'élévateur à godet et le silo de stockage de la matière première brute.

I.2.7.5.2 Unité Salle de commande des machines:

Occupe une superficie de 36m², réalisée en dur.

I.2.7.5.3 Unité de production et d'ensachage:

Abrite tous le matériel nécessaire pour la calcination et l'ensachage du plâtre. Surface bâtie: 291m² et Hauteur sous plafond: 14m, Réalisée en dur, la couverture en charpente métallique.

I.2.7.6 Nouveau hangar construit en charpente métallique:

Superficie couverte: 1600m² Hauteur sous plafond: 6.20 m

I.2.8 Eau et aménagements

I.2.8.1 Ressources en eau:

- ✓ Un forage de puits: profondeur 120 m
- ✓ Bassin de stockage des eaux (ouvert): contenant une citerne métallique de capacité 60.000 litres.

I.2.8.2 Les Murs

Mur de clôture en maçonnerie de 20cm d'épaisseur, et de 575m de longueur hauteur moyenne de 3.00m, [9].

I.2.9 Le produit obtenir

Le produit obtenu est plâtre, Le plâtre est une matière de construction très utilisable, il est obtenue à partir de roche plâtre, il utilise a la plate interne de mur et au plafond, [9].

I.2.10 Inventaire physique des équipements et machines « usine AVT »

La liste nominative des équipements est introduit car les référence de ces derniers sont utilise dans la solution Grafcet et programmation, voir l'annexe, [9].

I.3 Présentation de la S.A.R.L SALAMANI

I.3.1 Désignation du bien-fonds:

Le bien fonds dont s'agit appartient à La SARL Salamani sis à Bou-Saada, route de Sidi Amer (Wilaya de M'sila), consistant en une station de concassage, édiflée sur un terrain situé dans la zone Nouvelle ville commune de Bou-Saada (Daira de Boussaâda, Wilaya de M'sila).



▲ **Figure(I.2) Station Salamani par Google Earth**

I.3.2 Situation: Zone Nouvelle ville, route de Sidi Amer (Wilaya de M'sila);

I.3.3 Superficie totale: 11530 m²;

I.3.4 Forme géométrique: Uniforme.

I.3.5 Bâtiments

I.3.5.1 Bloc administratif: Superficie couverte: 40 m².

I.3.5.2 Bloc restaurant + vestiaire: Surface bâtie: 78m².

I.3.5.3 Poste de police: Surface bâtie: 15m²

I.3.6 Le produit obtenir

Le produit obtenu est ballaste (gravier), Le gravier est une matière de construction triée utilisable, il utilise aux différents domaines de l'entreprises (les bâtiments, chemin, maçonnerie,.....).

I.4 Conclusion

Au cours de ce stage, nous avons l'opportunité de découvrir un métier sous toutes ses formes et de comprendre de manière globale et nous avons vu les différentes machines qui sont utilisées dans les deux sociétés dont on va les étudier en détaille dans le chapitre suivant.

IDENTIFICATION DES DIFFERENTES MACHINES

II.1 : INTRODUCTION

II.2 : IDENTIFICATION DES DIFFERENTES MACHINES DE LA STATION DU SALAMANI

II.3 : IDENTIFICATION DES DIFFERENTES MACHINES DE L'UNITE DE CONCASSAGE DU TAOUAB

II.4 : PROCESSUS DE PRODUCTION DE BALLASTE "GRAVIER" (STATION SALAMANI)

II.5 : MODELISATION DU PROCESSUS DE FABRICATION DE BALLASTE

II.6 : PROCEDE DE FABRICATION DU PLATRE "GYPSE"

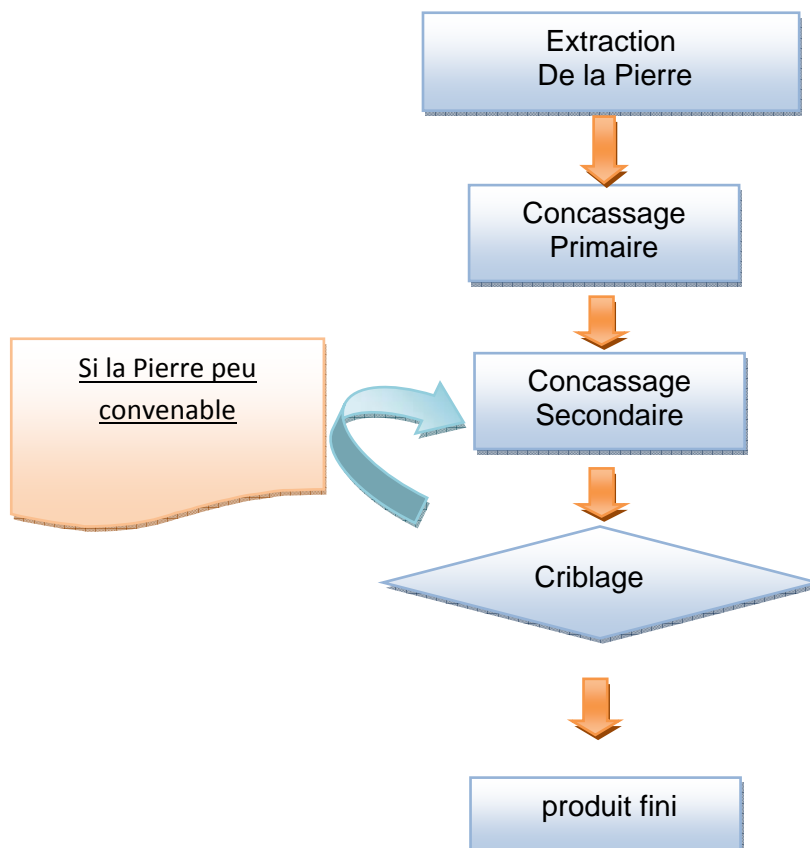
II.7 : CONCLUSION

II.1 Introduction

Comme on sait tout le monde l'automate c'est un outil pour commander les appareils et les machines électriques et pour faire une commande il faut connaître bien l'appareil ou machine et leur principe de fonctionnement pour faciliter la tâche de commande dans ce chapitre on va identifier et étudier les différentes machines utilisées dans le procédé de concassage.

II.2 Processus de production de Ballaste "Gravier" (station SALAMANI)

De grandes pierres de taille sont transférées au concasseur primaire (concasseur à mâchoire) par le conducteur vibrant à partir du distributeur pour écraser d'abord, puis les matériaux écrasés sont transférés au concasseur à ressort (giratoire) par le convoyeur à bande pour l'écrasement secondaire. Les matériaux écrasés seront transférés à l'écran de vibration, et séparés à différentes tailles. L'agrégat avec la taille appropriée sera transféré à la pile de produits finis et l'agrégat avec la taille peu convenable sera transféré au concasseur à ressort pour le ré-écrasement. Ceci forme des cycles fermés et divers. Les tailles des produits finis seront évaluées et séparées selon les exigences de clients et le chiffon seront attachés pour la protection de l'environnement (les produits sont gravier 0-3/3-8/8-15/).



Figure(II.15) Organigramme de fabrication du ballaste ▲

II.3 Identification des différentes machines de la station du SALAMANI

II.3.1 Alimentateur vibrant

- **Caisson Vibrant** : En acier électro-soudé, solidement nervuré et raidi pour une rigidité renforcée.
- **Suspension** : À ressorts hélicoïdaux réglables en hauteur par vis.
- **Entraînement** : Par moteurs vibreurs électriques tournant à contresens, qui assurent à l'équipement une vibration unidirectionnelle. Les vibreurs sont dotés de masses excentriques réglables[16].



Figure(II.1) Alimenteur vibrant

II.3.1.1 Caractéristique

- ✓ Revêtements plateau.
- ✓ Anti-adhérents et anti usure.
- ✓ Variateurs électroniques de vitesse.

II.3.1.2 Caractéristique techniques d'alimenteur vibrant

MODELE	Lrageur en mm	Longueur en mm	Puissance en CV	Production et T/h
AVT-80	450	640	0,84	80
AVT-120	550	800	1,29	120
AVT-160	650	1113	1,63	160
AVT-220	800	1300	2,58	220
AVT-300	1000	1400	3,26	300
AVT-500	1200	1700	3,26	500
AVT-800	1300	1900	4,62	800

▲ **Tableau (II.1)** Caractéristique techniques d'alimenteur vibrant[16].

II.3.2 Convoyeur à Bande

Le convoyeur à bande est un genre de machine qui pour transférer le matériel sans interruption. La ceinture fonctionne sous l'effet de la force de friction. C'est non seulement les composants pour transférer le matériel, mais également les composants pour transférer la force.

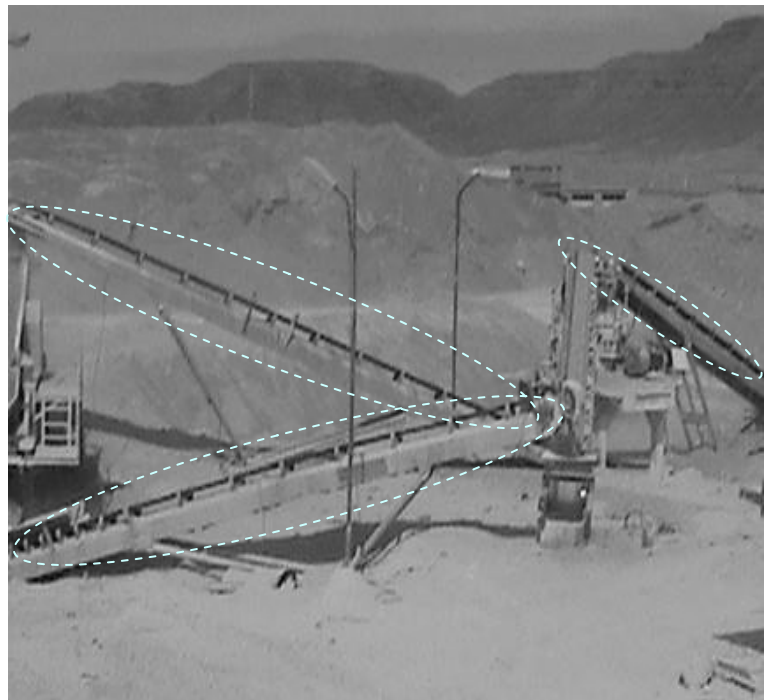
Le convoyeur à bande est avancé et simple en structure, facile à maintenir. Sa capacité de transfert est haute, distance de transfert est longue. Ils sont employés couramment dans l'industrie houillère d'exploitation, métallurgique et pour transférer arénacé ou mettent en bloc le matériel, ou le matériel emballé. Dans les beaucoup situation, c'est un composant très important des machines non standard.

NOTE:

1. La capacité dans le tableau ci-dessus est calculée dans les conditions suivantes: la densité du matériel transféré est 1.0t / m³ ~ 1.6t / m³, l'angle du transfert est $\leq 18^\circ$

2. Le convoyeur est utilisé pour transférer le matériel de la densité de ce qui est inférieur à 2.5T / m³.

3. La longueur de la bande transporteuse sont illimitées.



▲ Figure(II.2) Convoyeur à bande

II.3.2.1 Caractéristique Technique

Largeur (mm)	Longueur (m) / Puissance (kW)			rapidité (m/s)	Capacité (t/h)
500	$\leq 12/3$	12 à 20/4 à 5.5	20 à 30/5.5 à 7.5	1.3 à 1.6	45 à 100
650	$\leq 12/4$	12 à 20/5.5	20 à 30/7.5 à 11	1.3 à 1.6	70 à 120
800	$\leq 10/4$	10 à 15/5.5	15 à 30/7.5 à 15	1.3 à 1.6	120 à 180
1000	$\leq 10/5.5$	10 à 20/7.5 à 11	20 à 40/11 à 22	1.3 à 2.0	160 à 250
1200	$\leq 10/7.5$	10 à 20/11	20 à 40/15 à 30	1.3 à 2.0	200 à 400

▲ **Tableau (II.2)** Caractéristique techniques convoyeur à bande

II.3.3 Concasseur à Mâchoires

Cette série de concasseur PE(X) à mâchoires peut atteindre la proportion de 4-6 et la forme du produit fini est uniforme. Ils sont largement utilisés pour concasser les roches très durs, mi-dur et mi-doux et des minerais, tels que les scories, les matériaux de construction, marbre, etc. La résistance à la pression est inférieure à 200Mpa, c'est pour une concassage primaire. Ils peuvent être utilisés dans les mines, l'industrie métallurgique, la construction, les routes et la construction ferroviaire, les travaux hydrauliques, l'industrie chimique, etc

II.3.3.1 Principe de fonctionnement

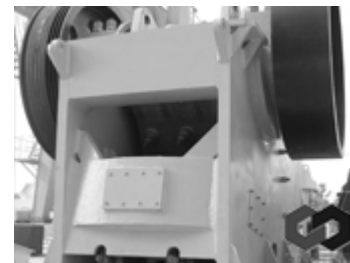
Le concasseur à mâchoires, le moteur est utilisé comme sa puissance. Par l'intermédiaire de roues du moteur, l'arbre excentrique est entraîné par le courroie du triangle et la roue de la fente pour faire la mâchoire mobile déplacer dans la voie réglementée. Par conséquent, les matières dans la cavité de broyage composé de la mâchoire fixe, de la mâchoire mobile et des plaques sur les côtés peuvent être écrasés et rejetés par l'ouverture de décharge.



▲ **Figure(II.3)** Concasseur à mâchoire Modèle PE250×400

II.3.3.2 Caractéristiques

- ✓ Structure simple, entretien facile.
- ✓ Performance stable
- ✓ Produit fini uniforme et le ratio élevé de concassage



▲ **Figure(II.4)**

Concasseur à mâchoire nouveau

II.3.3 Caractéristique technique de concasseur à mâchoires

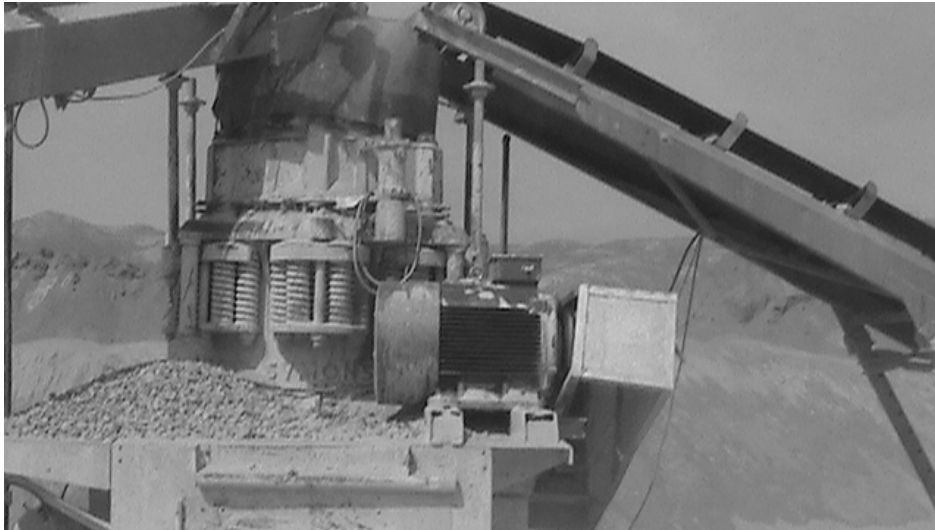
Modèle	Ouverture d'alimentateur (mm)	Max. taille d'alimentateur (mm)	Capacité (t/h)	Puissance du moteur (KW)	Poids (t)
PE150×250	150×250	125	1-3	5.5	1.5
PE250×400	400×250	200	5-25	15	2.4
PE400×600	600×400	350	15-60	30-37	7
PE500×750	500×750	425	40-110	45-55	12
PE600×900	900×600	480	90-180	55-75	17
PE750×1060	1060×750	630	110-320	90-110	29
PE900×1200	900×1200	750	220-450	110-132	52
PE1000×1200	1000×1200	850	315-550	110	57
PE1200x1500	1200x1500	950	400-850	160	100.9
PEX150×750	150x750	125	5-16	15	3.8
PEX250×750	750×250	210	15-30	22-30	5
PEX250×1000	1000×250	210	15-50	30-37	7
PEX250×1200	1200×250	210	20-60	37-45	8.5
PEX300x1300	300x1300	250	20-120	75	11

Tableau (II.3) Caractéristique techniques de concasseur à mâchoire[16] ▲

II.3.4 Concasseur à cône (ressort) série PY

Cette série de concasseurs à cône (giratoire) est largement appliquée dans la métallurgie, la construction, la construction de routes, l'industrie chimique et phosphatés. Elle est idéale pour des roches dures et mi-dures et des minerais, tels que le minerai de fer, minerais de cuivre, de calcaire, de quartz, granit, gristone, etc. Le type de la cavité d'écrasement est décidé par l'application des minerais.

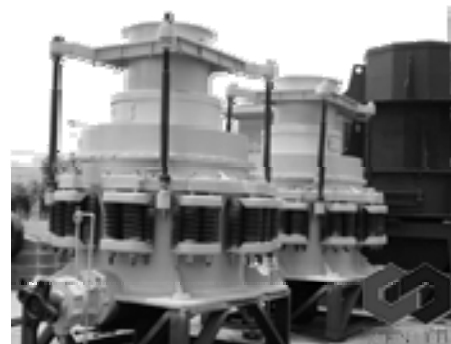
Le type standard est pour **PYZ** (concassage secondaire); le type moyen est pour **PYD** (concassage tertiaire), le type de court-tête est pour le concassage primaire et tertiaire.



Figure(II.5) Concasseur à cône de ressort ▲

II.3.4.1 Caractéristiques

- ✓ Le haut niveau de productivité, de qualité mieux
- ✓ le temps moins d'arrêt machine
- ✓ l'entretien facile et le coût faible
- ✓ la capacité superbe de concassage primaire, secondaire et tertiaire [16]



Figure(II.6) Concasseur à cône ▲
nouveau

II.3.4.2 Structure et principe de fonctionnement

Le concasseur se compose d'un cadre d'équipement, un dispositif de transmission, arbre excentrique creux, roulement en forme de cuvette, cône de concassage, les ressorts de pression hydraulique et la station de réglage de l'ouverture de décharge. Pendant le fonctionnement, le moteur pousse l'arbre excentrique tourner par un axe horizontal et d'une paire d'engrenage. L'axe du cône d'écrasement balance avec la force de l'arbre excentrique afin que la surface du mur de concassage est à proximité de la surface du mur de mortier de temps en temps. De cette façon, les minerais et les pierres seront pressés, tordu et écrasé.

II.3.4.3 Caractéristique technique de concasseur à cône

Type	Diamètre extérieur de cône concassé(mm)	Max taille alimentaire(mm)	Série d'ajustement du décharge (mm)	Capacité de concassage (t/h)	Puissance du moteur électrique (kw)	Vitesse d'arbre excentré (r/min)	Poids (T)	
PYB	600	600	65	12-15	40	30(75)	5	
PYD			35	3-13	12-23		5.5	
PYB	900	900	115	15-30	50-90	55	333	11.2
PYZ			60	5-20	30-65			11.2
PYD			50	3-13	15-50			11.3
PYB	1200	1200	145	20-50	110-168	110	300	24.7
PYZ			100	8-25	42-135			25
PYD			50	3-15	18-105			25.3
PYB	1750	1750	215	25-50	280-480	160	245	50.3
PYZ			185	10-30	115-320			50.3
PYD			85	5-13	75-230			50.2
PYB	2200	2200	300	30-60	59-1000	280-260	220	80
PYZ			230	10-30	200-580			80
PYD			100	5-15	120-340			81.4

Tableau (II.6) Caractéristique technique de concasseur à cône[16] ▲

II.3.5 Crible Vibrant

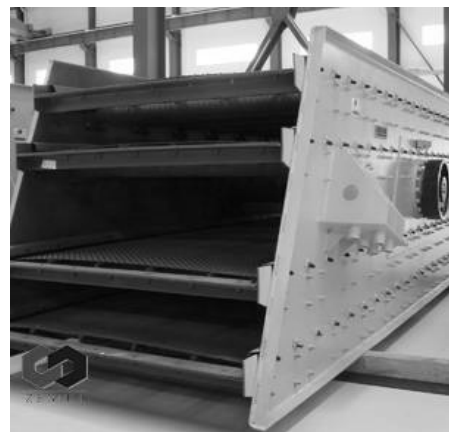
Le crible vibrant est un type de matériel de criblage de niveau international. Il est largement utilisé pour le classement et la sélection des matériaux dans les domaines suivants: les minéraux, les carrières, les matériaux de construction, de conservation de l'eau et l'hydroélectricité, le transport, l'industrie chimique, de la fusion, et ainsi de suite.



▲ **Figure(II.7)** Crible vibrant

II.3.5.1 Caractéristiques Crible Vibrant

Il dispose une ligne longue lisse, de nombreuses spécifications de tamis, de la force de vibration forte, de tamis de haute efficacité, des petits bruits de vibration, solide et une construction durable, d'entretien pratique et une opération de sécurité.



Figure(II.8) Crible vibrant nouveau ▲

II.3.5.2 Principe de fonctionnement

Il ajuste l'amplitude par la vibration violente de crible en forme de tube de l'arbre excentrique et des blocs excentriques. Le corps se déplace comme un cercle, afin de faire cribler les matériaux.

II.3.5.3 Caractéristique technique du crible vibrant

Type	Crible Spec (mm)	Couche du crible	Ouverture alimentaire (mm)	Capacité (t/h)	Puissance (kw)	Fréquence vibrante (r/min)
YK1237	1200x3700	1	≤200	10~80	5.5x2	960
2YK1237	1200x3700	2	≤200	10~80	5.5x2	960
2YK1548	4800x1500	2	≤400	30~275	15	870
3YK1548	4800x1500	3	≤400	47~275	15	870
2YK1848	4800x1800	2	≤400	56~330	18.5	870
3YK1848	4800x1800	3	≤400	56~330	18.5	870
2YK1860	6000x1800	2	≤400	65~586	22	870
3YK1860	6000x1800	3	≤400	65~586	22-30	870
2YK2160	6000x2100	2	≤400	81~720	30	730
3YK2160	6000x2100	3	≤400	81~720	30~37	930
4YK2160	6000x2100	4	≤450	66~720	45	740
2YK2460	6000x2400	2	≤400	150~810	30	730
3YK2460	6000x2400	3	≤200	450~650	37	740
4YK2460	6000x2400	4	≤200	450~650	45	740

Tableau (II.4) Caractéristique techniques de crible vibrant[16] ▲

II.4 Identification des différentes machines de l'unité de concassage du TAOUAB

II.4.1 Unité de concassage dans l'usine TAOUAB

Elle Contient les machines suivants:

Concasseur à mâchoire, crible vibrant, concasseur cylindrique et convoyeur a bond.



▲ Figure(II.9) Unité de concassage

II.4.1.1 Concasseur à Mâchoires

Comme nous l'avons vu précédemment dans la station Salamani les concasseurs à mâchoire. Nous avons constaté que l'usine de pâte Utilise la même concasseur mais a modèle déférent.



Figure(II.10) Concasseur à mâchoire Modèle PE 500×750 ▲

Caractéristique technique de concasseur à mâchoires

Modèle	Ouverture d'alimentateur (mm)	Max. taille d'alimentateur (mm)	Capacité (t/h)	Puissance du moteur (KW)	Poids (t)
PE500×750	500×750	425	40-110	45-55	12

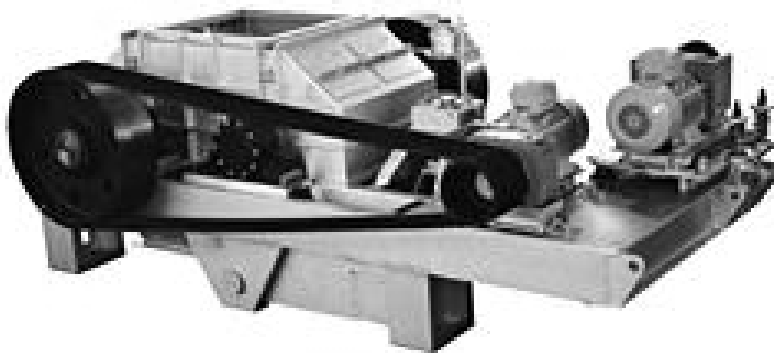
Tableau (II.5) Caractéristique techniques de concasseur à mâchoire ▲

II.4.1.2 Concasseur a cylindres dents

✓ Principe de fonctionnement

Le broyage du produit est réalisé grâce à deux cylindres dentés tournant en opposition par un effet de cisaillement et de traction. Actionné par le dispositif d'entraînement, les matériaux sont versés dans le haut de la chambre de broyage de la machine. Le broyage s'effectue entre les dents et la paroi latérale avec peigne. Les matières de granulométrie.

Appropriée sortent de la machine afin d'assurer une granulométrie homogène.



Figure(II.11) Concasseur à cylindres dents ▲

II.4.1.3 Elévateur à godets

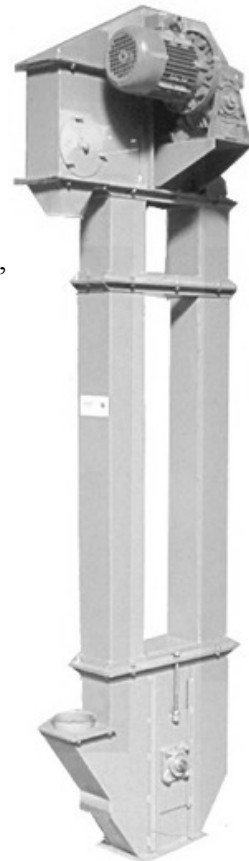
Une configuration épousant parfaitement la forme du circuit de godets, l'ensemble étudié pour une manutention des produits en douceur en évitant les dépôts résiduels. Il contient les équipements suivant :

II.4.1.3.1 Caractéristique

- ✓ Une commande mécanique par motovariateur ou motoréducteur avec transmission chaîne, positionnée sur la tête de l'appareil. Une vitesse de sangle de 0,3 m/s pour un débit pondéral constant en manutentions successives de produits différents. Des équipements d'alimentation sur plan incliné en pied et de déversement déporté en tête avec des organes spécifiques souples préservant des retombées de produit.
- ✓ Alimentation par gravité et trappe de réglage ou par distributeur vibrant.
- ✓ Equipements périphériques: contrôleur de rotation, déport de bande, fins de tension.
- ✓ Construction acier Adx, inox, galvanisé à chaud [16].

II.4.1.3.2 Avantages

- ✓ Réservations pour prises d'aspiration en tête et au pied
- ✓ Regards de visualisation des flux de produits
- ✓ Trappes de maintenance articulées sur chaque élément de tête, pied et colonne [16].



Figure(II.12) Elévateur à godets ▲

II.4.2 Autre machines

II.4.2.1 Four rotatif

Le four est de forme cylindrique, ils tournent lentement à 2 ou 3 tours par minute et sont longs d'environ 20 mètres et de diamètre environ 5 mètres. Ils sont légèrement inclinés par rapport à l'horizontale de telle sorte que le gypse entre par la partie la plus haute du four. Le brûleur est situé au fond du four et alimenté au gaz naturel.



Figure(II.13) Four rotatif ▲

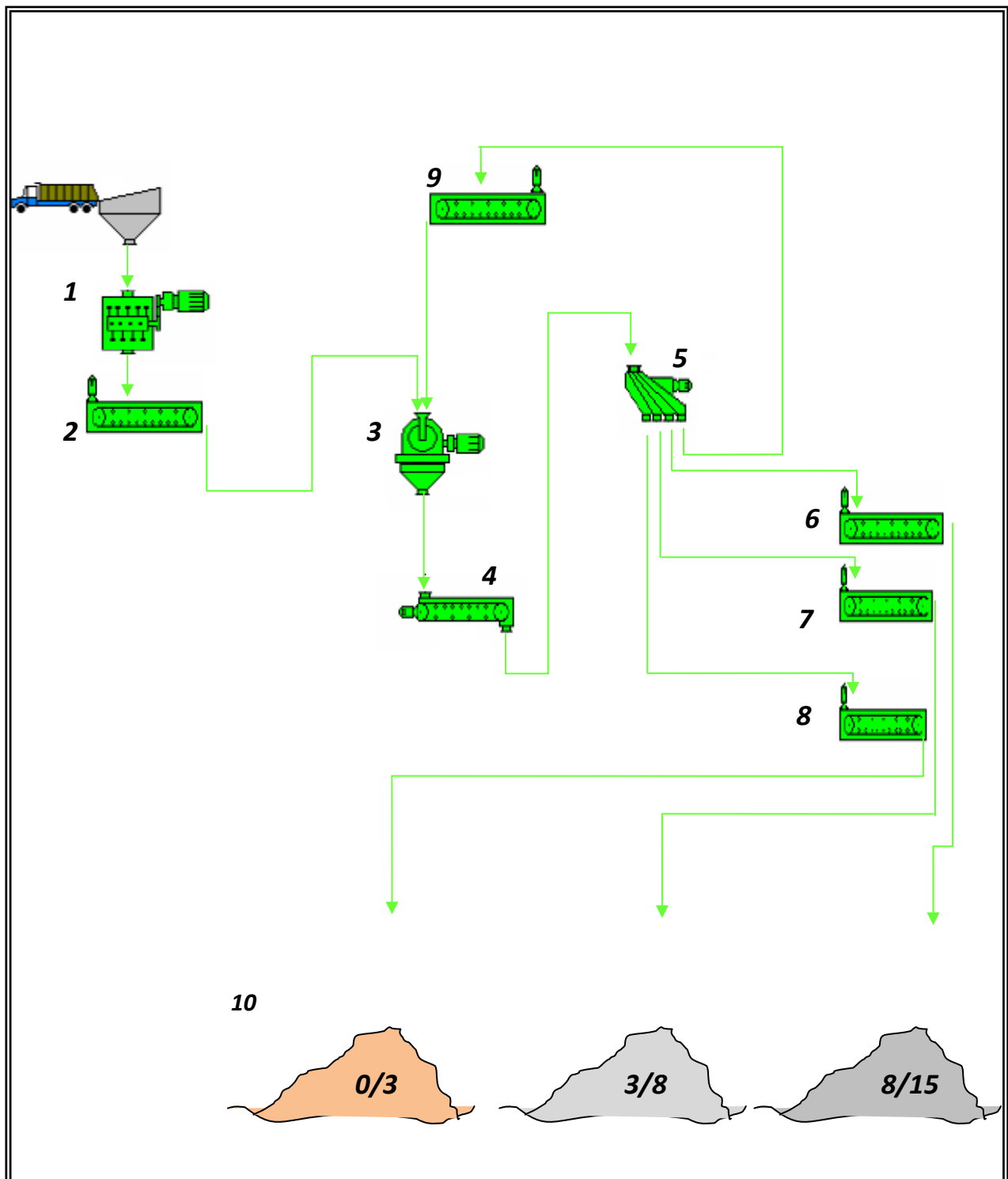
II.4.2.2 Brûleur

Le brûleur produit une flamme à environ 1200°C. Il s'établit un gradient thermique entre l'entrée du four et la sortie de celui-ci de 600°C à 900°C environ.



Figure(II.14) Brûleur ▲

II.5 Modélisation du processus de fabrication de ballaste (gravier)



1 : Concasseur a mâchoire

5: Crible

3: Concasseur a cône (giratoire)

2 ;4;6;7;8;9 : Convoyeur à band

10: Produit fini

Figure(II.16) Processus de fabrication de ballaste

II.6 Procédé de fabrication du Plâtre "Gypse"

II.6.1 Géologie

Le gypse est un minéral naturel, le sulfate de calcium dihydraté, ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) qui se présente sous de nombreux aspects différents et existe en plusieurs couleurs.

Cette roche sédimentaire a été formée pendant des millions d'années par l'évaporation de l'eau de mer.

La phase d'évaporation a duré des milliers d'années, et a mené à la formation de dépôts de gypse en couches épaisses.

En raison d'un tassement naturel, les veines de gypse ont été enterrées pour une longue période, préservées dans la terre pendant des milliers d'années.

Pendant la dernière Période glaciaire, des dépôts de gypse ont été amenés plus près de la surface de la terre grâce à l'érosion des glaciers et l'incision importante des vallées fluviales causée par l'eau de fonte des glaciers.



Figure(II.17) Carrier de l'usine Taouab ▲

II.6.2 Procédé de fabrication

Le gypse (sulfate de calcium dihydraté) est extrait des carrières et passe ensuite par plusieurs phases de préparation et production, y compris la cuisson pour la fabrication du plâtre, une forme déshydratée du gypse.

En ajustant et contrôlant avec précision le processus de fabrication, la structure et les caractéristiques du plâtre, les produits formulés ainsi obtenus sont adaptés précisément aux besoins d'un grand nombre d'industries hautement techniques.

II.6.2.1 Extraction

Le gypse est extrait de mines souterraines ou à ciel ouvert, en utilisant des équipements de forage spécifiques et des explosifs non polluants. La roche extraite peut atteindre un diamètre maximal de 50 cm.

II.6.2.2 Sélection

Cette étape est nécessaire pour isoler le matière stérile.

II.6.2.3 Concassage primaire

Un concassage primaire est destiné à réduire les roches (matière première) à une granulométrie inférieure à 10 cm, ce qui permet un maniement plus facile. Ce travail sera réalisé dans la carrière ou à l'entrée du site de fabrication du plâtre.

II.6.2.4 Stockage

La roche (la matière première) qui a subi un broyage primaire est stocké pour ainsi assurer une production continue et une homogénéité parfaite entre les lots d'extraction de roche.

II.6.2.5 Tamissage(criblage)

Cette opération est indispensable pour assurer un bon résultat du granulométrique du la matière première.

II.6.2.6 Cuisson

Le sulfate de calcium semi-hydrate dit «alpha modifié» ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) ou plâtre, est obtenu par la déshydratation partielle ou totale du gypse à une température allant de 200° jusqu'à 600° C. La structure et les caractéristiques du produit final dépendent directement des conditions de cuisson choisies (.ex. température, pression, vitesse).

II.6.2.7 Broyage

Cette étape est composée par deux cycles, l'un est primaire et l'autre secondaire. Le cycle primaire comporte un broyeur à marteaux codé par un chiffre 13.1. Le deuxième cycle comporte deux broyeurs en parallèle l'un à broche et l'autre à mâchoire.

Après la cuisson, le plâtre est broyé afin d'obtenir une poudre. La répartition granulométrique est un facteur important pour les propriétés du produit.

II.6.2.8 Mélange

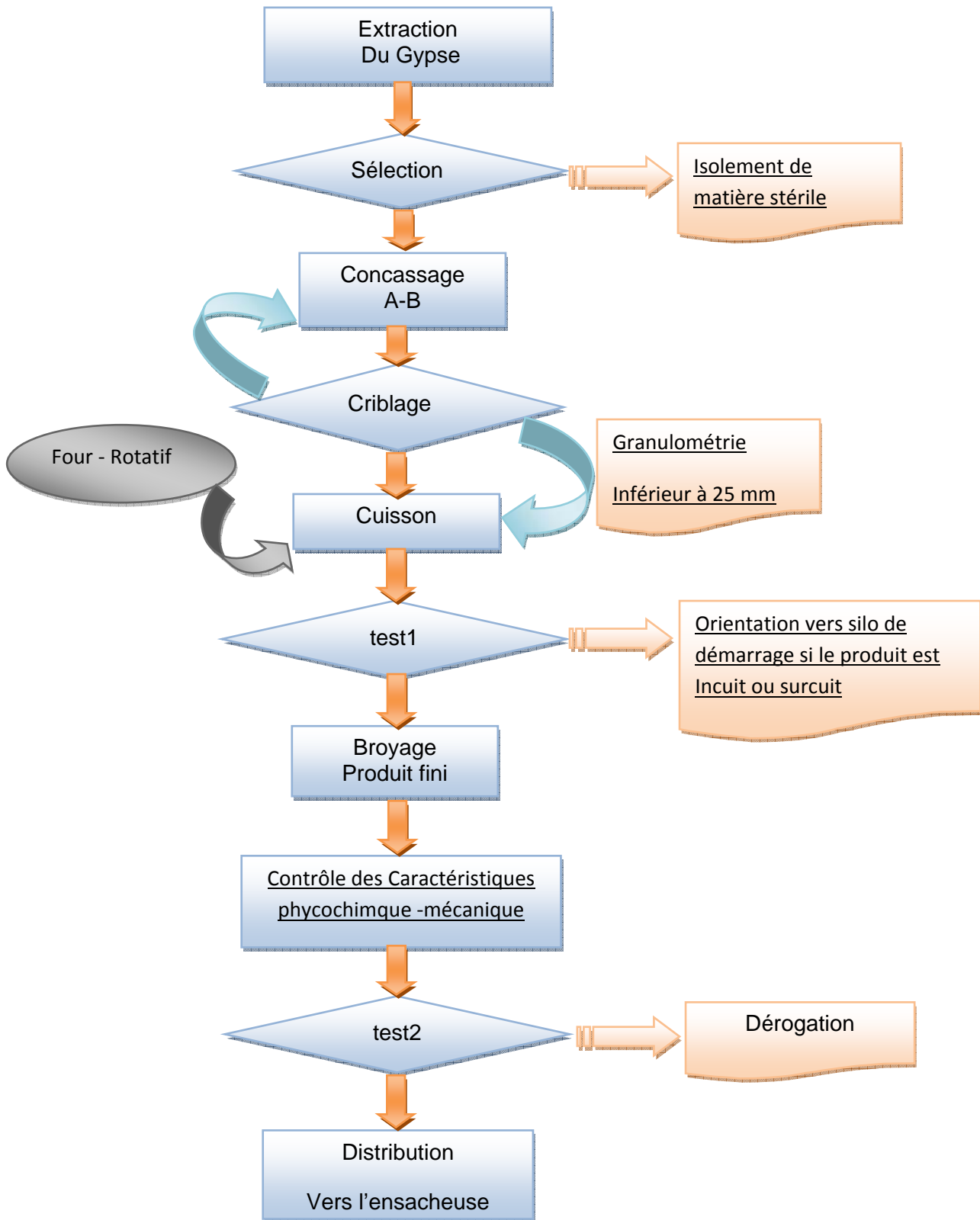
Une fois le plâtre broyé finement, il est possible d'effectuer la dernière phase de mélange. Une sélection d'additifs permet d'adapter les propriétés du produit aux besoins du client (en terme de temps de prise, viscosité, porosité, couleur, résistance mécanique, etc.).

II.6.2.9 Tests

Pendant plusieurs phases de fabrication, des tests sont effectués au laboratoire pour garantir que tous les produits remplissent les spécifications de produit strictes avant l'ensachage et le transport.

II.6.2.10 Emballage

Des études de faisabilité sont effectuées pour assurer que l'emballage choisi pour chaque produit garantit une protection optimale et la qualité de produit jusqu'à l'arrivée chez le client final.



Figure(II.16) Organigramme de fabrication du gypse ▲

- Concasseur A : à mâchoire

- Concasseur B : cylindrique

II.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons identifié toutes les machines qui concernent de la station avec toutes les caractéristiques et le principe de fonctionnement de chaque eux .

L'objectif de l'identification nous conduit à :

- Facilité l'installation et désinstallation pour chaque machine.
- Permet de l'utiliser les éléments de station dans les meilleures conditions.
- Permet de faciliter l'évolution et l'amélioration de l'entreprise.
- Faciliter le comportement de la station.
- Commandement l'entreprise pour obtenir les produits préférés.
- Bien choisir les dispositifs électriques (dispositifs de protection, de raccordement,...).
- Minimisation le coût de la consommation de l'énergie.

ETUDE ELECTRIQUE

- III.1** INTRODUCTION
- III.2** LA NAISSANCE D'UN POSTE
- III.3** ETUDE DE PROJET
- III.4** DIFFERENT TYPES DES POSTES MT/BT
- III.5** COMPOSITION DES POSTES MT/BT
- III.6** PRISE EN MAIN DU LOGICIEL ECODIAL
- III.7** CHOIX DES APPAREILLAGES ELECTRIQUES
- III.8** CHOIX D'UN DÉMARREUR
- III.9** CONCLUSION

III.1 Introduction

Les postes MT/BT assurent l'interface entre les réseaux de distribution MT et BT, est au cœur de la distribution électrique de puissance, l'alimentation d'une installation électrique est effectuée avec un poste de transformation MT/BT qui est disposé au plus près des éléments consommateurs d'énergie. Le poste MT/BT s'adapte à tous les modes d'exploitation et doit pour cela remplir les fonctions suivantes:

- ✓ Distribuer une puissance et protéger les départs en BT.
- ✓ Isoler le poste du réseau en cas de défaut.
- ✓ Gérer le réseau MT en cas de défaut.
- ✓ Gérer le réseau MT et le poste par téléconduite.

Nous pouvons donc classer les postes par rapport aux réseaux sur lesquels ils sont utilisés ainsi que par les fonctions qu'ils remplissent, la réalisation d'un poste MT/BT implique la connaissance préalable:

- ✓ Des besoins à satisfaire (puissance, disponibilité de l'installation, exploitation).
- ✓ Des normes de référence et des textes réglementaires (niveau de tension, qualité de la fourniture, puissance de court-circuit,...);
- ✓ Des besoins spécifiques liés aux utilisations (variations de tension tolérées, compensation de l'énergie réactive, immunité des récepteurs aux perturbations, réglementation liée à la sécurité des installations,...);
- ✓ Des contraintes d'installation et d'environnement [13].

III.2 La naissance d'un poste

Avant d'entreprendre le projet ou d'engager le dialogue avec le distributeur d'énergie, il faut rassembler les éléments suivants:

- **Puissance maximale prévue**

On établit un bilan des puissances pour déterminer la puissance appelée (ou absorbée) sur le réseau. On calcule successivement:

$$S_a \text{ (kVA)} = \Sigma [(P_i \text{ (kW)} * K_u * K_s) / (\eta * \cos \varphi)] \dots \dots \dots [13]$$

- ✓ La puissance installée (**P_i**) (somme des puissances actives en kW des récepteurs de l'installation).
- ✓ La puissance utilisée (**P_u**) (partie de la puissance P_i en kW réellement utilisée) en tenant compte:

- ✓ Des coefficients d'utilisation (**Ku**) maximale des récepteurs (car ils ne sont pas en général utilisés à pleine puissance).
- ✓ Des coefficients de simultanéité (**Ks**) par groupes de récepteurs (car ils ne fonctionnent pas en général tous ensemble).
- ✓ La puissance appelée **Sa** correspondant à (**Pu**) (car la puissance assignée des transformateurs est une puissance apparente en KVA alors que **Pu** est en kW) en tenant compte [14]:
- ✓ Des facteurs de puissance **cosφ**.
- ✓ Des rendements **η**.

- **Plan de masse de l'installation**

Disposition, accès, usage des locaux:

- ✓ Le distributeur doit avoir l'accès direct à la partie MT du poste.
- ✓ Seul le personnel qualifié et agréé peut avoir l'accès à l'installation.

- **Continuité d'alimentation souhaitée**

L'abonné estimera les conséquences d'une coupure en fonction de sa durée:

- ✓ Pertes de production et d'exploitation.
- ✓ Sécurité des biens et des personnes.
- ✓ Mode de fonctionnement (2x8h, 3x8h.....etc).

Remarque: L'utilisateur doit fournir certains renseignements au distributeur avant tout projet

III.3 Etude de projet

A partir des renseignements précédents, le distributeur indique [13]:

- **Le type d'alimentation:** qui définit
 - ✓ La nature de réseau (souterrain /aérien).
 - ✓ L'alimentation (simple dérivation, coupure d'artère ou double dérivation).
 - ✓ La puissance et le courant de court-circuit.
- **La tension, le niveau d'isolement assigné et le régime de neuter:** existant ou future retenu, compte tenu des évolutions du réseau du distributeur
- **Le type de comptage:** qui définit
 - ✓ Les frais de raccordement au réseau.
 - ✓ La tarification (consommation et abonnement).

Remarque: Le distributeur doit fournir certains renseignements à l'utilisateur.

III.3.1 Réalisation

Avant toute réalisation l'accord du distributeur d'énergie est nécessaire [13].

La demande d'approbation doit être accompagnée des renseignements suivants, résultant pour une bonne part des échanges indiqués précédemment :

- ✓ Position de poste (plan de masse).
- ✓ Schéma unifilaire du poste et des circuits de terre.
- ✓ Schéma des connexions et plan génie civil.
- ✓ Plan d'équipements à utilisées.
- ✓ Nomenclature des matériels électriques et leurs caractéristiques.
- ✓ Plan de poste avec positionnement du matériel (y compris le comptage).
- ✓ Dispositions prévues pour le comptage et type de tarif.
- ✓ Éventuellement, dispositions relatives aux sources remplaceant MT ou BT.

Remarque: Le distributeur d'énergie doit donner son accord sur le dossier d'étude avant l'exécution des travaux avec des notifications ou réserves.

III.3.2 Mise en service

La conformité de l'installation contrôlée par un organisme agréé, est nécessaire pour obtenir la mise en service, les vérifications sont les suivantes [13]:

- ✓ Mesure de prises de terre.
- ✓ Continuité électrique des circuits de terre.
- ✓ Contrôle des matériels MT.
- ✓ Isolement de l'équipement MT.
- ✓ Niveau et rigidité diélectrique du liquide isolant du transformateur.
- ✓ Contrôle de l'équipement BT du poste.
- ✓ Contrôle des verrouillages, des asservissements et des automatismes.
- ✓ Réglage et contrôle du relayage de protection.
- ✓ Le matériel de sécurité.

IL est également vérifié que le poste est équipé de telle façon que les manœuvres et l'exploitation puissent se faire en toute sécurité. A la réception du certificat de conformité:

- ✓ le distributeur met en service l'alimentation MT et vérifie le bon fonctionnement de comptage.
- ✓ l'installateur devra s'occuper de la mise en service de la distribution BT [4].

III.4 Different types des postes MT/BT

On peut classer les postes MT/BT en deux catégories [13]:

III.4.1 Les postes d'extérieur

III.4.1.1 Poste sur poteau

La puissance est de (50 à 160) KVA, Le transformateur et l'appareillage sont fixés sur le poteau figure (III.1):

- **Protection**

- ✓ Côté moyenne tension: protection contre la foudre par éclateur et parfois par fusible.
- ✓ Côté basse tension: un disjoncteur protège le transformateur contre les surintensités.

- **Raccordement**

Le transformateur est alimenté en aérien, le départ BT s'effectue soit en aérien, soit en souterrain.

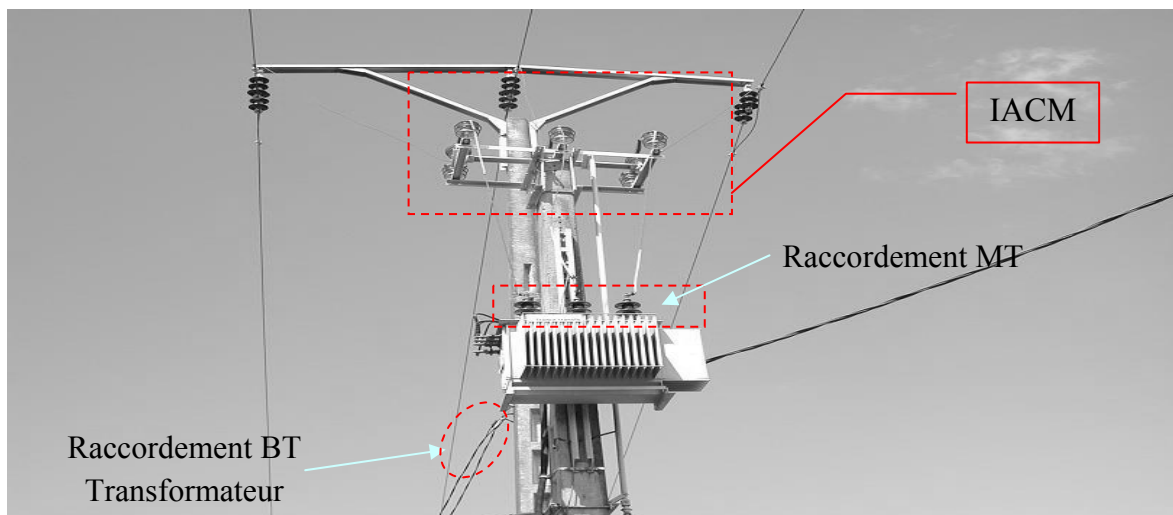


Figure (III.1). Poste MT/BT sur poteau ▲

III.4.1.2 Postes sur SKID

Le transformateur et l'appareillage sont rassemblés dans une enveloppe métallique, le départ s'effectue en aérien ou en souterrain, Ces postes sont très compacts et leur mise en place est très rapide, parmi les avantages les plus connus [13] :

- ✓ Génie civil simplifié (uniquement plate forme).
- ✓ Disponibilité immédiate clés en mains (dès l'ouverture du chantier).
- ✓ Gain de temps et d'espace.

- **Constitution**

Les tableaux MT (cellules d'arrivées et cellule de protection cotée MT), tableaux BT (les TC, disjoncteur général BT, départs BT protégés par disjoncteurs), transformateur. Ce type de poste est transporté par camion. Il est déposé sur une dalle en ciment. Le montage consiste à raccorder les câbles d'arrivée et de départ

III.4.2 Les postes d'intérieur

A partir des recherches effectuées au niveau du SONELGAZ et quelques entreprises qui s'intéressent à l'équipement des postes de transformation (MT/BT), On peut distinguer trois types de poste MT/BT:

- ✓ Poste distribution publique.
- ✓ Poste à livraison à comptage BT (client)
- ✓ Poste à livraison à comptage MT (spécifique).
- ✓ Postes mixtes.

- **Postes de distribution publique DP**

Ces postes désignés à l'usage public (clients domestiques, bâtiments, lotissements,...), que l'on peut trouver à l'intérieur des villes, ces postes assurent l'alimentation en électricité d'une manière permanente.

Ces postes sont constitués de trois parties:

- ✓ L'équipement MT pour le raccordement au réseau amont.
- ✓ Le transformateur de distribution MT/BT.
- ✓ Le tableau des départs BT (tableau de distribution publique TDP) comme points de raccordement du réseau aval de distribution en basse tension.

Remarque

Ce poste de distribution publique comprend:

- Une cellule arrivée (réseau) IM.
- Une cellule départ (réseau) IM.
- Une cellule protection du transformateur par fusibles PM ou QM

Le schéma type de ces postes est représenté dans la figure (III.2):

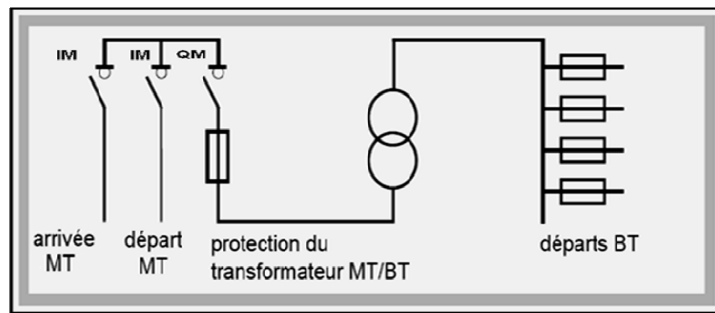


Figure (III.2) Schéma unifilaire d'un poste de distribution publique ▲

III.4.2.2 Les postes à livraisons

Il est important de donner des définitions aux catégories de poste livraison qui permettent de bien connaître ce genre de poste. Ces postes sont désignés pour client privé (Usine, Hôtel, Ecole...etc.) et la classification des postes livraisons est dû aux de type de comptage (comptage BT ou MT) et la valeur de courant délivré par le transformateur vers l'installation, on trouve deux types:

III.4.2.2.1 Postes livraison à comptage BT ($S \leq 630\text{kva}$)

Ce poste est similaire à un poste de distribution publique mais dans ce cas le comptage se fait dans le poste, les services de SONELGAZ doivent installer des TC et des TP ainsi qu'un panneau de comptage pour compter l'énergie consommée par cet abonné, le schéma unifilaire est présenté par figure (III.3), ce poste comprend:

- ✓ Une cellule arrivée (réseau) IM.
- ✓ Une cellule départ (réseau) IM.
- ✓ Une cellule protection du transformateur par fusibles PM ou QM.

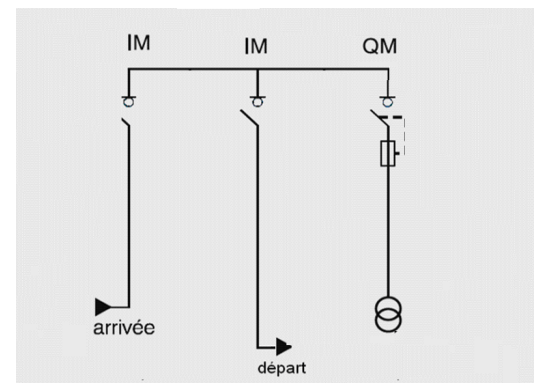


Figure (III.3) ▲

Schéma unifilaire d'un poste livraison a comptage BT < 630kva

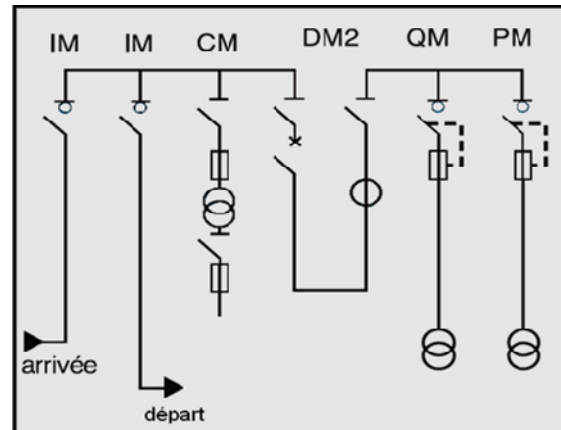
III.4.2.2.2 Postes livraison à comptage MT spécifique ($S > 630\text{KVA}$)

Ce type est destiné aux clients d'une large consommation de l'énergie électriques ($S > 630\text{KVA}$) ou pour poste de plusieurs transformateurs) comme les usines et dans ce cas le comptage se fait grâce à une cellule de comptage MT, il existe aussi deux types de postes livraison à comptage MT(par QM ou par DM1) [13].

III.4.2.2.1 Postes livraison à protection par fusibles (QM)/ (PM) ($I < 45A$)

la protection par fusibles est utilisée lorsque le courant côté MT est inférieur à 45A ($I < 45A$) selon la norme CEI 60265. Ce type des postes comprend:

- ✓ Une cellule arrivée (réseau) IM.
- ✓ Une cellule départ (réseau) IM.
- ✓ Une cellule Comptage et mesure CM.
- ✓ Une cellule protection générale par disjoncteur MT DM2.
- ✓ Une ou plusieurs cellules protection par Fusibles QM ou PM [13].



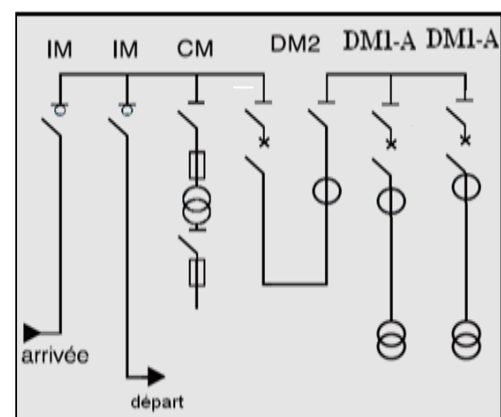
▲ **Figure (III.4)**

Schéma unifilaire de poste livraison à comptage MT par Fusible

III.4.2.2.2 Postes livraison à protection par disjoncteur MT ($I > 45A$)

La protection par disjoncteur est obligatoire lorsque le courant côté MT est supérieur à 45A ($I > 45A$) selon la norme CEI 60265. Ce type des postes comprend la même structure précédente sauf que les cellules PM, QM sont remplacées par DM1 voir figure (III.5):

- ✓ Une cellule arrivée (réseau) IM.
- ✓ Une cellule départ (réseau) IM.
- ✓ Une cellule Comptage et mesure CM.
- ✓ Une cellule protection générale DM2 par disjoncteur.
- ✓ Une ou plusieurs cellules protection Individuelles par disjoncteur DM1.



▲ **Figure (III.5)**

poste livraison à protection par Disjoncteur

III.4.2.3 Les postes mixtes

Les postes mixtes sont le résultat technique nommé (un mixage entre le DP et le poste livraison), cette technique choisie est utilisée par SONELGAZ pour réduire le nombre des postes dans la ville, et exploiter les DP. A l'intérieur de ces postes on trouve une côté réservée pour les équipements de poste DP, et l'autre côté pour les équipements de poste à livraison (écoule, société, caserne...) [13].

Ce poste possède aussi deux accès l'un pour SONELGAZ et l'autre pour l'abonné en cas d'intervention par exemple.

- **Constitution des postes mixtes:**

En ce qui concerne les éléments de poste DP sont les mêmes, cependant les équipements de poste à livraison sont les même que ceux décrits précédemment.

III.5 Composition des postes MT/BT

Les postes maçonnés MT/BT comprend un ensemble d'équipements et d'appareillages, chacun de ces équipements a un rôle différent de l'autre (raccordement, protection, transformation,...), parmi les quels on peut citer:

- ✓ Cellules moyennes tension 24 ou 36 KV: type IM, PM, QM, DM2...etc.
- ✓ Détecteur de défaut pour réseaux MT souterrains.
- ✓ Disjoncteur BT fixe ou deprochable, cellule locale protection générale.
- ✓ Transformateur abaisseur de puissance 50,100, 160, 250, 400, 630 KVA,. ..etc.
- ✓ Cellules Transformateur.
- ✓ Matériels de Sécurité et fusible de rechange.
- ✓ Boites de déflecteur.
- ✓ Boites d'extrémité extérieure et intérieure unipolaire ou tripolaire.
- ✓ Câble Sec (Câble MT) et câble BT
- ✓ Cosses.

III.5.1 Définition des différentes cellules

Les appareils (disjoncteurs, interrupteurs ... etc.) sont intégrés dans des enveloppes métalliques qui facilitent l'installation et l'exploitation en toute sécurité, les enveloppes sont appelées cellules. Les cellules de la gamme SM6 permettent de réaliser la partie MT du poste de transformation MT/BT et de réaliser toutes les fonctions nécessaires du poste pour les niveaux de performance envisagés.

Il existe différentes cellules entrant dans la composition des postes de transformation MT/BT et de répartition nous citons:

- ✓ **IM, IMC, IMB:** interrupteur.
- ✓ **PM:** interrupteur-fusibles associés.
- ✓ **QM, QMC, QMB:** combiné interrupteur-fusibles.
- ✓ **DM1-A, DM1-D, DM1-S:** disjoncteur (SF6) simple sectionnement.
- ✓ **DM1-W, DM1-Z:** disjoncteur (SF6) débouché le simple sectionnement.
- ✓ **DM2:** disjoncteur (SF6) double sectionnement.
- ✓ **CM:** cellule de comptage.
- ✓ **GIM:** gaine intercalaire.
- ✓ **GEM:** gaine d'extension.
- ✓ **GAM2, GAM:** gaine d'arrivée,..... etc. [4].

III.5.1.1 Identification des cellules

Les cellules SM6-36ou 24 sont identifiées par un symbole comprenant:

- ✓ la désignation de la fonction, donc du schéma électrique: IM, QM, DM2, CM,...
- ✓ l'intensité assignée de l'appareil: 100 - 400 - 630 A;
- ✓ la tension assignée: 36 kV;
- ✓ les valeurs maximales des courants de courte durée admissibles: 12,5 - 16 -20 kA.1s

Dans les tableaux suivants nous montrons les dimensions et les masses des cellules modulaires 36KVA, 24KVA respectivement:

Type de cellule	Hauteur (mm)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Masse (Kg)
IM, IMB	1600	375	940	120
PM, QM, QMB	1600	375	940	130
QMC	1600	625	940	230
DM1-A, DM1-D, DM1-W, M2	1600	750	1220	400
CM	1600	375	940	190
GIM	1600	125	940	30
GEM	1600	125	920/1060	30/35

Tableau (III.1) Dimensions et masses des cellules modulaires SM6, 24KV [13]. ▲

Type de cellule	Hauteur (mm)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Masse (Kg)
IM, SM	2250	750	1400	310
IMC, IMB	2250	750	1400	420
QM, PM	2250	750	1400	330
DM1-A	2250	1000	1400	600
DM1-D	2250	1000	1400	560
GIM	2250	250	1400	90
DM2	2250	1500	1400	900
CM, CM2	2250	750	1400	460
GBM	2250	750	1400	260
GAM2	2250	750	1400	250

Tableau (III.2) Dimensions et masses des cellules modulaires SM6, 36KV [13]. ▲

III.5.1.2 Choix des fusibles

Les fusibles à installer dans la cellule de protection SM6-36 dépend des éléments suivants:

- ✓ tension de service
- ✓ puissance du transformateur à protéger
- ✓ technologie des fusibles (constructeur).

Les fusibles utilisés sont généralement du type **Fusarc CF**. Le tableau ci-dessous, indique le choix de ces fusibles [4]:

Transformateur de type sec												
Tension de service (KV)	Puissance du transformateur (KVA)											Tension assignée (KV)
	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
Fusarc CF												
30	10	10	16	20	25	31.5	31.5	50	50	63	63	36
31.5	10	10	16	20	25	25	31.5	50	50	63	63	36
33	6.3	10	16	25	25	25	31.5	40	50	50	63	36
34.5	6.3	10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63	36

Tableau (III.3) Choix du calibre des fusibles type Fusarc CF (30 KV) [13]. ▲

III.6 Prise en main du logiciel ECODIAL

III.6.1 Fonctions d'ECODIAL

ECODIAL est un logiciel d'aide à la conception de réseaux électriques Basse Tension, il permet de:

- dessiner le schéma unifilaire d'un réseau électrique;
- définir les différents éléments constituant ce réseau, c'est à dire:
 - ✓ calculer les sections des conducteurs pour les câbles;
 - ✓ déterminer les disjoncteurs à installer, en prenant en compte **In**, **Icc**, la température, la sélectivité et la filiation;
 - ✓ vérifier la protection des personnes;
- calculer, en tout point du réseau, les valeurs de **R**, **X**, **Icc** et ΔU .

III.6.2 Présentation de ce document

La prise en main de ce logiciel va se faire en traitant un exemple guidé.

Cette étude va permettre de mettre en œuvre les principales fonctions du logiciel

La réalisation de cette étude est décomposée en 4 phases:

- ✓ Description de l'interface graphique
- ✓ Réalisation du schéma électrique unifilaire du réseau.
- ✓ Bilan de puissance.
- ✓ Calcul du réseau.

Remarque:

- ✓ Plusieurs techniques de saisie existent; dans cette application seule la méthode utilisant la souris sera présentée.
- ✓ Le logiciel fonctionnant sous Windows, pour connaître la fonction d'une icône, il suffit d'immobiliser 2 à 3 secondes le curseur de la souris sur l'icône (texte noir sur fond jaune).

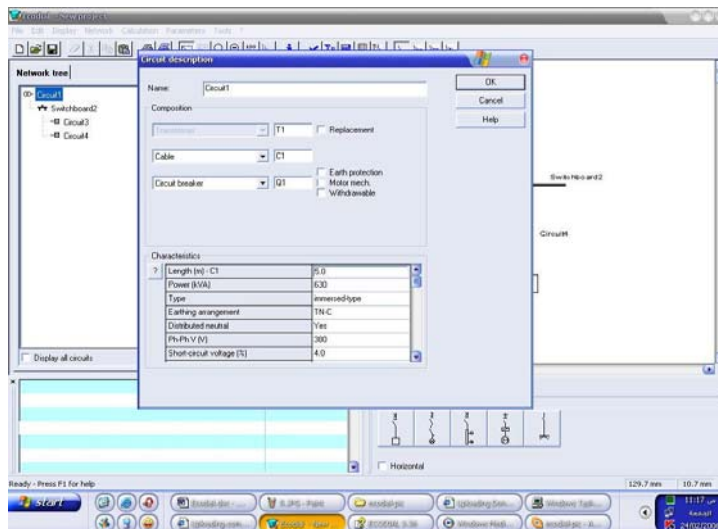
III.6.3 Lancement de l'application

☞ Pour démarrer le logiciel: dans le dossier « **Ecodial3.38** », cliquer sur « **Ecodial3.38 R1** » du menu « **Démarrer** ». Après quelques instants la fenêtre principale de l'application apparaît.

III.6.4 Définitions des caractéristiques électriques générales du réseau

Avant de commencer la réalisation du schéma, il faut saisir les caractéristiques générales de l'installation. La boîte de dialogue **Caractéristiques globales** est automatiquement affichée

lors du lancement du logiciel et chaque fois que l'on crée un nouveau projet. Des valeurs par défaut sont proposées.



▲ **Figure (III.6)** Définitions des caractéristiques électriques générales du réseau.

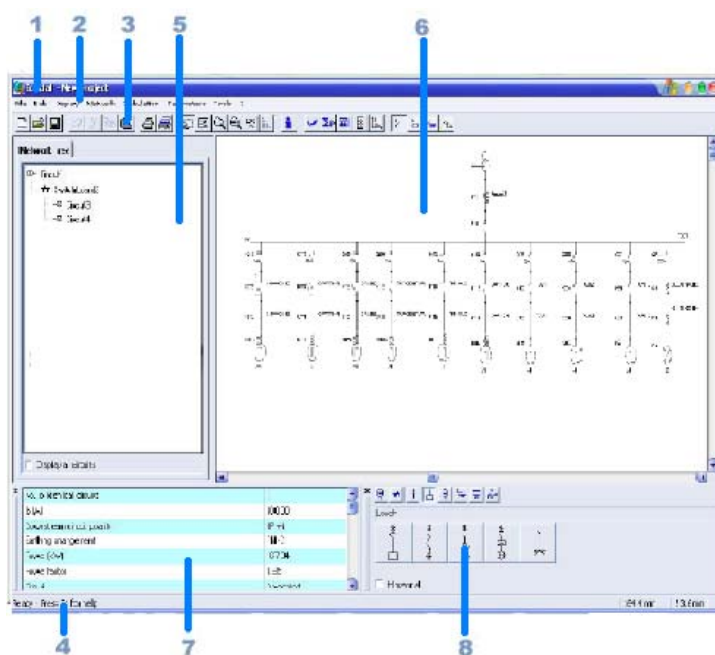
Pour modifier les valeurs

- ☞ Cliquer à droite de la cellule du champ à modifier.
- ☞ Cliquer sur la flèche et sélectionner la nouvelle valeur **OU** saisir la nouvelle valeur avec le clavier

Après avoir modifié les valeurs conformément aux indications ci-contre:

- ☞ Cliquer **OK** pour enregistrer les informations saisies

III.6.5. Description de l'interface graphique



▲ **Figure (III.7)** description de l'interface graphique

1: Barre de titre: elle indique le nom du logiciel et le nom de l'affaire en cours.

2: Barre de menus

3: Barre d'outils: les boutons de la barre d'outils offrent un accès rapide aux commandes les plus fréquemment utilisées. Une bulle d'aide est associée à chaque bouton. Elle apparaît lorsque vous laissez le pointeur de la souris quelques secondes sur ce bouton.

4: Barre d'état: elle indique la description de la commande sélectionnée dans la barre de menus ou dans la barre d'outils ainsi que les coordonnées de la position du curseur de la souris dans l'espace de dessin

5: Arborecence du réseau: il est possible de choisir entre deux niveaux de vue:

- ✓ **la vue simplifiée** (case Visualisation détaillée non cochée) dans laquelle des circuits sont masqués et les éléments sont identifiés seulement par leur nom;
- ✓ **La vue détaillée** (case Visualisation détaillée cochée) présente les sources, les équipements les circuits et les composants des circuits.

6: Espace de dessin: c'est dans cet espace que vous dessinez le schéma du réseau.

7: Palette des Propriétés: cette palette présente les caractéristiques du **composant** sélectionné sur le schéma ou dans l'arborescence du réseau.

8: Palette des Macro-composants: cette palette présente les **circuits électriques** pré-dessinés qui permettront de réaliser rapidement les schémas.

III.6.6 Réalisation du schéma unifilaire

III.6.6.1 Mise en place des symboles électriques

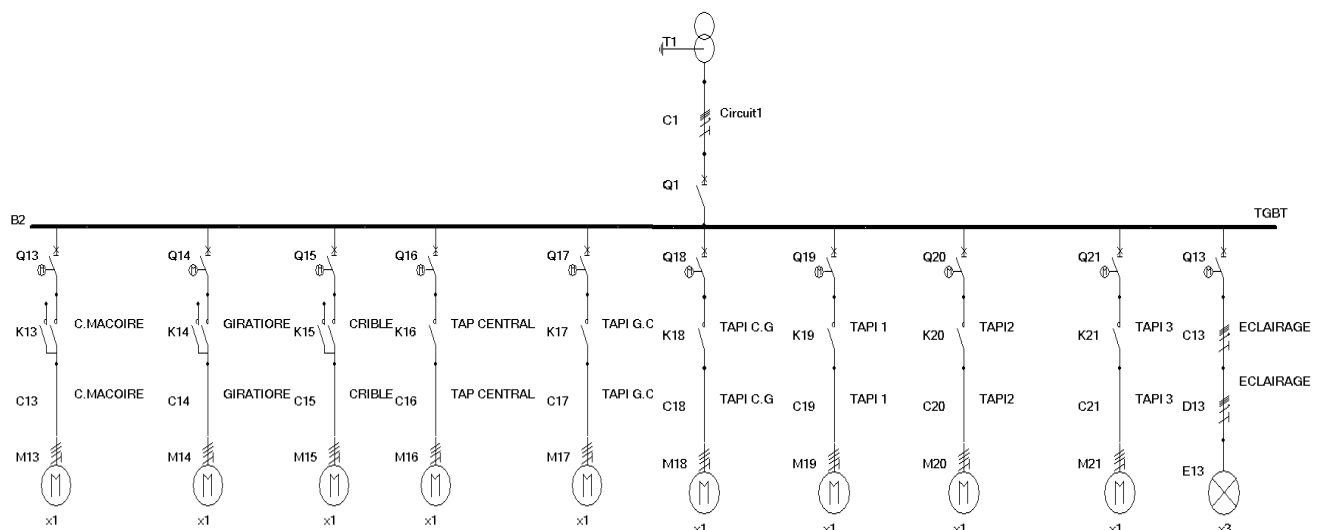


Figure (III.8) ▲
Schéma unifilaire de la station réalisée par logiciel ECODIAL

Pour réaliser ce schéma il faut utiliser la palette de symboles électriques qui est affichée automatiquement (en bas de l'écran) lors du lancement de l'application. Par défaut, c'est la palette des symboles « **Sources** » qui est affichée.

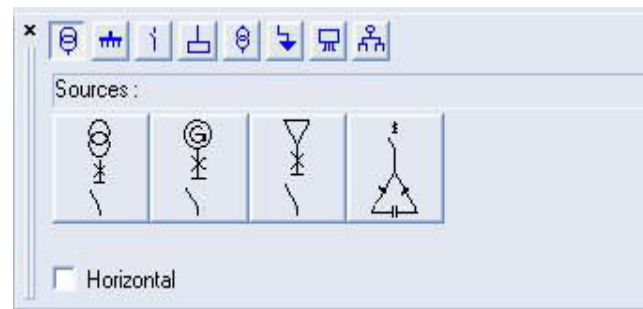
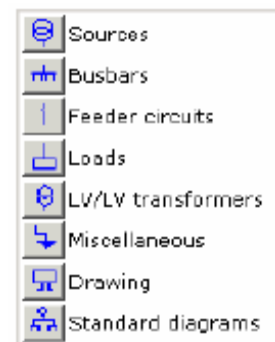


Figure (III.10) ▲
bibliothèque des symboles du
logiciel ECODIAL ▼

☞ Pointer le symbole « **Transformateur-Conducteur-
Protection** » dans la bibliothèque des symboles « **Sources** ».

Pour vous aider à distinguer les symboles, restez quelques secondes sur chaque symbole. Une bulle d'aide vous indique le circuit représenté par ce bouton.

Par ailleurs, en cas d'erreur, il suffit d'appuyer sur la touche « Echap » pour annuler la sélection.



Cliquer sur le symbole qui apparaît alors accroché au pointeur de la souris.

☞ Amener le symbole en haut de l'espace de dessin, puis cliquer de nouveau. Le symbole est placé.

☞ Le symbole reste sélectionné (il est en rouge). Cliquer à côté du symbole, il passe en noir il est donc désélectionné.

Le symbole suivant est un jeu de barres. Il faut afficher la

bibliothèque **Jeu de barres** dans la palette de symboles puis placer le jeu de barres sous la source.

☞ Cliquer le bouton « **Jeu de barres** » dans la barre d'outils de la palette des symboles.



☞ Le symbole reste sélectionné. Cliquer à côté du symbole pour le désélectionner

Pour changer le paramètre de chaque moteur, double cliquer sur le symbole du moteur et puis insérer les paramètres desirés

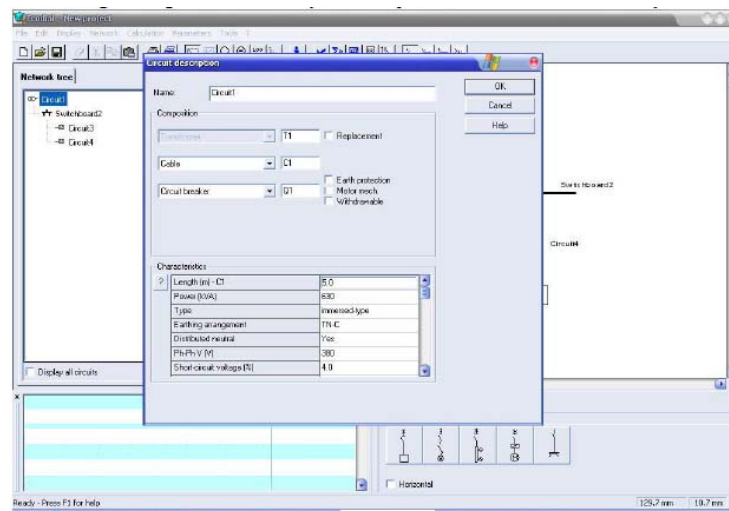


Figure (III.11) Fenêtre des parameter ▲

III.6.6.2 Bilan de puissance

Afin de dimensionner correctement la source de l'installation, il faut réaliser le bilan de puissance.

☞ Cliquer le bouton « **Test le circuit logique** » dans la barre d'outils pour tester le schéma et

vérifier les erreurs

☞ Cliquer le bouton « **bilan de puissance** » dans la barre d'outils pour obtenir le bilan de

puissance

☞ Cliquer le bouton « **Start calculation step by step** » pour logiciel débiter les calcule

nécessaires

Devant cliquer sur « **Start calculation step by step** » nous avons vu le tableau suivant :

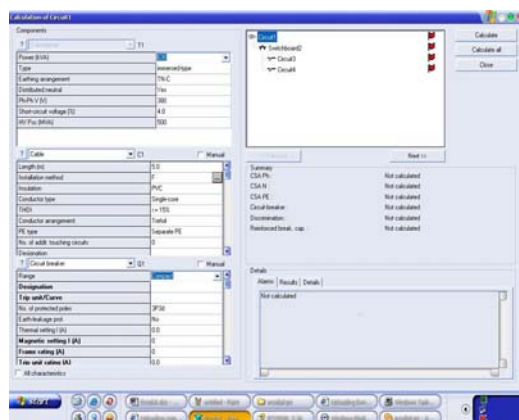


Figure (III.12) Fenêtre clcule pas à pas ▲

La chose la plus importante avant le début de calcul est de choisir la méthode de l'installation des câbles appuyez sur «**installation méthode**» et cette fenêtre apparaîtra.

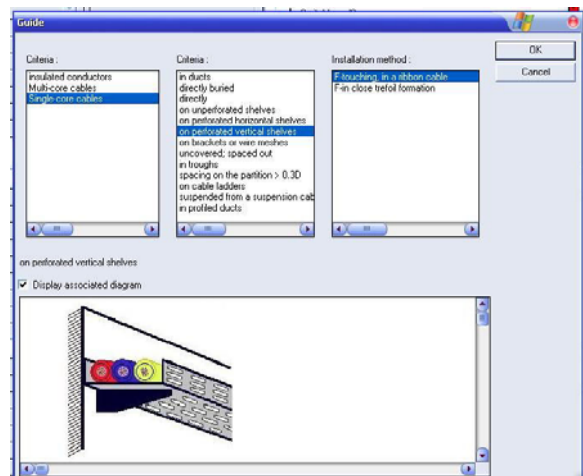


Figure (III.13) Fenêtre installation méthode ▲

Note: Entre les différents tap-off et que les barres bus besoin de plus de calcul. Après l'arrivée presse «**calculate all**» et cette fenêtre apparaîtra.

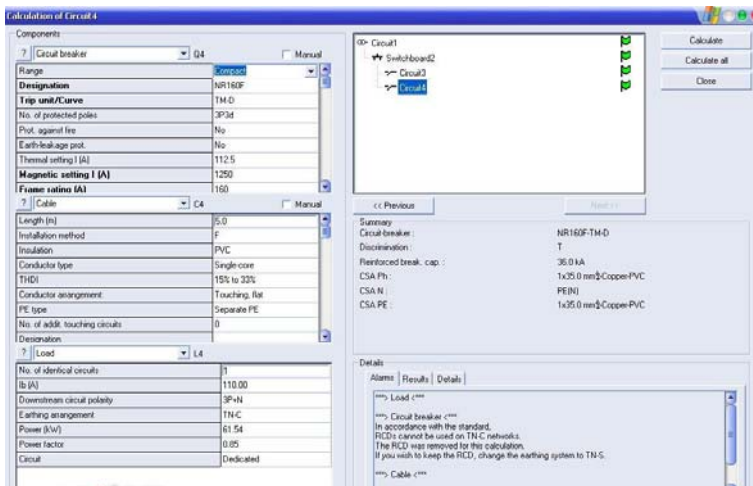
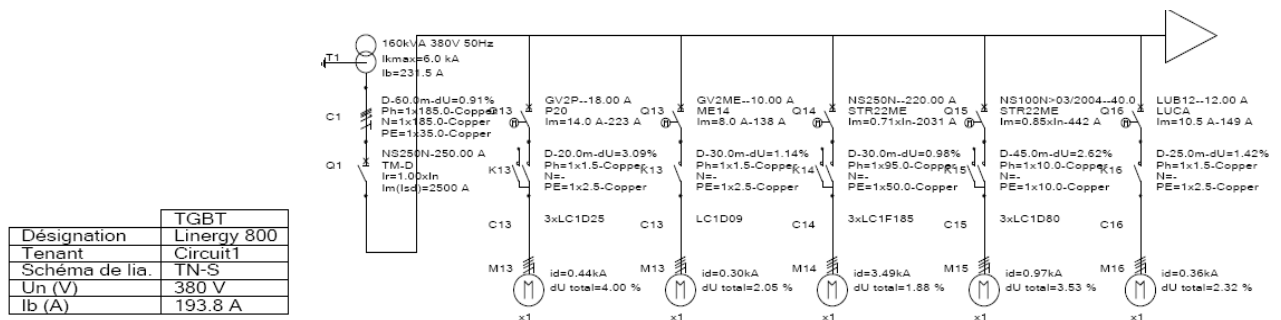


Figure (III.14) Fenêtre calcule pas à pas ▲

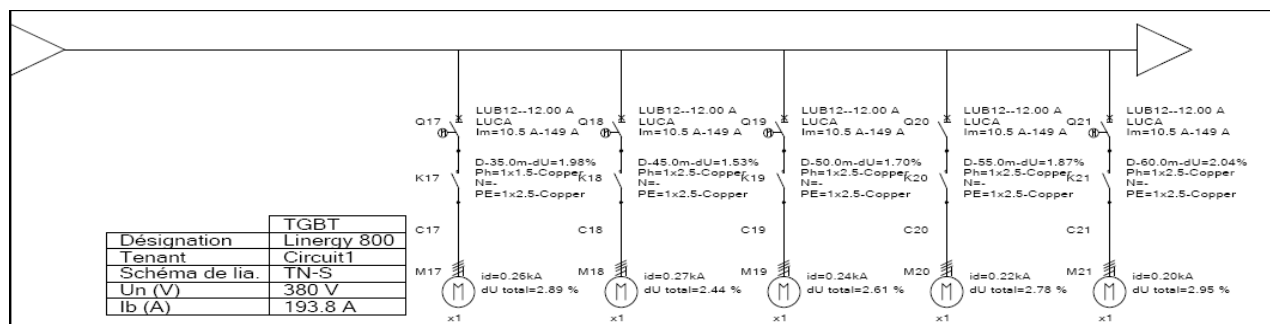
Maintenant, pour montrer le résultat de rapport cliquer sur le bouton





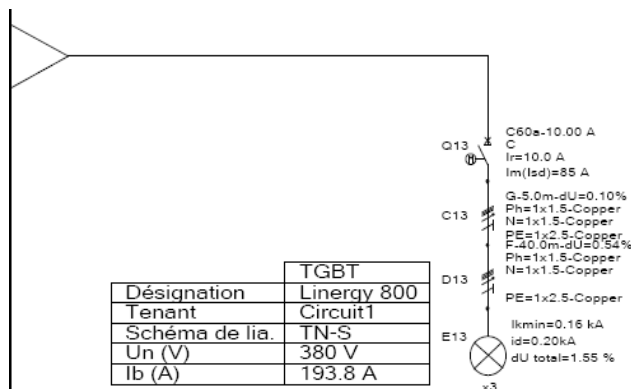
	TGBT
Désignation	Lineryg 800
Tenant	Circuit1
Schéma de lia.	TN-S
Un (V)	380 V
Ib (A)	193.8 A

	Circuit1	C.MACOIRE	Pom13	GIRATIORE	CRIBLE	TAP CENTRAL
	T1-C1-Q1	Q13-K13-C13-	Q13-K13-C13-	Q14-K14-C14-	Q15-K15-C15-	Q16-K16-C16-
Métal conducteur Ph	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Métal conducteur PE	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Métal conducteur Neutre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Ib (A)		13.73	7.03	151.93	32.68	10.07
Puissance (kW)		7.50	3.70	75.00	18.50	5.50



	TGBT
Désignation	Lineryg 800
Tenant	Circuit1
Schéma de lia.	TN-S
Un (V)	380 V
Ib (A)	193.8 A

	TAPI G.C	TAPI C.G	TAPI 1	TAPI2	TAPI 3
	Q17-K17-C17-	Q18-K18-C18-	Q19-K19-C19-	Q20-K20-C20-	Q21-K21-C21-
Métal conducteur Ph	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Métal conducteur PE	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Métal conducteur Neutre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
Ib (A)	10.19	10.19	10.19	10.07	10.19
Puissance (kW)	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50



	TGBT
Désignation	Lineryg 800
Tenant	Circuit1
Schéma de lia.	TN-S
Un (V)	380 V
Ib (A)	193.8 A

	ECLAIRAGE			
	Q13-C13-D13-			
Métal conducteur Ph	Cuivre			
Métal conducteur PE	Cuivre			
Métal conducteur Neutre	Cuivre			
Ib (A)	3.54			
Puissance (kW)	0.66			

Figure (III.15) Schéma BT des different depart de la station par ECODIAL ▲

III.6.7 Les résultats obtenus par logiciel ECODIAL

III. 6.7.1 Transformateur

TRANSFORMATEUR	T1
Puissance (kVA)	160
Schéma de liaison à la terre	TN-S
Neutre distribué	Oui
Un Ph-Ph (V)	380
Tension de court-circuit (%)	4.00
Perte en cuivre (W)	1984
Pcc HT (MVA)	500
Couplage	Triangle-Etoile
Fréquence du réseau (Hz)	50

Tableau (III.3) Chiox de transformateur par ECODIAL ▲

III.6.7.2 Les Moteurs

MOTEUR	M13	M14	M15	M16 /M17/M18/M19/M20	M13
Type de démarrage	Etoile-Triangle	Etoile-Triangle	Etoile-Triangle	Direct	Direct
Puissance mécanique utilisedumoteur(kW)	7.50	75.00	18.50	5.50	3.00
Rendement moteur	0.85	0.92	0.8 9	0.84	0.81
Ib (A)	13.73	151.93	32.68	10.07	7.03
Cos phi	0.83	0.75	0.86	0.83	0.80
Schéma de liaison à la terre	TN-S	TN-S	TN-S	TN-S	TN-S
Puissance (kW)	7.50	75.00	18.50	5.50	3.70
Id/In	2.40	2.40	2.40	7.20	6.00

Tableau (III.4) calcule les paramètres des moteurs par ECODIAL ▲

III.6.7.3 Jeu de barres

JEU DE BARRES	B2
Type de jeu de barres	linergy
In (A)	231.5
Nb de barres en //	1
Cos phi	0.77
Polarité du circuit	Tri + N
Température ambiante (°C)	35
T°C max admis sur Icc (°C)	85
Schéma de liaison à la terre	TN-S

Tableau (III.5) calcule les paramètres des moteurs par ECODIAL ▲**III.6.7.4. Les cables**

CABLE	C1	K13	K14	K15
Longueur (m)	60.0	20.0	30.0	45.0
Mode de pose	D	D	D	D
Isolant	PVC	PVC	PVC	PVC
Type conducteur	Monoconducteur	Monoconducteur	Monoconducteur	Monoconducteur
Arrangement conducteurs	Trèfle	A plat jointifs	A plat jointifs	A plat jointifs
Type de PE	PE séparé	PE séparé	PE séparé	PE séparé
Température ambiante (°C)	30	30	30	30
Nb conducteur Ph	1	1	1	1
S conducteur Ph (mm ²)	185.0	1.5	95.0	10.0
Nb conducteur N	1	1	1	1
Métal conducteur Ph	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
S conducteur N	185.0	1.5	95.0	10.0

(mm ²)				
Nb conducteur PE	1	1	1	1
Métal conducteur Neutre	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
S conducteur PE (mm ²)	35.0	2.5	50.0	10.0
Métal conducteur PE	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre

CABLE	K20	K21	C13	D13
Longueur (m)	55.0	60.0	5.0	40.0
Mode de pose	D	D	G	F
Isolant	PVC	PVC	PVC	PVC
Type conducteur	Monoconducteur	Monoconducteur	Conducteur isolé	Monoconducteur
Arrangement conducteurs	A plat jointifs	A plat jointifs	A plat jointifs	A plat jointifs
Type de PE	PE séparé	PE séparé	PE séparé	PE séparé
Température ambiante (°C)	30	30	30	30
Nb conducteur Ph	1	1	1	1
S conducteur Ph (mm ²)	2.5	2.5	1.5	1.5
Nb conducteur N	1	1	1	1
Métal conducteur Ph	Cuivre	Cuivre	Cuivre	Cuivre
S conducteur N (mm ²)	2.5	2.5	1.5	1.5
Nb conducteur PE	1	1	1	1

Tableau (III.6) Chiox des câbles par ECODIAL ▲

III.7 Choix des appareillages électriques

Pour chaque circuit, nous déterminons la liste de fonctions nécessaires à la protections et à l'utilisation de l'installation et nous testons une ou plusieurs associations d'appareils sur un plan:

- ✓ du bon fonctionnement,
- ✓ du la compatibilité des matériels choisis entre eux,
- ✓ du toutes les prescriptions de sécurité.

III.7.1 Fonctions de base des appareillages électriques

- ✓ Séparer- Condamner
- ✓ Protéger contre les courts-circuits
- ✓ Protéger contre les surcharges
- ✓ Protéger les personnes
- ✓ Etablir et interrompre l'énergie
- ✓ Surveillance
- ✓ Signalisation

III.7.2 Les appareillages électriques

III.7.2.1 Le sectionneur

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion qui satisfait, en position d'ouverture, aux prescriptions spécifiées pour la fonction de sectionnement qui permet d'isoler un circuit pour effectuer les opérations de maintenance, le dépannage ou de modification sur les circuits électrique qui se trouvent après le sectionneur.

Il peut être considéré comme un appareil de connexion et/ou raccordement mais jamais comme un appareil de protection (pouvoir de coupure nul) [13].

III.7.2.2 L'interrupteur

L'interrupteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit [13].

III.7.2.3 Le fusible

Le fusible est un élément capable d'interrompre le circuit par leur fusion, laquelle nécessite leur remplacement.

Il réalise une protection phase par phase, avec un pouvoir de coupure important sous un faible volume il se monte:

- ✓ soit sur des supports spécifiques appelés porte fusibles,
- ✓ soit dans des sectionneurs en remplacement des douilles ou des barrettes.

Il se classe deux categories [13]:

III.7.2.3.1 Le fusible

Ils protègent à la fois contre les courts-circuits et contre les surcharges les circuits ne présentant pas de pointes de courant importantes (exemple: circuit résistifs).en générale, leur calibre doit être immédiatement supérieur au courant de pleine charge du circuit protégé [13].

III.7.2.3.2 Fusible " Moteur" type aM

Ils protègent contre les courts-circuits, les circuits soumis à des pointes de courant élevées.

Leurs caractéristiques de fusion permettent aux fusibles aM de" laisser passer" ces surintensités, mais le rendent totalement inaptés à la protection contre les surcharges. En général, leur calibre doit être immédiatement supérieur au courant de pleine charge du circuit protégé [13].

III.7.2.4 Le disjoncteur

Le disjoncteur est un appareil de protection qui interrompt le circuit par ouverture de leurs pôles. Il protège contre les surcharges, les courts-circuits, les défauts d'isollements par ouverture rapide des circuits en défaut, il remplit aussi la fonction de sectionnement (raccordement).

Chaque disjoncteur réalise différents type de protection selon le déclencheur ou l'unité de contrôle qui lui est associé [13].

III.7.2.5 Le déclencheur

Il permet l'ouverture des pôles du disjoncteur l'hors d'un défaut, il est de nature magnétothermique, électronique ou avec unité de contrôle.

Il est choisi en fonction de type du courant d'emploi et courant maximal qui traverse le circuit en fonctionnement normal.

III.7.2.6 Le pouvoir de coupure

C'est la plus grande valeur du courant présumé de court-circuit qu'un disjoncteur peut interrompre sous une tension donnée et dans certaines conditions. Il s'exprime en kilo ampères.

III.7.2.7 Le contacteur

Appareil mécanique de connexion commandé par un électroaimant, capable d'établir et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit.

Il est commandé à distance au moyen de contact actionneur manuellement (bouton poussoir) ou automatique (asservie à une grandeur physique: pression, température, vitesse,...) [13].

III.7.2.8 Association avec un contacteur

- **Circuit de puissance:** chaque enroulement chauffant doit être inséré dans une phase ou polarité du récepteur à protéger.
- **Circuit de commande:** le contacte à ouverture du relais doit être raccordé en série dans le circuit de la bobine du contacteur commandant la mise sous tension du récepteur.

III.7.2.9 Les relais

Le relais est un appareil de protection capable de protéger contre les:

- Les surcharges: par contrôle du courant absorbé sur chacune des phases,
- Déséquilibre ou absence de phases, par son dispositif différentiel.

III.7.3 Choix du disjoncteur

Selon le type d'application dans l'installation:

- ✓ Disjoncteur tête d'installation
- ✓ Disjoncteur pour utilisation générale
- ✓ Disjoncteur à pouvoir de coupure élevé
- ✓ Disjoncteurs pour départs terminaux
- ✓ Disjoncteur moteurs
- ✓ Disjoncteur pour circuits à courant continu

III.7.3.1 Critères de choix des disjoncteurs

Le choix d'un disjoncteur se réalise selon:

Nombre de pôle, Tension d'emploi (U_e), Courant d'emploi (I_n), Fréquence, Pouvoir de coupure, Type de circuit à protéger (courbe de déclenchement), Fonction complémentaire [13].

III.7.4 Choix du Contacteurs

Les catégories d'emploi des contacteurs sont répartir à 2 catégories [13].

III.7.4.1 Catégorie d'emploi

III.7.4.1.1 Courant alternatif

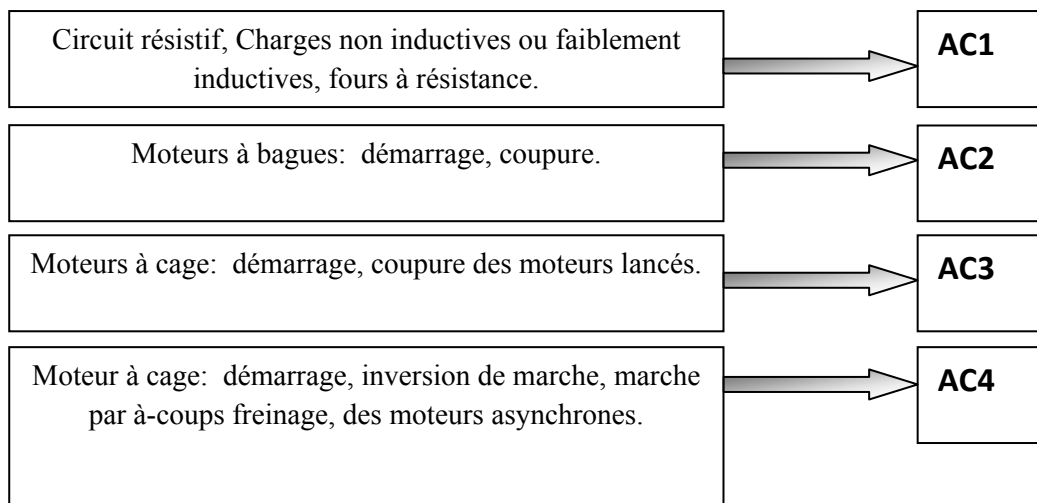


Figure (III.16) Choix du contacteur en courant alternatif ▲

III.7.4.1.2 Courant continu

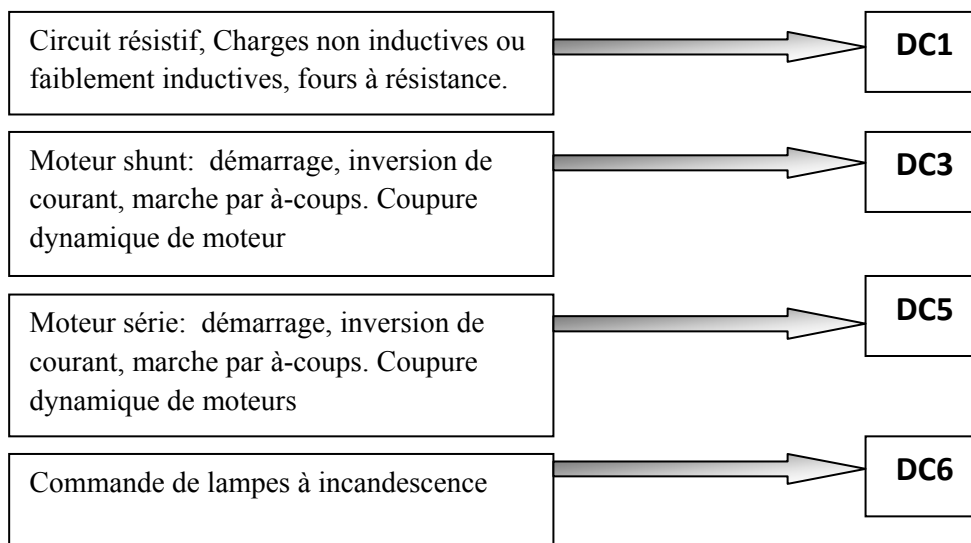


Figure (III.17) Choix du contacteur en courant alternatif ▲

III.7.5 Choix des Relais

Pour optimiser la durée de vie d'un moteur en interdisant son fonctionnement dans des conditions anormales, donc il est indispensable de choisir une protection appropriée.

Il existe plusieurs types de relais de protection:

- ✓ Relais thermiques,
- ✓ Relais à sondes PTC,
- ✓ Relais de sur couple,
- ✓ Relais multifonction.

III.7.5.1 Protection par relais thermique

- ✓ Un relais de protection thermique traditionnel protège le moteur dans les deux cas suivants:
- ✓ Surcharge, par le contrôle du courant absorbé sur chacune des phases,
- ✓ Déséquilibre ou absence de phase, par son dispositif différentiel.
- ✓ Couramment utilisé, ce relais offre une excellente fiabilité, et son cout est relativement faible. Il est particulièrement recommandé s'il existe un risque de blocage du rotor.

III.7.5.1 Protection par relais à sondes PTC

Une meilleure surveillance de la température interne du moteur peut être assurée par des sondes à thermistance PTC, disposées par le constructeur au cœur des enroulements, et associées à un relais d'alarme et de déclenchement.

Les thermistances PTC sont des résistances à coefficient de température positif leur valeur ohmique augmente très fortement dès que leur température atteint un seuil bien défini.

Par leurs dimensions réduites, les sondes ont une faible inertie thermique, et suivent rapidement les variations de température du milieu où elles se trouvent.

C'est la seule solution pour protéger un moteur dans des applications où le régime d'arrêt et de marche est sévère, ainsi que pour les applications où il existe un risque de refroidissement du moteur (défectueux) [13].

III.7.5.2 Protection par relais de sur-couple

Ce type de relais permet une meilleure surveillance de la chaîne cinématique. Il assure la protection de celle-ci en cas de blocage du rotor, de grippage ou d'apparition d'à-coups de couple. Ce relais vient en complément d'une protection thermique par relais ou par sonde PTC. Il est particulièrement recommandé pour les machines à fort couple résistant, à forte inertie et à forte probabilité de blocage en régime établi. Le relais de sur-couple peut être utilisé comme protection pour les moteurs en cas de démarrage long ou très fréquent.

III.7.5.3 Protection par relais multifonction

Ils sont protégés contre:

- ✓ Les surcharges thermiques par la mesure des courants de la machine.
- ✓ Le dépassement de la température interne de la machine (sondes PTC).
- ✓ Les déséquilibres et absences de phases.
- ✓ Le courant de fuite à la terre (DDR).
- ✓ La machine à vide.
- ✓ Le démarrage long.
- ✓ Le sur-couple et le blocage du rotor.

- ✓ Le $\cos \varphi$ trop faible.

III.7.6 Choix des interrupteurs

Leur choix s'effectue selon les critères suivants:

- ✓ le type d'application (domestique, tertiaire ou industrielle)
- ✓ les caractéristiques (norme, catégorie d'emploi, tension, endurance)
- ✓ les fonctions auxiliaires (Protection différentielle, déclenchement à distance ou signalisation).

III.7.7 Choix d'un dispositif de protection

Ce tableau présente, d'une manière synthétique, les informations qui ont été développées dans ce chapitre sur la protection.

Il donne un aperçu rapide des possibilités de chacun des dispositifs, il est recommandé, pour toutes les applications, de se référer aux articles et de consulter les catalogues des fournisseurs [15].

Dispositifs de protection	Protection contre les surcharges		Protection contre le court-circuit	Protection du personnel is olement	Protection contre la marche en monophas é	Protection des moteurs à grande inertie
	Ligne	Récepteur				
Fusibles gG	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non
Fusibles aM	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non
Sectionneur*	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
Sectionneurs porte-fusible gG*	Oui	Non	Oui	Oui	Oui**	Non
Sectionneurs porte-fusible aM*	Non	Oui	Oui	Oui	Oui**	Non
Interrupteurs-sectionneurs	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
Disjoncteurs magneto-thermique	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non

Relais thermiques	Oui	Oui protection indirecte	Non	Non	Oui	Non sauf TC saturables
Dispositifs à sondes	Non	Oui protection directe	Non	Non	Oui	Oui
Relais magnétique	Oui*** surcharge importante	Oui*** surcharge importante	Oui**	Non	Non	Non
Disjoncteurs moteur	Oui	Oui protection indirecte	Oui	Oui sous certaines condition		Non
Disjoncteurs magnétiques	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
Contacteurs Disjoncteurs	Oui	Oui protection indirecte	Oui	Oui	Oui	Oui
Contacteurs Disjoncteurs d'installation	Oui	Oui sauf moteur	Oui	Oui	Non	Non

Tableau (III.7) Choix d'un dispositif de protection ▲

III.8 Choix d'un démarreur

Lors de la mise sous tension d'un moteur asynchrone, celui-ci provoque un fort appel de courant qui peut provoquer des chutes de tension importantes dans une installation électrique. Pour ces raisons en autres, il faut parfois effectuer un démarrage différent du démarrage direct. Il est donc logique de limiter le courant pendant le démarrage à une valeur acceptable. Mais si l'on limite le courant, on limite du fait la tension (dans certain cas seulement).

Remarque: Cette étude ne tient pas compte des possibilités offertes par les variateurs électroniques de fréquence.

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

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

Le choix d'un démarreur sera lié:

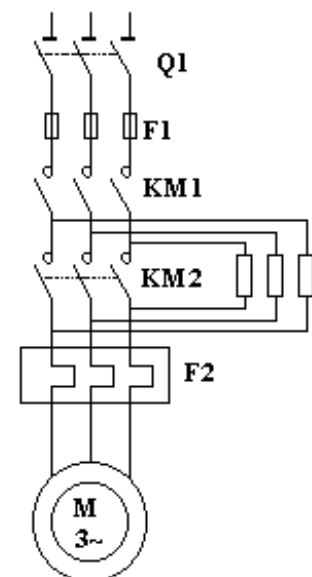
- ✓ au type d'utilisation: souplesse au démarrage,
- ✓ à la nature de la charge à entraîner
- ✓ au type de moteur asynchrone
- ✓ à la puissance de la machine
- ✓ à la puissance de la ligne électrique
- ✓ à la gamme de vitesse requise pour l'application.

Dans la suite de ce chapitre, nous exposerons et comparerons les différents types de démarreur.

III.8.1. Démarrage statorique

Ce type de démarrage a des caractéristiques comparables au démarrage étoile triangle Il n'y a pas de coupure de l'alimentation du moteur entre les deux temps de démarrage.

Ce dernier démarreur peut être associé au dispositif de démarrage étoile-triangle. On démarre en étoile, puis on passe en couplage triangle avec les résistances, et enfin on termine en couplage triangle direct.



▲ **Figure (III.18)**
Circuit de puissance
du démarrage
statorique

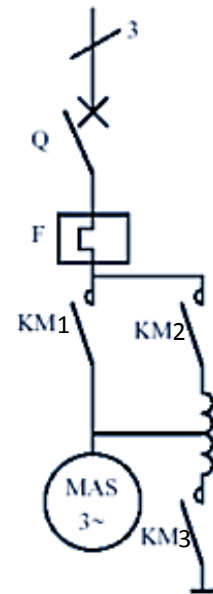
III.8.2 Tension réduite par auto-transformateur

Dans le démarrage par autotransformateur, on effectue le même type que le démarrage étoile triangle (on a en plus le choix du rapport des tensions en choisissant le rapport de transformation) mais les phénomènes transitoires du démarrage étoile triangle (pointe de courant au passage triangle, ne vont plus exister car le courant n'est jamais coupé).

Dans un premier temps, on démarre le moteur sur un autotransformateur couplé en étoile. De ce fait, le moteur est alimenté sous une tension réduite réglable. Avant de passer en pleine tension, on ouvre le couplage étoile de l'autotransformateur, ce qui met en place des inductances sur chaque ligne limitant un peu la pointe et presque aussitôt, en court-circuite ces inductances pour coupler le moteur directement au réseau.

$$I_d = 1,7 \text{ à } 4 I_n \quad C_d = 0,5 \text{ à } 0,85 C_n$$

Ce mode de démarrage est surtout utilisé pour les fortes puissances (100kW) et conduit à un coût de l'installation relativement élevé, surtout pour la conception de l'autotransformateur.



▲ **Figure (III.19)**
Circuit de puissance du démarrage par autotransformateur

III.8.3 Démarrage rotorique

Dans tous les démarreurs précédents, nous n'avons utilisé que des moteurs à cage d'écureuil. Pour ce démarreur, nous avons besoin d'avoir accès au conducteur rotorique. Le fait de rajouter des résistances au rotor provoque une limitation de la pointe de courant au démarrage. En plus, il a l'avantage, si les résistances sont bien choisies, de démarrer avec le couple maximal du moteur.

III.8.4 Les démarreurs électroniques

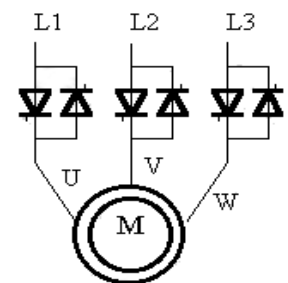
Ils permettent un démarrage progressif des moteurs, ils remplacent les démarreurs à technologie électromagnétique cités dans les paragraphes précédents.

- **constitution**

Les démarreurs sont constitués d'un Gradateur triphasé à angle de phase

On va nécessiter dans notre travail avec deux modes de démarrages

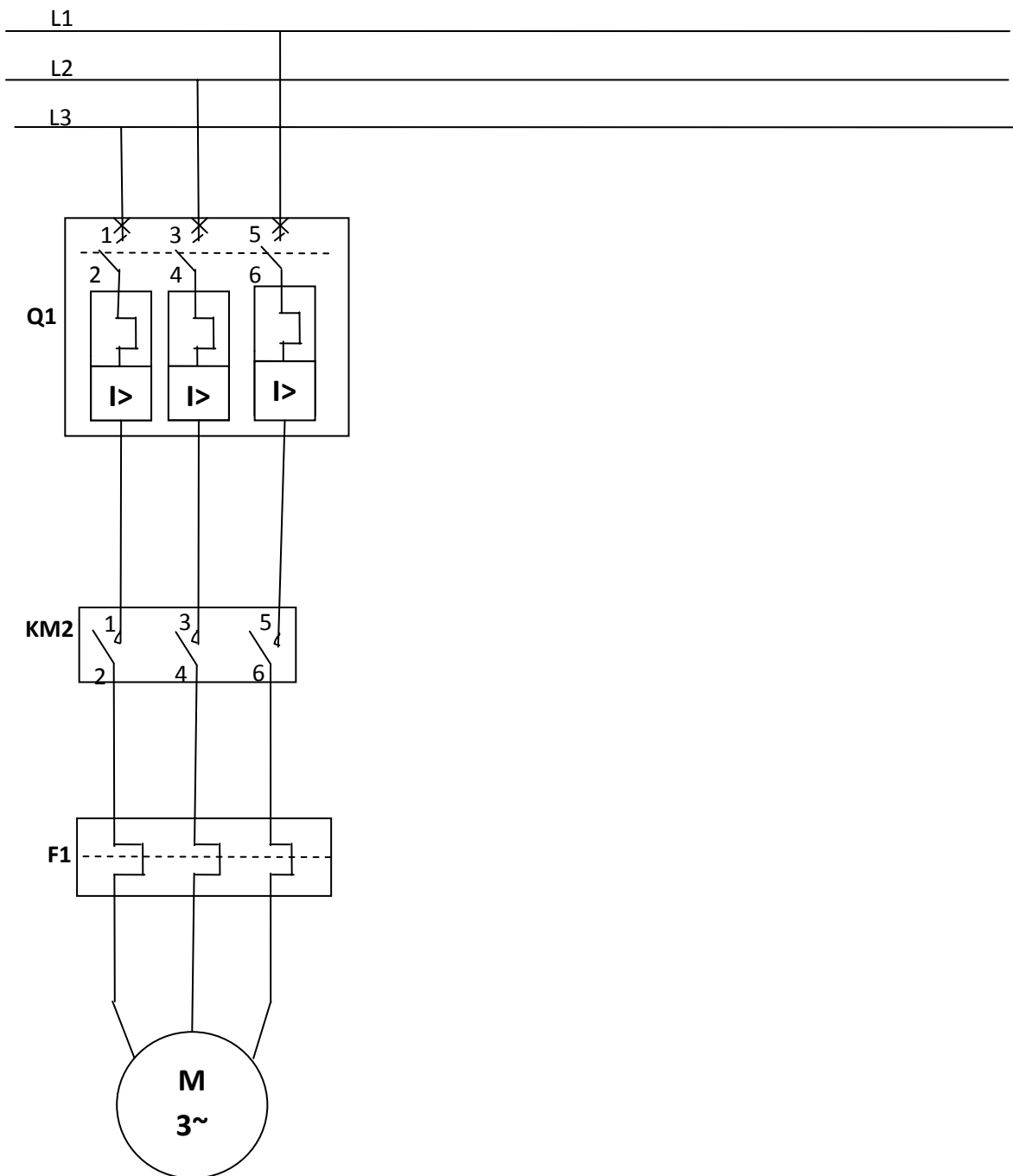
- ✓ démarrage direct
- ✓ démarrage étoile-triangle



▲ **Figure (III.20)**
Démarreurs électroniques

III.8.5 Démarrage direct

III.8.5.1 Circuit de puissance $I_d = 5 \text{ à } 8 I_n$ $C_d = 0,5 \text{ à } 1,5 C_n$



▲ **Figure (III.3)**

Circuit de puissance d'un démarrage direct du moteur

III.8.5.2 Circuit de commande

S1, S2: Boutons poussoirs.

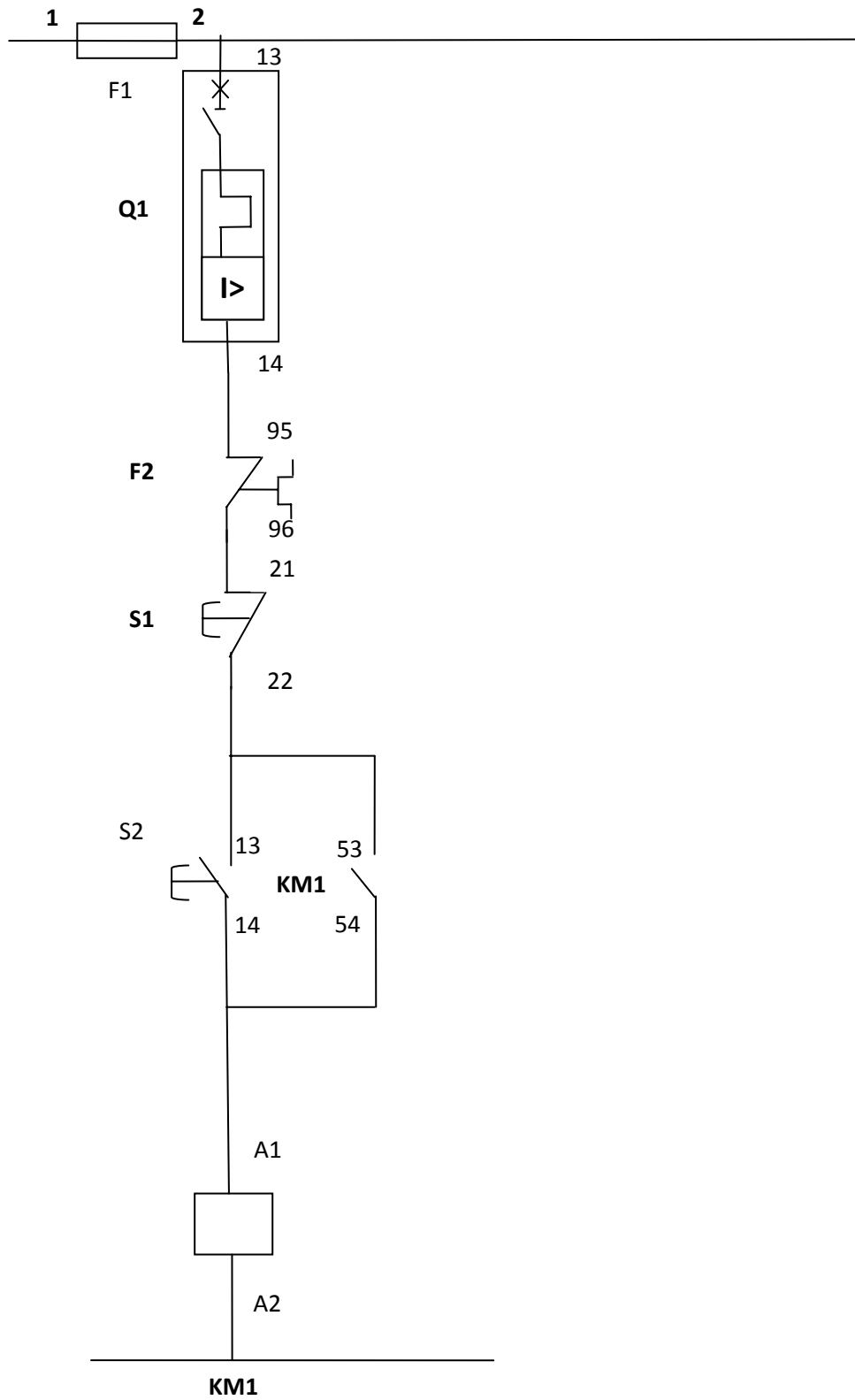


Figure (III.4) Circuit de commande d'un démarrage direct du moteur ▲

III.8.5.3 Principe de fonctionnement

III.8.5.3.1 Circuit de puissance

- ✓ Fermeture manuelle de Q1.
- ✓ Fermeture de KM1, mise sous tension de moteur.

III.8.5.3.2 Circuit de commande

- ✓ Impulsion sur S2.
- ✓ Fermeture de KM1.
- ✓ Auto maintien de KM1 (53-54).

Arrêt:

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

III.8.5.4 Protection

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

III.8.5.5 Avantages

- ✓ Démarreur simple.
- ✓ Economique.
- ✓ Couple de démarrage important.

III.8.5.6 Inconvénients

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

III.8.6 Démarrage étoile-triangle à deux sens de marche

III.8.6.1 Circuit de puissance $I_d = 1,5 \text{ à } 2,6 I_n$ $C_d = 0,2 \text{ à } 0,5 C_n$

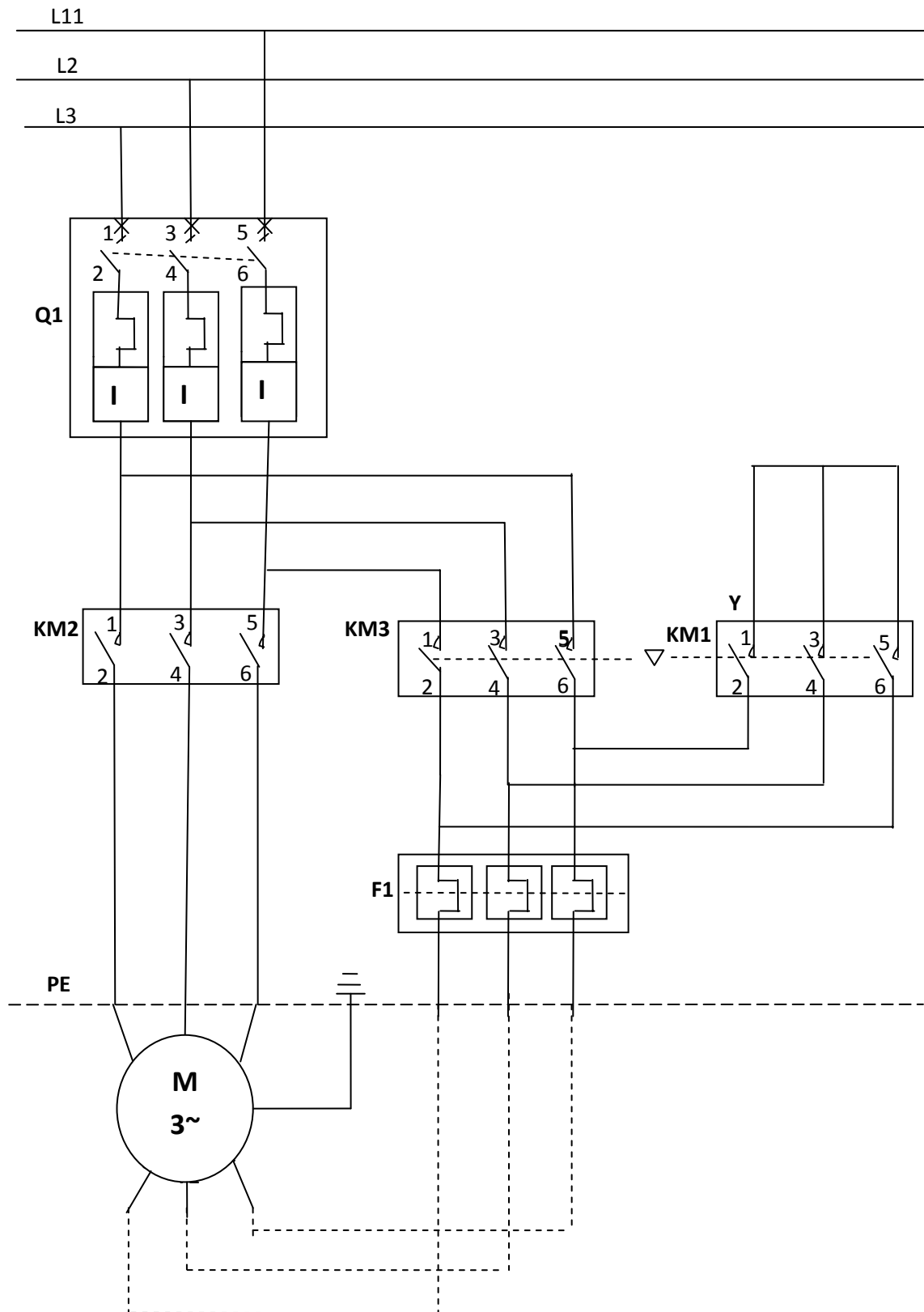


Figure (III.3) circuit de puissance d'un démarrage du moteur étoile – triangle à ▲
deux sens de marche

III.8.6.2 Circuit de commande

S1, S2: Boutons poussoirs.

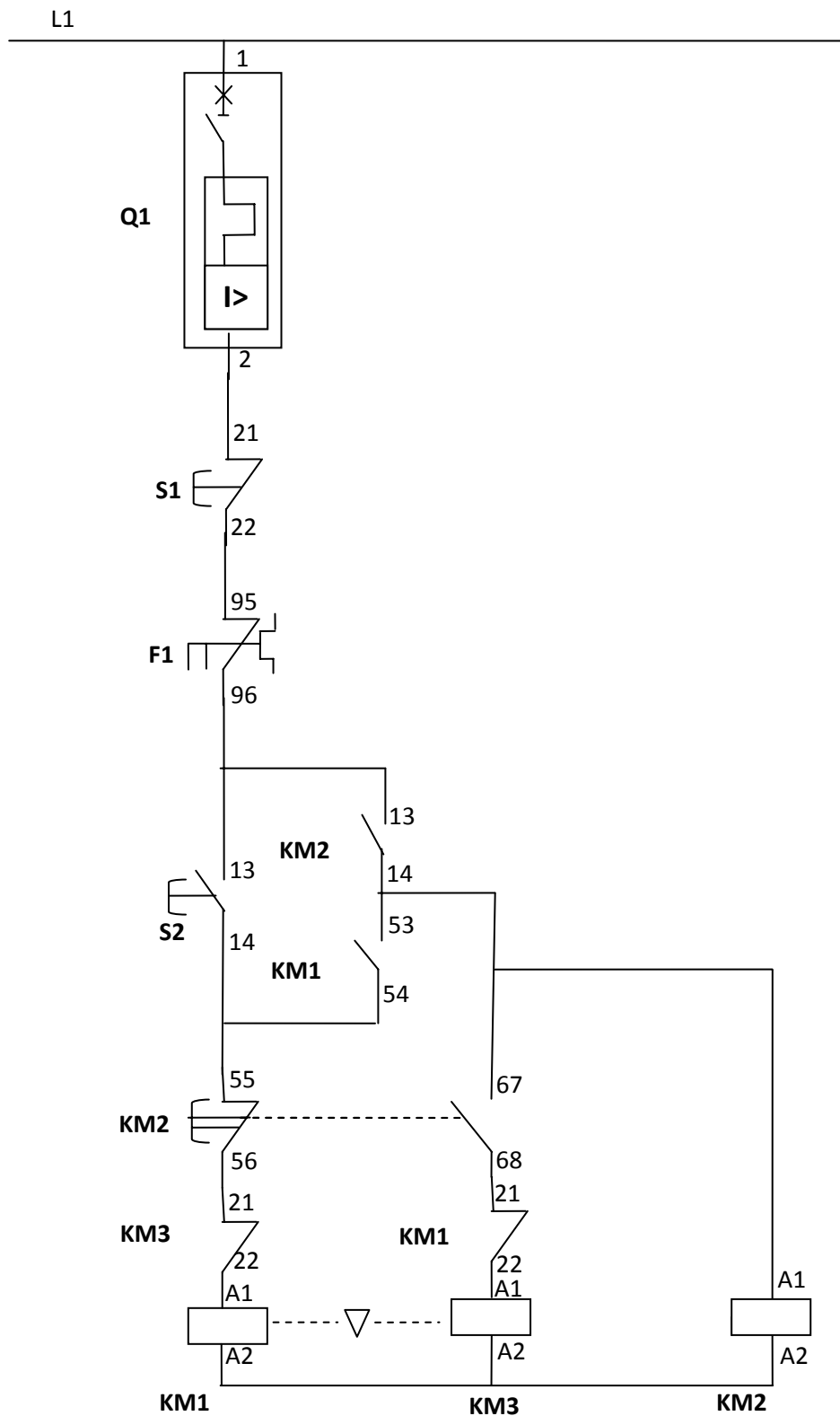


Figure (III.4) circuit de commande d'un démarrage étoile – triangle ▲

III.8.6.3 Principe de fonctionnement du circuit de puissance

- ✓ Fermeture manuelle de Q1.
- ✓ Fermeture de KM1 (couplage Y).
- ✓ Fermeture de KM2 (alimentation du moteur).
- ✓ Ouverture de KM1 (élimination du couplage Y)
- ✓ Fermeture de KM3 (couplage Δ)

III.8.6.4 Principe de fonctionnement du circuit de commande

- ✓ Impulsion sur S2. Fermeture de KM1.
- ✓ Fermeture de KM2 par KM1 (53-54)
- ✓ Auto-maintien de KM1 et KM2 par KM2 (13-14)
- ✓ Ouverture de KM1 par KM2 (55-56)
- ✓ Fermeture de KM3 par KM1 (21-22) et KM2 (67-68)
- ✓ Arrêt: impulsion sur S1

III.8.6.5 Les avantages

- ✓ économique
- ✓ bon rapport courant /couple

III.8.6.6 Les inconvénients

- ✓ couple de démarrage faible
- ✓ coupure d'alimentation au changement de couplage
- ✓ moteur 6 bornes

III.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons représenté une étude générale sur les réseaux électriques et une étude détaillée sur le poste MT/BT.

Ensuite nous avons expliqué la prise en main du logiciel ECODIAL.

Après on a étudié les schémas électriques de la station à l'aide du logiciel ECODIAL qui nous a permis d'optimiser les choix des câbles et les appareillages électriques nécessaires avec le bilan de puissance.

ET puis nous avons donné les critères pour choisir les appareillages électriques (protection des moteurs, disjoncteur, relais thermique...).

DIAGRAMME FONCTIONNEL GRAFCET

- IV.1 : INTRODUCTION*
- IV.2 : HISTORIQUE*
- IV.3 : DOMAINE D'APPLICATION DU GRAFCET*
- IV.4 : DÉFINITION DU GRAFCET*
- IV.5 : STRUCTURE DE BASE*
- IV.6 : CLASSIFICATION DES ACTIONS*
- IV.7 : RÈGLES D'ÉVOLUTIONS*
- IV.8 : LES MACRO ÉTAPES*
- IV.9 : GRAFCET HIÉRARCHISÉS*
- IV.10 : SÉQUENCEUR*
- IV.11 : DEFINITION D'UN CAHIER DE CHARGE FONCTIONNEL*
- IV.12 : CONCLUSION*

IV.1 Introduction

La résolution des systèmes automatiques deviennent de plus en plus complexes avec un nombre élevé de variables d'entrées, et la résolution par méthode du tableau de KARNAUGH n'est pas toujours aisée, d'où la nécessité d'un outil souple " **GRAFCET** " qui propose des solutions adéquates pour ces systèmes.

Le GRAFCET est un outil graphique qui permet de décrire le fonctionnement d'un automatisme séquentiel. Il peut être utilisé pour représenter l'automatisme dans toutes les phases de la conception: de la définition du cahier des charges, à la mise en œuvre (programmation d'un automate programmable industriel, utilisation de séquenceurs ou autres technologies) en passant par l'étude des modes de marches et d'arrêts.

Le GRAFCET repose sur l'utilisation d'instructions précises, l'emploi d'un vocabulaire bien défini, le respect d'une syntaxe rigoureuse, et l'utilisation de règles d'évolutions. Il permet, entre autre, d'adopter une démarche progressive dans l'élaboration de l'automatisme.

C'est dans cet état d'esprit que s'inscrira notre deuxième chapitre. Nous aborderons en premier lieu le domaine d'application et la description d'éléments de bases GRAFCET. On passera ensuite à différentes structures du GRAFCET et les règles d'évolutions et nous termineront par un aperçu des GRAFCET hiérarchisés [1].

IV.2 Historique

Le **GRAFCET** : **GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes-**T**ransitions, est né en 1977 des travaux de l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), en tant que synthèse théorique des différents outils existants à cette époque.

Mis sous sa forme actuelle par l'ADEPA, en 1979, normalisé en France en 1982 (Norme Française NFC 03-190 juin 1982), le Grafcet est aujourd'hui normalisé sur le plan international sous l'appellation diagramme fonctionnel. Depuis sa création le Grafcet est en perpétuelle évolution, suite à différents travaux de recherche Actuellement la norme est cours de révision [1].

IV.3 Domaine d'application du GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition), également appelé Diagramme Fonctionnel en Séquence ou Séquentiel Function Chart, permet "...l'établissement

des descriptions de la fonction et du comportement des systèmes de commandes en établissant une représentation graphique indépendant de la réalisation technologique....", (FigIV.1) [1].

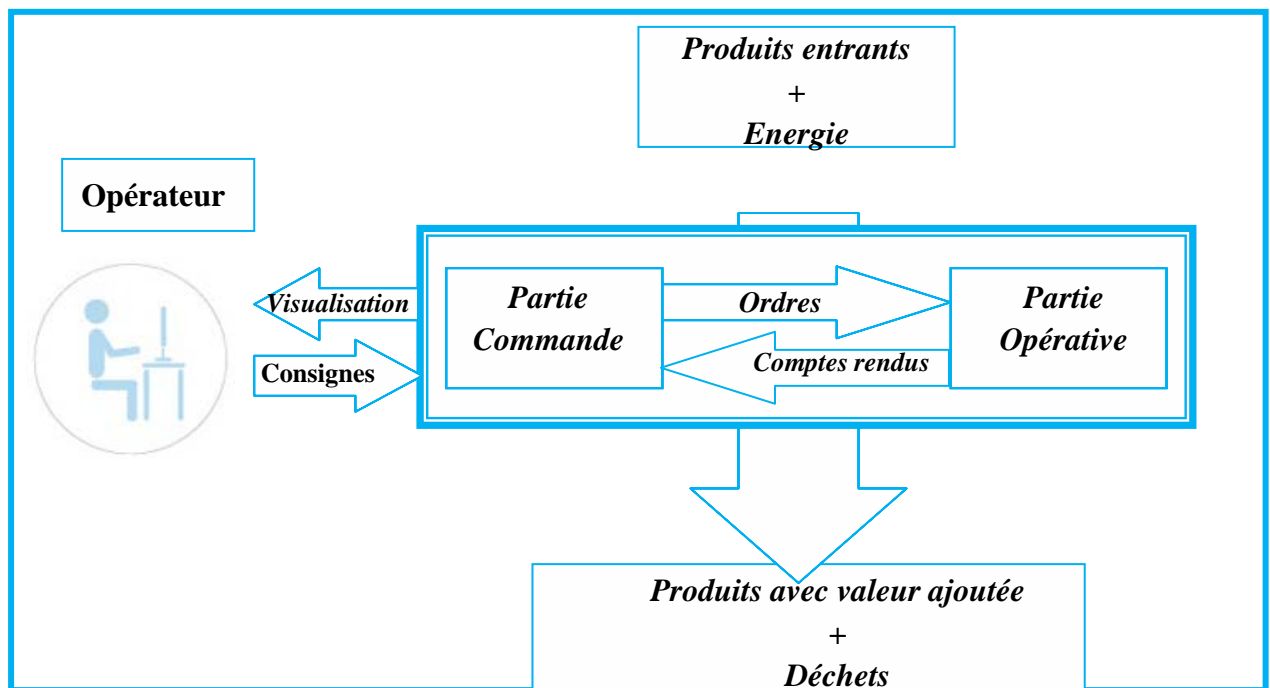


Figure.(IV.1) Schéma système de commande. ▲

Le GRAFCET est destiné représenter des automatismes logiques séquentiels, c'est à dire des systèmes événementiels dans lesquels les informations sont de type booléennes (tout ou rien) ou peuvent s'y ramener (numériques). Le GRAFCET est utilisé généralement pour spécifier et concevoir le comportement souhaité de la partie commande d'un système de commande mais il peut également être utilisé pour spécifier le comportement attendu de la partie opérative ou bien de tout le système de commande, Destiné à être un moyen de communication entre l'automaticien et son client, le GRAFCET est un outil utilisé pour la rédaction du cahier des charges d'un automatisme.

Cependant un des points forts du GRAFCET est la facilité de passer du modèle l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel.

Le GRAFCET passe alors du langage de spécification au langage d'implémentation utilisé pour la réalisation de l'automatisme [4].

IV.4 Définition du GRAFCET

Lorsque le mot GRAFCET (en lettre capitale) est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot grafcet est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (Représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (Elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles.

Où le GRAFCET c'est un diagramme de description du comportement déterministe de la partie commande d'un système automatisé (Fig.IV.2) [4].

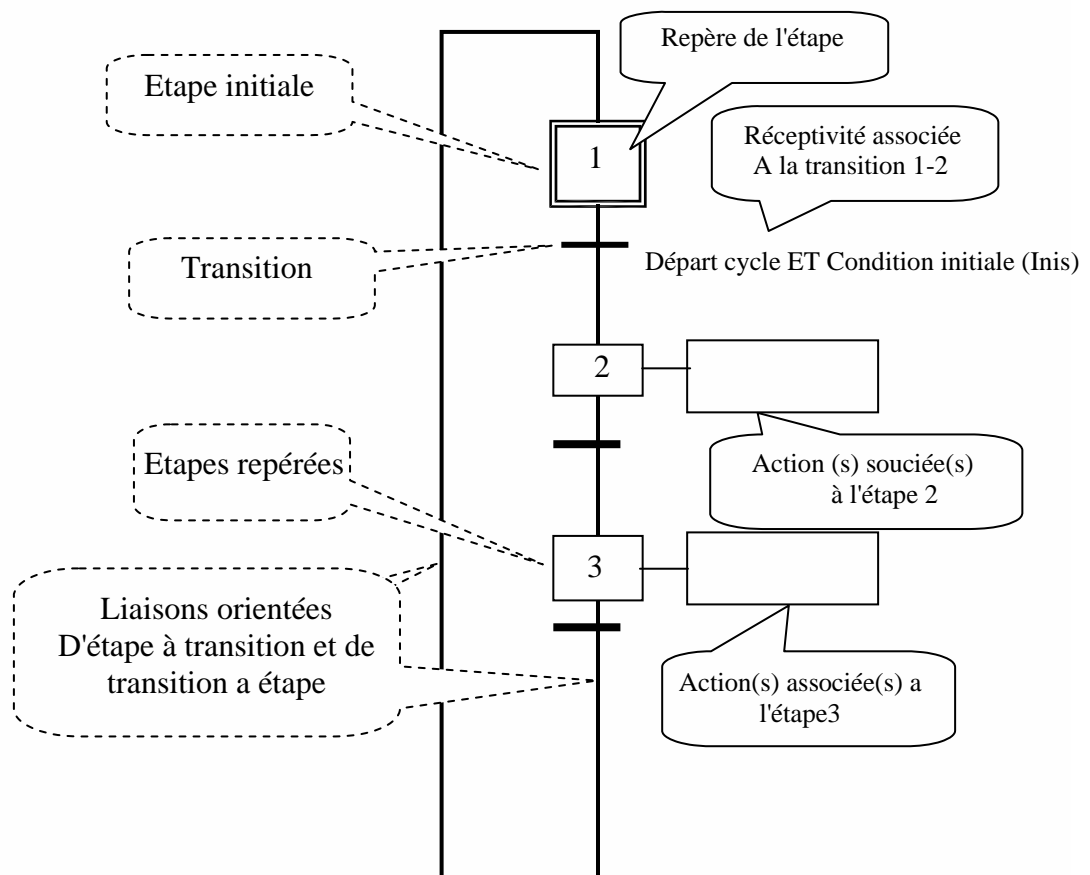
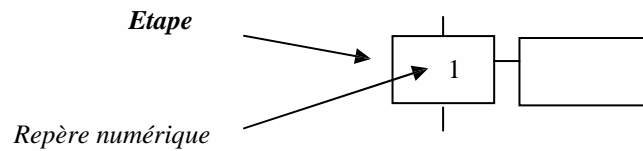


Figure.(IV.2) structure générale d'un GRAFCET. ▲

- ✓ étapes auxquelles sont associées des actions;
- ✓ transition auxquelles sont associées des réceptivités;
- ✓ liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

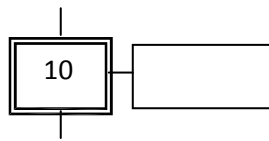
IV.4.1 Etape

Une étape est symbolisée par un carré repéré numériquement (fig.IV.3), [1].



▲ **Figure (IV.3)** Une Etape.

L'étape initiale est représentée par un double carré (fig.IV.4).



▲ **Figure (IV.4)** Une Etape Initiale.

IV.4.2 Action associée à une étape

Une action est symbolisée par un rectangle relié au symbole de l'étape associé (fig IV.5) [1].

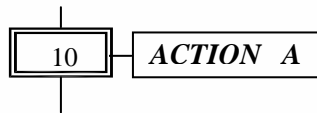
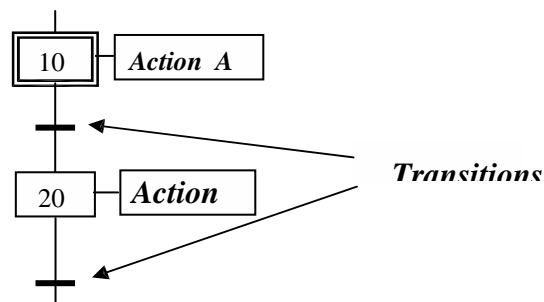


Figure (IV.5) Une Action. ▲

IV.4.3 Transition

Une transition est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison orientée. Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives, (fig IV.6) [1].



▲ **Figure (IV.6)** Une Transitions.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est dite validée lorsque toutes

les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

IV.4.4 Réceptivité associée à la transition

A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui peut être soit vraie soit fausse. La réceptivité peut s'écrire sous plusieurs formes : [1].

Réceptivités sous forme de proposition logique ou sous forme d'une fonction combinatoire (fig.IV.7).

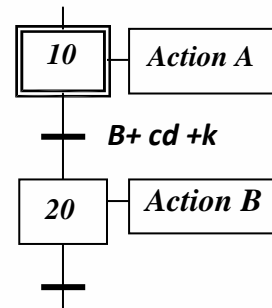
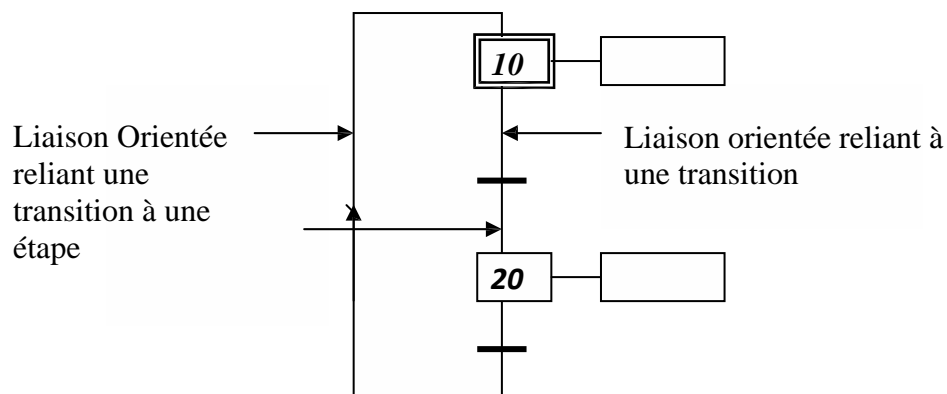


Figure.(IV.7) Réceptivité sous forme de proposition logique. ▲

IV.4.5 Liaisons orientées

Les liaisons orientées relient une étape à une transition ou inversement, (fig.IV.8) [1].



Figure(IV.8) Liaison Orientée.▲

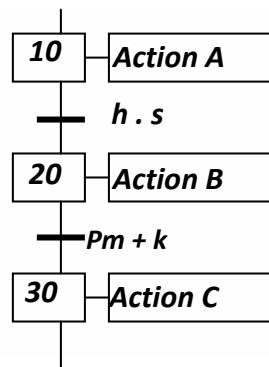
IV.5 Structure de base

Les structures de base les plus utilisées sont décrites ci – après.

IV.5.1 Séquence unique

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les une après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque

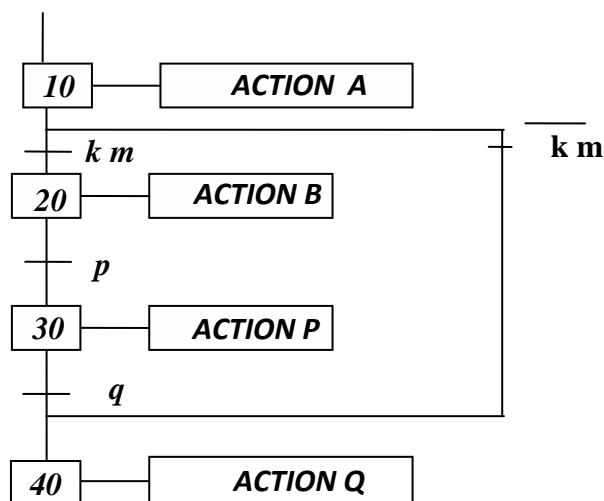
transition n'est validée que par une seule étape, (fig.IV.9) [3].



▲ Figure (IV. 9) Séquence unique.

IV.5.4 Saut d'étape

Saut d'étapes : permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à effectuer dans ces étapes deviennent inutiles ou sans objet, (fig.IV.10), [3].



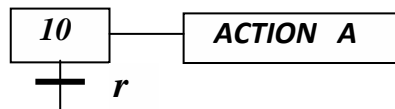
▲ Figure(IV.10) Saut d'étape.

IV.6 Classification des actions

Les actions associées à une étape traduisent ce qui doit être exécuté à un instant donné lorsque cette étape est active. Les différents types d'actions sont les suivants, [3] :

IV.6.1 Action continue

Action continue ou action non mémorisée : l'exécution de l'action se poursuit tant que l'étape à laquelle elle est associée reste active, (fig IV.11) [3].

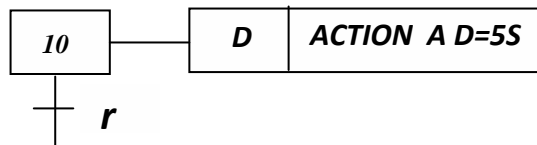


Figure(IV.11) Action continue (non mémorisée). ▲

L'exécution de l'action A se continue tant que l'étape X10 à laquelle elle est associée reste active.

IV.6.2 Action retardée

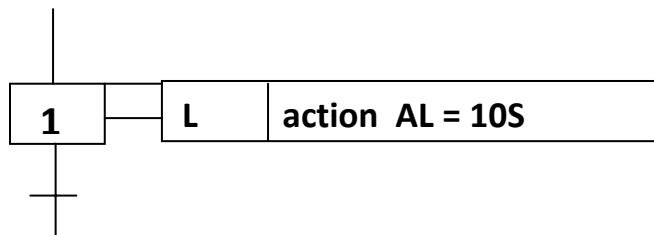
Action retardée : c'est une action continue qui est exécutée après un délai donné, compté à partir de l'activation de l'étape à laquelle l'action est associée, tant que l'étape reste active, (fig.IV.12) [3] .



▲ **Figure(IV.12)** Action retardée.

IV.6.3 Action limitée dans le temps

Action limitée dans le temps : c'est une action continue qui est exécutée dès que l'étape à laquelle elle est associée est activée, elle cesse lorsque le délai donné, compté à partir de l'activation de l'étape, est écoulé, (fig.IV.13) [3].



Figure(IV.13) Action retardée dans le temps. ▲

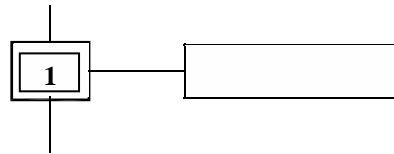
IV.7 Règles d'évolutions

Les règles d'évolution qui définissent les conditions dans lesquelles les étapes peuvent être actives ou inactives sont les suivantes :

IV.7.1 Règle N°1 : initialisation

La situation initiale du GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie

commande vis-à-vis de la partie opérative et correspond aux étapes actives au début du fonctionnement, (fig.IV.14) [1].



▲ **Figure (IV.14)** Initialisation d'une étape

IV.7.2 Règle N2:franchissement d'une transition

Le franchissement d'une transition ne peut se produire que lorsque:

- ✓ la transition est validée;
- ✓ la réceptivité associée à cette transition est vraie.

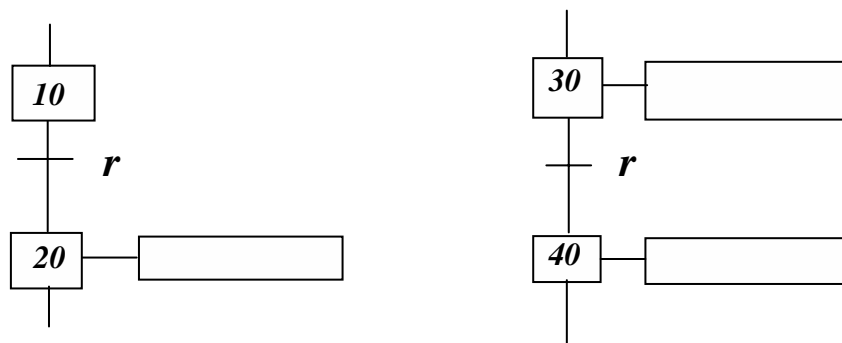
Une fois ces deux conditions sont réunies, la transition devient franchissable et est obligatoirement franchie [1].

IV.7.3 Règle N 3: évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entrain simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes [1].

IV.7.4 Règle N°4: Evolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies (fig.IV 15).



Figure(IV.15) Transition non simultanément franchissable. ▲

Deux GRAFCET séparés dont le franchissement de la transition r de l'un n'implique pas le franchissement de la transition r de l'autre [1].

IV.7.5 Règle N°5: Activations et désactivations simultanées d'une même étape

Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active [1].

IV.8 Les Macro étapes

Le concept de macro-étape permet des descriptions par niveau de détail successif. Ainsi Plusieurs niveaux de représentation peuvent être mis en oeuvre. Le premier niveau exprimant globalement la fonction à remplir sans se soucier de tous les détails superflus qui seront décrit dans les niveaux suivants, correspondant à une analyse plus fine. Finalement le dernier niveau pourra être celui correspondant à l'implémentation de la partie commande dont on spécifie le comportement [4].

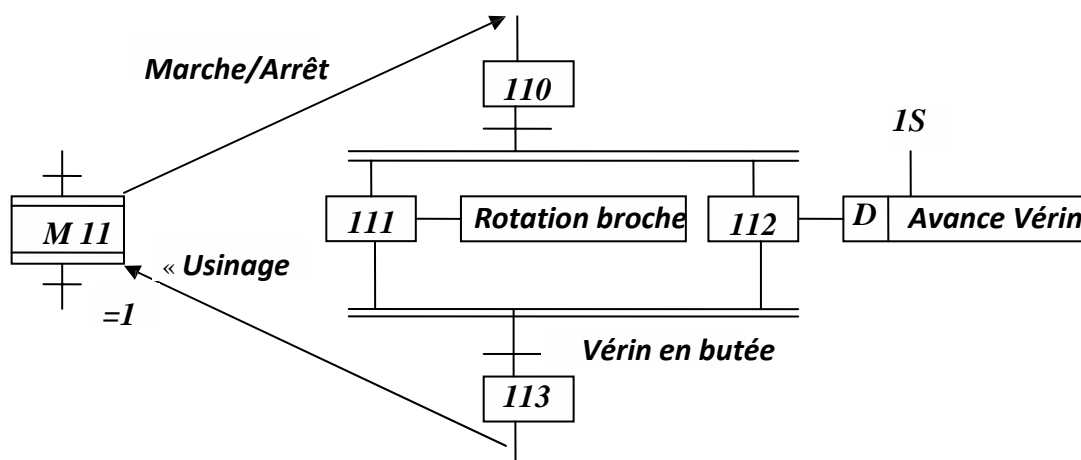
✓ Définition Les Macro étapes

Une macro-étape est l'unique représentation d'un ensemble unique d'étapes et de transitions nommé Macro-expansion .L'expansion de la macro-étape commence par une seule étape d'entrée et se termine par une seule étape de sortie.

On représente une macro-étape à l'aide de double barre dans le symbole d'étape. On repère une macro-étape à l'aide d'un identificateur commençant par la lettre M.

Lors de l'interprétation d'un grafcet (programmation), on remplace les macro-étapes par leur Macro- expansion afin de pouvoir appliquer les règles d'évolution du GRAFCET. Une macro-étape sera dite "active" si au moins une étape de l'expansion est active.

Il n'y a pas d'action associée à une macro-étape cependant on peut faire figurer un commentaire donnant une indication de la fonction réalisée par la macro-étape, (fig.IV .15) [4].

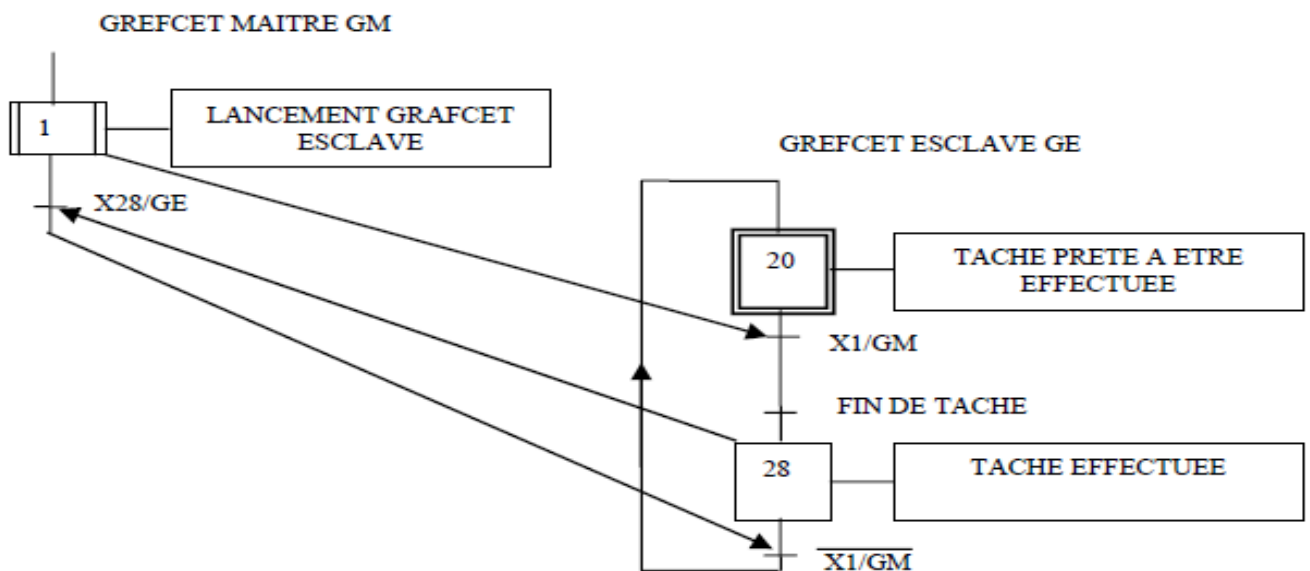


▲ Figure.(IV.16) Macro étapes.

IV.9 GRAFCET hiérarchisés

IV.9.1 Définitions

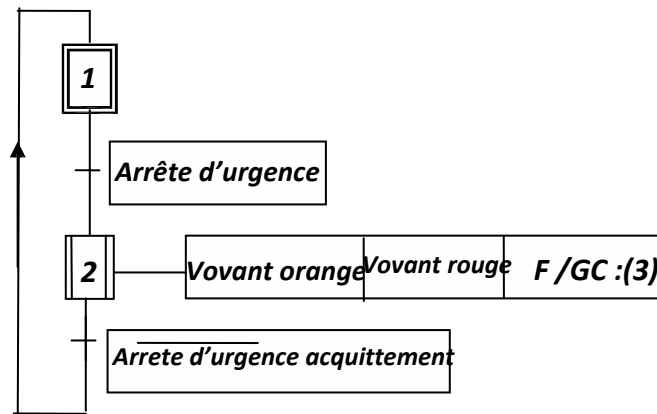
Les GRAFCET hiérarchisés forment une structure de type maître esclave (père fils) dans laquelle le GRAFCET maître donne des ordres à un ou plusieurs GRAFCET esclaves (on parle alors de GRAFCET de tâche ou de sous programme GRAFCET) et les GRAFCET esclaves renvoient un accusé d'exécution en fin de tâche. A la différence d'une macro-étape le GRAFCET de tâche peuvent être appelés de différents endroits du GRAFCET maître. Cependant ils exécuteront une nouvelle tâche seulement lorsqu'ils auront terminé celle en cours, (fig.IV.17) [4].



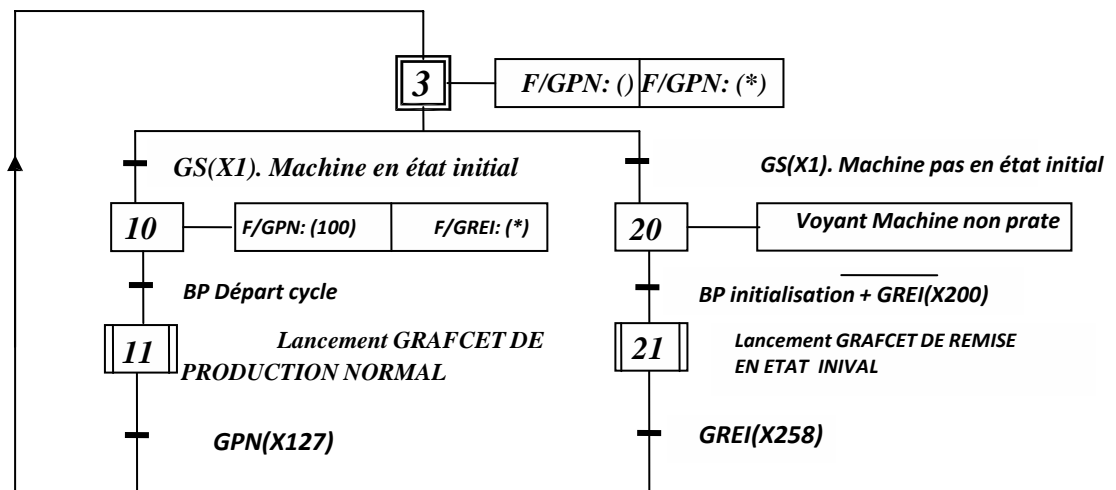
▲ **Figure (IV.17)** Structure GRAFCET hiérarchisés.

IV.9.2 Fonctionnement

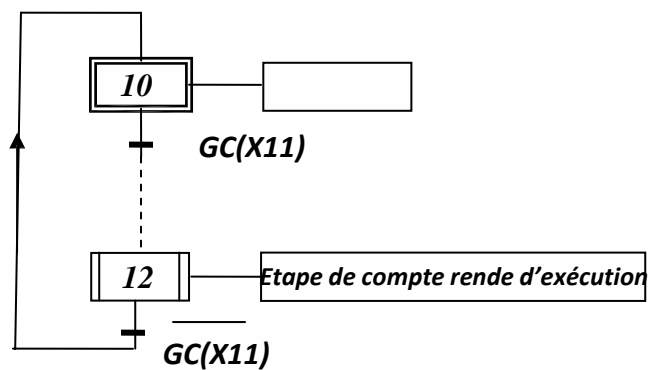
La double barre verticale indique qu'un ordre est donné à un GRAFCET esclave d'exécuter sa tâche. Cela se traduit par la présence de la réceptivité X1/GM (Appel) en transition de départ du GRAFCET de tâche. Lorsque le GRAFCET de tâche est terminé il renvoie un accusé d'exécution. Cela se traduit par la présence de la réceptivité X28/GE en transition de tâche effectuée. Le GRAFCET maître vient ensuite repositionner la tâche à l'étape 20 afin qu'elle puisse à nouveau être lancée, (fig.IV.18) [4].



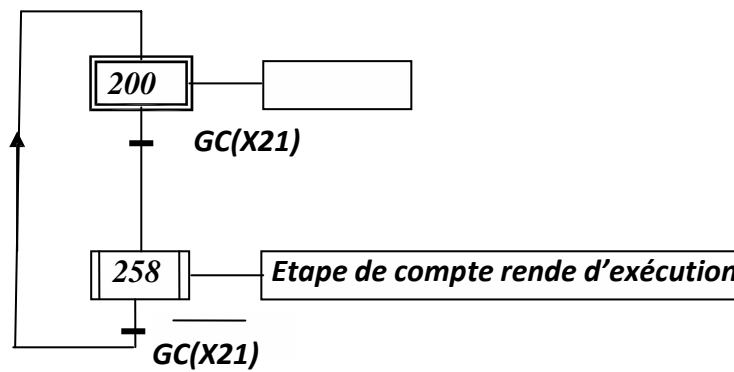
▲ Figure (IV.18) GRAFCET de sécurité (GS).



▲ Figure (IV.19) GRAFCET de conduite (GC).



▲ Figure (IV.20) GRAFCET de production normale (GPN).



▲ **Figure (IV.21)** Grafcet de remise en état initial : grei

On peut noter sur cet exemple un forçage du GRAFCET de conduite à son étape initiale F/GC: (3) en cas d'arrêt d'urgence. Ce la entraîne l'extinction du GRAFCET de production normale F/GPN: () Et le figeage du GRAFCET de remise en état initial F/GREI : (*). Le GRAFCET de production normale est réinitialisé à l'étape 10 du GRAFCET de conduite F/GPN : (100) tandis que le GRAFCET de remise en état initial est maintenu figé. En cas d'arrêt d'urgence pendant une procédure de remise en état initial celle-ci se trouve stoppée mais sa situation est mémorisée. Son état mémorisé est restitué lorsque le bouton d'arrêt d'urgence est relâché et que l'on appui sur l'acquiescement d'arrêt d'urgence. La procédure de remise en état initial reprendra alors la ou elle avait été stoppée (voir réceptivité entre 200 et 201) [4].

IV.10 Séquenceur

Un séquenceur est un ensemble technologique qui commande et contrôle l'exécution des actions d'un cycle conformément à la chronologie des étapes du diagramme fonctionnel GRAFCET.

C'est l'organe de la partie commande qui dialogue pas à pas avec la partie opérative de la machine ou de l'installation. Il est constitué par l'association des modules d'étape du cycle à automatiser.

Aux étapes du GRAFCET correspond des modules d'étapes (relais bistable ou mémoire électronique ou pneumatique) interconnectés par un câblage représentatif du fonctionnement de la machine. Les séquenceurs sont conçus en technologie:

- ✓ électrique,
- ✓ pneumatique,
- ✓ électronique.

Ces différentes technologies forment les équipements de base en logique câblés, mais

avec l'émergence de la technologie programmée, les systèmes automatisés font appel progressivement aux automates (relier les entrées et sorties aux automates) pour remplacer les dispositifs câblés déjà existants.

IV.11 Définition d'un cahier de charge fonctionnel :

Le cahier des charges fonctionnel tel qu'il est décrit dans la norme X50.150 « Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel », est un document qui exprime un besoin en termes de fonctions à réaliser et de contraintes à respecter. Il est de portée générale et s'applique aussi bien à la définition des produits les plus simples qu'à celles des installations les plus complexes. Des critères sont définis pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte est satisfaite. Le cahier des charges fonctionnel est constitué essentiellement de [17] :

La présentation générale du problème, en évoquant le produit dans son marché et dans son environnement ;

L'expression fonctionnelle du besoin, ou définition des fonctions à réaliser et des contraintes externes ;

Un cadre de réponses, pour évaluer toutes les propositions et les comparer.

IV.11 Conclusion

LE GRAFCET est un outil de description graphique du fonctionnement des systèmes automatisés.

Il permet de décrire les comportements attendus de l'automatisme en imposant une démarche rigoureuse, éventuellement hiérarchisée, évitant ainsi les incohérences, les blocages ou les conflits dans le fonctionnement.

C'est un Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique (peut se "Câbler" par séquenceurs, être programmé sur automate voire sur ordinateur).

LE GRAFCET est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges.

Ce dernier est le point de départ de l'étude du système automatisé, il fera l'objet du troisième chapitre [1].

AUTOMATISATION DE LA STATION

- V.1** : *INTRODUCTION*
- V.2** : *QUE SIGNIFIE LE CONCEPT AUTOMATE PROGRAMMABLE ?*
- V.3** : *COMMENT L'AUTOMATE COMMANDE-T-IL LE PROCESSUS ?*
- V.4** : *COMMENT L'AUTOMATE REÇOIT-IL LES INFORMATIONS SUR LES ETATS DU PROCESS- US?*
- V.5** : *CONFIGURATIONS MATERIELLES ET LOGICIELLES REQUISES*
- V.6** : *PRESENTATION DE L'AUTOMATE*
- V.7** : *REPRESENTATION DE LOGICIEL STEP7*
- V.8** : *LES LANGAGES DE PROGRAMMATION NECESSAIRE*
- V.9** : *PRESENTATION DE CONSOLE DE PROGRAMMATION*
- V.10** : *LES ETAPES DE PROGRAMMATION*
- V.11** : *PROGRAMMATION*
- V.12** : *AUTOMATISATION DU STATION D CONCASSAGE*
- V.13** : *SOLUTIONS GRAFCET*
- V.14** : *CONVERSION ECRITURE GRAFCET EN LANGAGE LD*
- V.15** : *RECENSEMENT DES ENTREES ET DES SORTIES*
- V.16** : *CONCLUSION*

V.1 Introduction

Pour concevoir, réaliser et exploiter un automatisme, il est indispensable d'en décrire le comportement. Les outils ou langages qui permettent cette description peuvent être au choix littéraux symboliques ou graphiques. Il est important de connaître ces outils qui se complètent pour permettre une expression claire.

Après une étude approfondie de la station, nous avons optés pour la solution graphique GRAFCET, qui s'applique à tout système logique de commande d'automatisme industriel, quelle qu'en soit la technologie (électrique, électronique, pneumatique), que cette commande soit câblée ou programmée.

C'est dans cet état d'esprit que s'inscrit nôtre quatrième chapitre, à savoir trouver les solutions GRAFCET des différentes tâches qui composent la station du concasseur.

Dans ce chapitre, nous décrirons l'automate choisi, les différentes parties qui le constitue ainsi qu'une présentation du logiciel qui permet sa configuration et sa programmation, puis nous présenterons avec plus de détails le GRAFCET.

V.2 Que signifie le concept automate programmable ?

L'**automate programmable** ou **système d'automatisation** est un appareil qui commande un processus (par exemple une machine à imprimer pour l'impression de journaux, une installation de remplissage de ciment, une presse pour le moulage de formes plastiques sous pression, etc.).

Ceci est possible grâce aux instructions d'un programme stocké dans la mémoire de l'appareil [12].

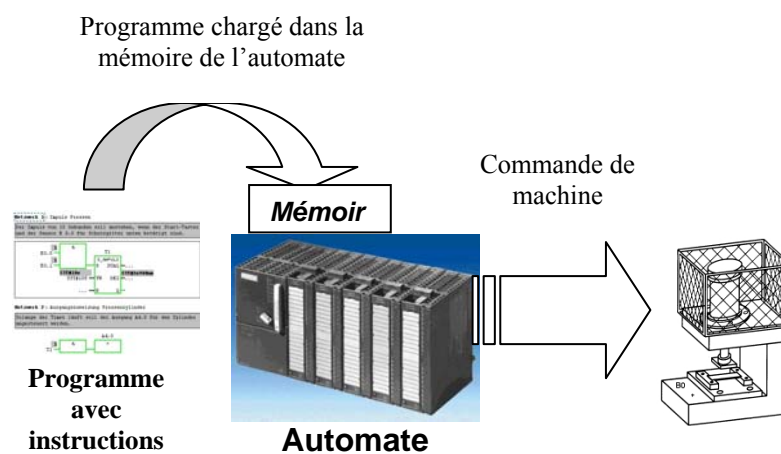


Figure (IIV.1) Le concept d'automate programmable ▲

V.3 Comment l'automate commande-t-il le processus ?

L'automate commande le processus en appliquant une tension de 24V, par exemple, aux **actionneurs** via les points de connexion de l'automate appelés **sorties**. Ceci permet d'activer ou de désactiver des moteurs, de faire monter ou descendre des électrovannes ou d'allumer ou éteindre des lampes [10].

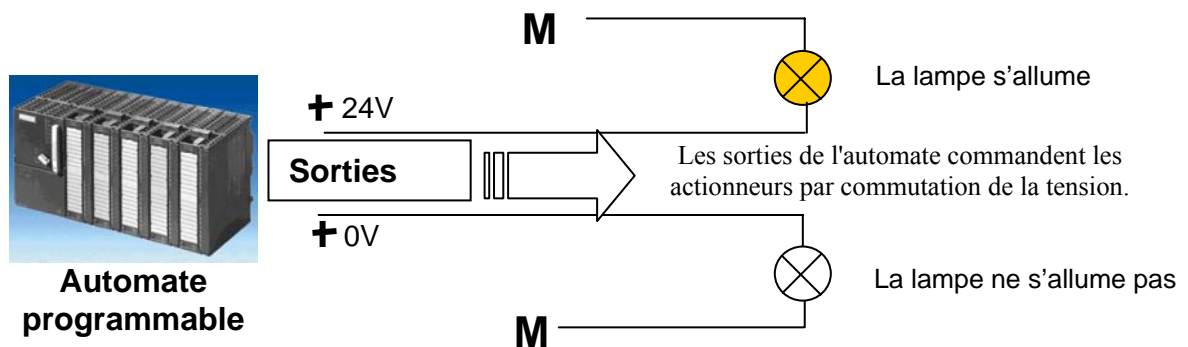


Figure (IIV.2) ▲
Commandement d'automate d'une machine

V.4 Comment l'automate reçoit-il les informations sur les états du processus?

L'automate programmable reçoit les informations sur le processus via les **capteurs de signaux** reliés aux **entrées** de l'automate. Ces capteurs de signaux peuvent, par exemple, être des capteurs qui reconnaîtront si la pièce d'usinage se trouve à une position donnée ou de simples commutateurs ou interrupteurs qui peuvent être fermés ou ouverts. Il est également fait la distinction entre les **contacts à ouverture** qui sont fermés au repos et les **contacts à fermeture** qui sont ouverts au repos [10].

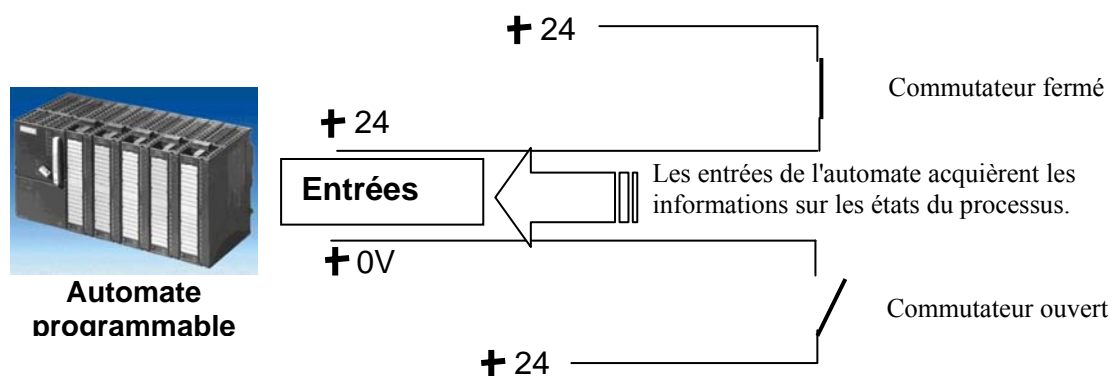
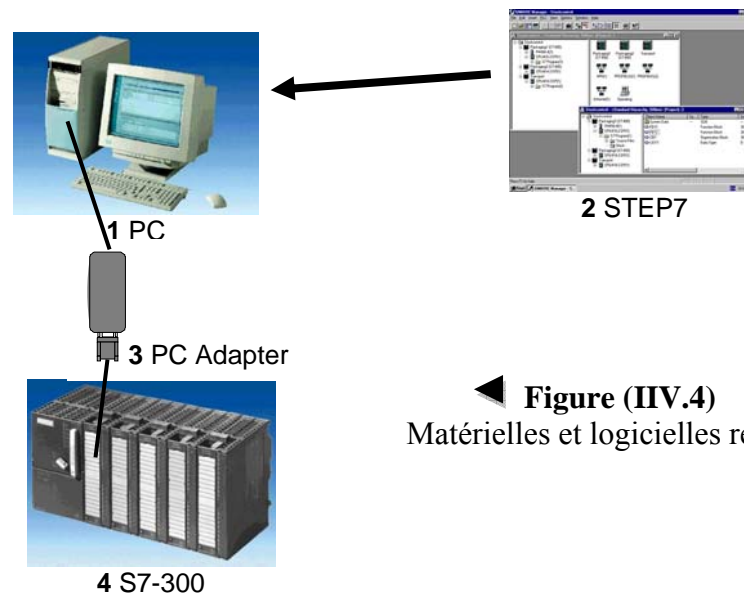


Figure (IIV.3) ▲
Transfère des données vers
l'automate

V.5 Configurations matérielles et logicielles requises

- 1- PC, système d'exploitation : Windows 95/98/2000/ME/NT4.0/XP avec
 - ✓ Minimum : 133MHz et 64Mo RAM, 65 Mo d'espace disponible
 - ✓ Optimal : 500MHz et 128Mo RAM, 65 Mo d'espace disponible
- 2- Logiciel STEP7 V 5.x
- 3- Interface ordinateur MPI (Ex : PC Adapter)
- 4- Automate SIMATIC S7-300 avec au moins un module d'entrées/sorties numérique.

Les entrées doivent sortir sur le tableau de commande [10].



◀ **Figure (IIV.4)**
Matérielles et logicielles requises

V.6 Présentation de l'automate

V.6.1 Choix d'automate

Après une analyse bien détaillée et recensement des Entrées/Sorties de chaque tâche de la station, on a plus de 34 Entrées et de 40 Sorties on va choisir l'automate S7-300 selon les avantages suivants :

- ✓ Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- ✓ Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.
- ✓ Une large gamme de CPU adaptée à toutes les demandes de performances pour pouvoir d'obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme par ex. le comptage, la régulation ou le positionnement.
- ✓ Une économie d'ingénierie en utilisant les outils orientés application et normalisés CEI 1131-3 tels que les langages évolués SCL ou des logiciels exécutifs orientés technologie pour le contrôle des mouvements.

V.6.2. Automate S7-300

Le S7-300 est l'automate conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier et constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour les applications avec des architectures centralisées et décentralisées [10].



Figure (IIV.5) Automate programmable S7-300 ▲

V.6.3 Architecture de l'automate S7-300

V.6.3.1 Éléments principaux

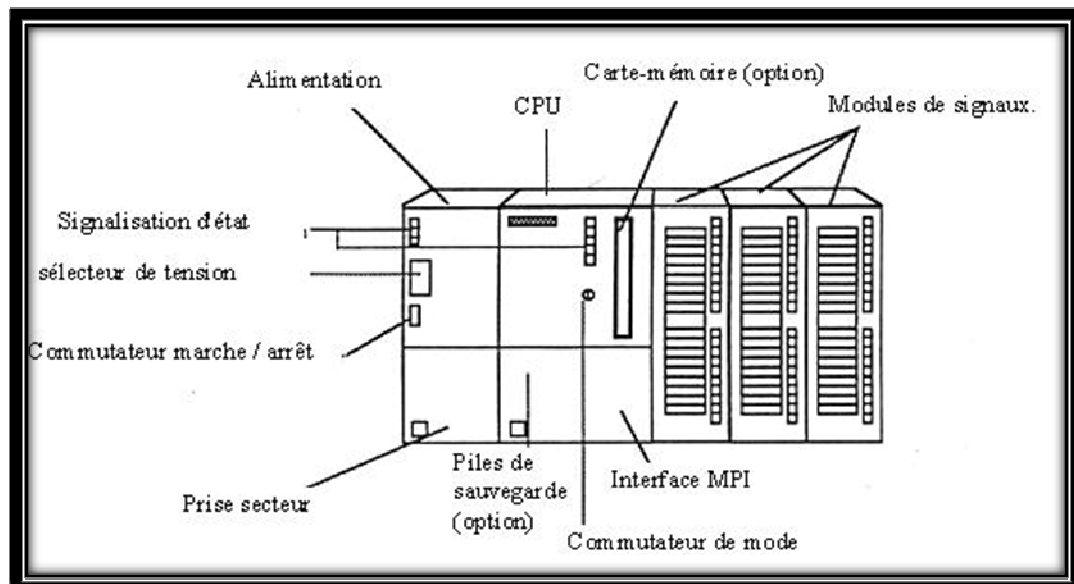
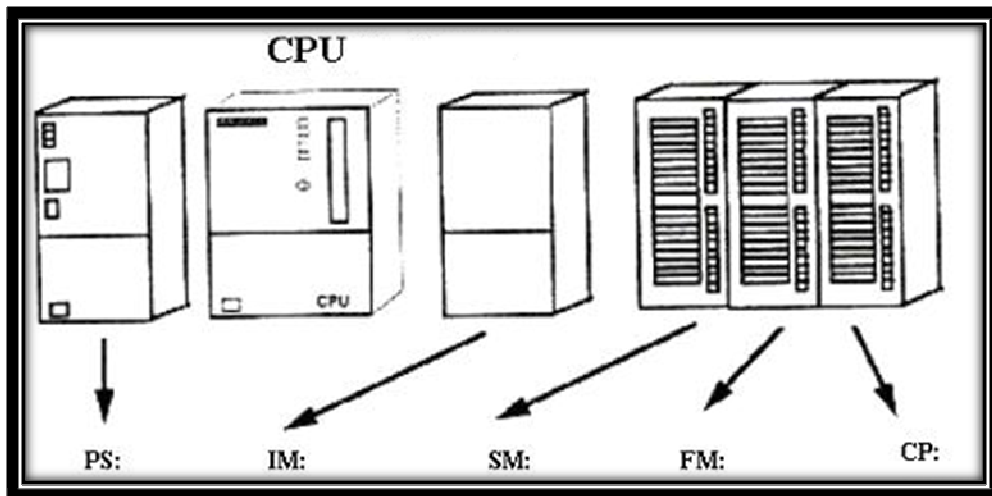


Figure (V.6) Les éléments principaux dans l'automate S7-300 [10]. ▲

L'automate S7-300 comprend les composants suivants :



Figure(IIV.7) Architecture d'automate S7-300 [10]. ▲

V.6. 3.2. Alimentations (PS) « Power Supply »

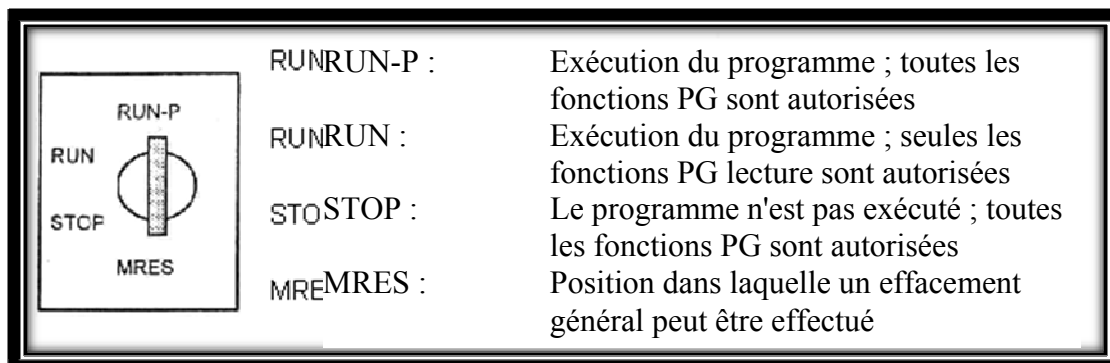
Le module d'alimentation délivre sous une tension 24V un courant de sortie assigné de 2A, 5A et 10A.

La tension de sortie, à séparation galvanique, est protégée contre les courts circuits et la marche à vide. Une LED indique le bon fonctionnement de module d'alimentation. Un sélecteur permet de sélectionner la valeur de la tension primaire (120/230V).

V.6. 3.3 Unité centrale (CPU)

La CPU regroupe les éléments suivants en face avant, [12]:

- ✓ Signalisation d'état et de défaut;
- ✓ Commutateur à clé amovible à 4 positions;



▲ Figure(IIV.8) Commutateur à clé amovible à 4 position.

- ✓ Raccordement pour tension 2A, 5A ou 10A;
- ✓ Interface multipoint MPI pour console de programmation ou couplage à un autre système d'automatisation;
- ✓ Compartiment pour pile de sauvegarde ;
- ✓ Logement pour carte mémoire.

V.6. 3.4 Module de signaux (SM) « Signal Modules »

Modules de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques.

V.6. 3.5 Modules de fonction (FM) « Function Modules »

Modules de fonction FM pour fonctions spéciales (ex : pilotage d'un moteur pas à pas).

V.6. 3.6 Modules de communication (CP) « Communication Processors »

Processeurs de communication CP pour la connexion au réseau.

V.6. 3.7 Carte couplage (IM) « Interface Modules »

Modules d'extension IM pour configuration de plusieurs lignes du SIMATIC S7-300

V.7 Représentation de logiciel step7

Step7 est le nom du logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC S7/M7 permettant de configurer et de programmer les automates programmables SIMATIC S7-300/400 et les systèmes d'automatisation SIMATIC M7-300/400, ainsi que les systèmes intégrés compact C7.

Step7 est constitué d'un logiciel de base et de logiciels optionnels s'exécutant sous système d'exploitation [10].

Le logiciel de base step7 nous assiste dans toutes les phases du processus de la création de nos solutions d'automatisation, comme par exemple :

- ✓ création et gestion de projets;
- ✓ configuration et paramétrage du matériel et de la communication;
- ✓ gestion de mnémoniques;
- ✓ création de programmes pour systèmes cibles S7;
- ✓ chargement de programmes dans des systèmes cibles;
- ✓ test de l'installation d'automatisation;
- ✓ diagnostic lors de perturbations de l'installation.

La conception de l'interface utilisateur du logiciel step7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile.

L'extension du logiciel de base peut être réalisée à l'aide de logiciels optionnels

regroupés dans les trois catégories de logiciels suivant [10]:

- ✓ Applications techniques : Elles comportent des langages de programmation évolués et des logiciels à orientation technologique;
- ✓ Logiciels exécutables : ils englobent des logiciels exécutables directement utilisables dans le processus de production;
- ✓ Interfaces homme / machine (Humain machine interfaces ; HMI): elles désignent des logiciels spécifiques au contrôle –commande.

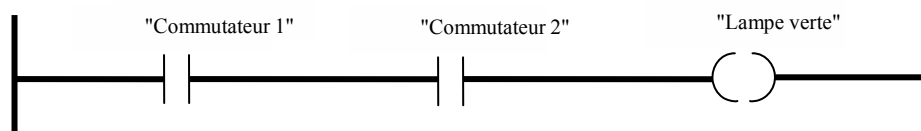
V.8 Les langages de programmation nécessaire

Le langage de programmation dispose de plusieurs modes de représentation, selon les goûts et l'état des connaissances. En respectant certaines règles, le programme peut être conçu sous forme de liste d'instructions puis converti en un autre mode de représentation [8].

Pour créer un programme S7, nous disposons dans STEP 7 quatre langages principaux de programmation CONT, LIST, LOG et SFC.

V.8.1.CONT (Schéma à CONTACT) : Pour l'habitué des schémas électriques.

Ce mode de représentation convient particulièrement à tous les familiers de la technologie des contacteurs, (Fig.IV.9) [8].



Figure(IV.9) Programmation avec langage CONT. ▲

V.8.2.LIST (LISTE d'instructions) : Pour l'informaticien.

Ce mode de représentation est particulièrement destiné aux programmeurs qui maîtrisent déjà d'autres langages de programmation (Fig.IV.10) [8].

```

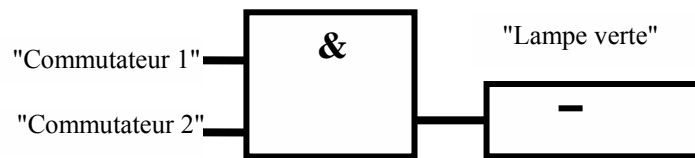
U      "  Commutateur
1"
U      "  Commutateur
2"
—      "  Lampe verte"

```

▲ Figure(IV.10) Programmation avec langage LIST.

V.8.3.LOG (LOGigramme): Pour le spécialiste des circuits ou le programmeur préférant les opérations logiques.

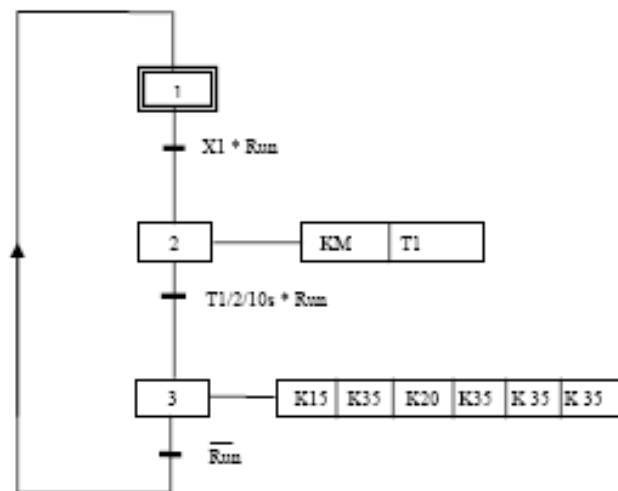
Le Logigramme est un langage de programmation graphique qui utilise des boîtes logiques. Le symbole placé dans la boîte définit la fonction à manipuler par exemple & (opération logique ET). Ce mode de représentation permet à des non programmeurs, par exemple des spécialistes des procédés industriels, d'accéder à la programmation, (Fig.IIV.11) [8]



Figure(IIV.11) Programmation avec langage LOG ▲

V.8.4 SFC (Sequential Function Chart): Pour Programmation graphique

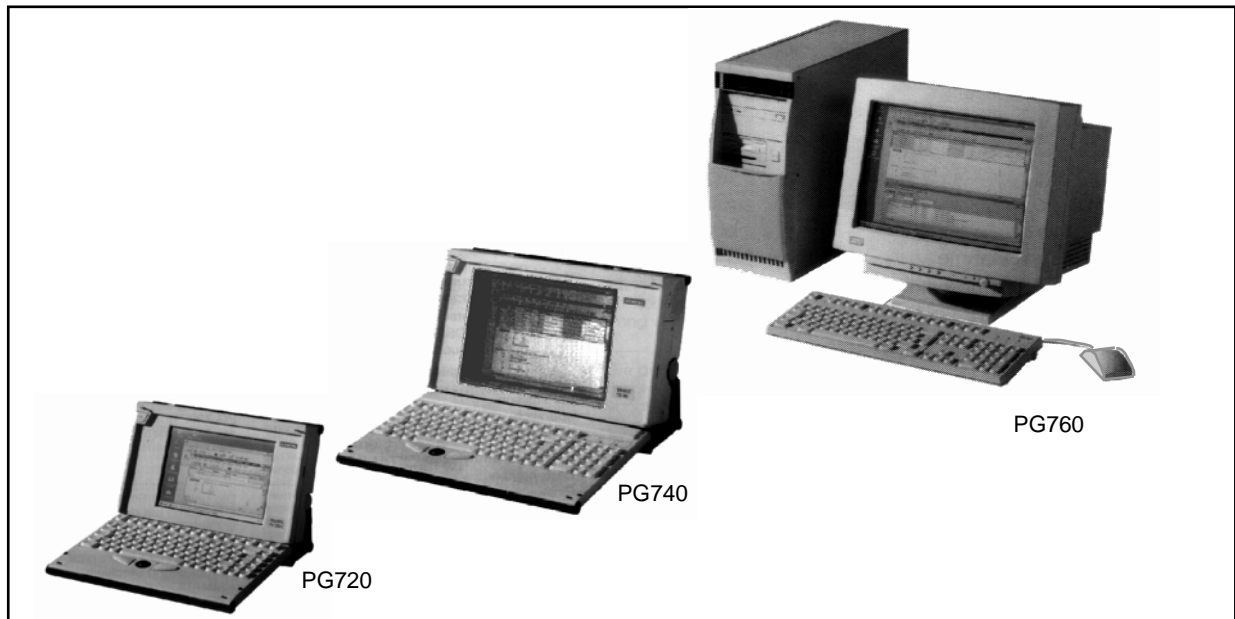
Le langage SFC (sequential function chart), ou GRAFCET, est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles, (fig.IIV.12) [8].



Figure(IIV.12) Programmation avec langage SFC. ▲

V. 9 Présentation de console de programmation

La console de programmation est partie de commande assure le dialogue entre l'opérateur et l'automate, enregistrement du programme et transfert dans l'automate. Elle conçue pour s'intégrer aux diverses techniques d'automatisation. Ses caractéristiques, sa conception ergonomique et ses équipements en font une console particulièrement bien adaptée à la maintenance ainsi qu'à la conception/ programmation, au test et à la mise en service des automates programmables. La figure (IIV.13) présente Consoles de programmation[11].



Figure(IIV.13) Console de programmation. ▲

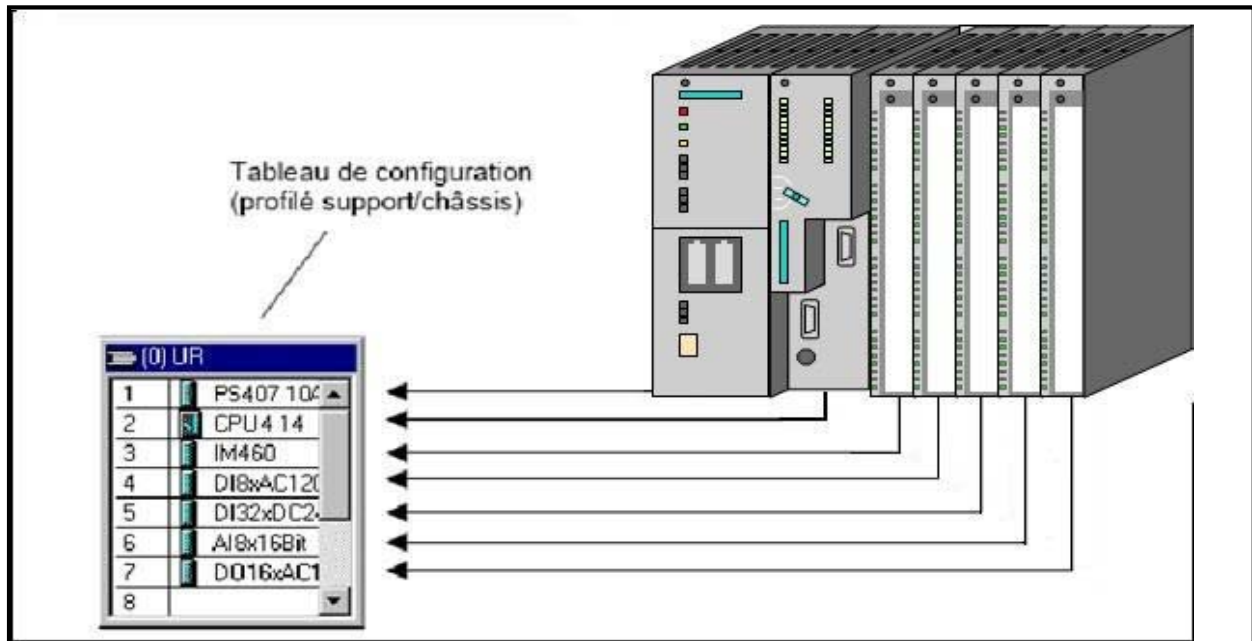
V.10 Les étapes de programmation

V.10.1 Configuration du matériel

Par "configuration", on entend dans ce qui suit la disposition de profilés support ou châssis, de modules, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station. Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels".

STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. Vous pouvez modifier les adresses des modules d'une station, à condition que la CPU permette l'adressage libre.

Vous pouvez copier la configuration aussi souvent que vous le désirez dans d'autres projets STEP 7, la modifier si besoin est et la charger dans une ou plusieurs installations existantes. A la mise en route de l'automate programmable, la CPU compare la configuration prévue créée avec STEP7 à la configuration sur site de l'installation. Aussi, les erreurs éventuelles sont-elles immédiatement détectées et signalées,(FigIIV.14) [12]



Figure(V.14) Configuration du matériel. ▲

V.10.2 Mnémoniques

Un mnémonique (nom symbolique) nous permet d'utiliser des désignations parlantes à la place d'adresse absolues. On distingue les mnémoniques locaux et les mnémoniques globaux [11].

V.10.2.1 Utilisation de mnémoniques globales

Nous pouvons définir des mnémoniques globales pour des entrées, sorties, compteurs, mémentos et blocs. Les adresses suivantes sont autorisées [11]:

- ✓ Signaux d'E/S (mémoire image) E, A;
- ✓ Entrées, sorties de périphérie PE, PA;
- ✓ Mémentos M;
- ✓ Temporisation, compteurs T, Z;
- ✓ Blocs de code FB, FC, SFB, SFC, OB;
- ✓ Bloc de données DB;
- ✓ Types de données utilisateurs UDT;
- ✓ Table de variable VAT.

Nous définissons les mnémoniques globales dans la table des mnémoniques

V.10.2.2 Utilisation de mnémoniques locales

Nous pouvons utiliser des mnémoniques locaux pour les paramètres de blocs (paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/ sortie) et pour les données temporaires ou statiques d'un bloc.

Les mnémoniques locales sont définies lors de la saisie du programme dans les déclarations des variables du bloc [11].

V.10.3 Adressage absolu et adressage symbolique

Dans un programme step7, nous utilisons des opérands comme des signaux d'E/S, des mémentos, des compteurs, des temporisations, des blocs de données et des blocs fonctionnels. Nous pouvons accéder à ces opérands par adressage absolu dans notre programme. Toutefois, la lisibilité de nos programmes sera grandement améliorée si nous faisons plutôt appel à des mnémoniques [12].

V.10.3.1 Adresse absolue

Une adresse absolue est composée d'un identificateur d'opérande et d'une adresse (par exemple A4.0, E1.1, M 2.0, ..), [12].

V.10.3.2 Adressage symbolique

Nous pouvons structurer notre programme de manière plus lisible et faciliter ainsi la correction d'erreurs en affectant des noms symboliques (mnémoniques) aux adresses absolues.

Step7 est en mesure de convertir automatiquement les mnémoniques dans les adresses absolues requises. Si nous préférons adresser des ARRAY, STRUCT, bloc de données locales, blocs de code et types de Données utilisateur de manière symbolique, nous devons cependant d'abord affecter un mnémonique aux adresses absolues, avant de pouvoir réaliser l'adressage symbolique.

Nous pouvons par exemple affecter le mnémonique Moteur –Marche à l'opérande A 4.0, puis en utiliser Moteur –Marche comme adresse dans une instruction de programme.

L'adressage symbolique nous permet de déterminer plus aisément dans quelle mesure des éléments de programme correspondent aux composants de notre projet de commande du processus[12].

V.11 Programmation

Nous pouvons programmer notre automate très simplement, en créant un programme utilisateur que nous chargeons ensuite dans la CPU de notre S7-300, ce programme utilisateur à créer comprend différents blocs avec lesquelles nous allons pouvoir structurer notre programme [11].

Dans notre programme, On a utilisé les blocs (OB1) et (FC) [11].

- ✓ Un bloc d'organisation (OB1) pour gérer le traitement cyclique du programme ;
- ✓ Une fonction (FC) dans laquelle nous entrons le programme proprement dit.

V.11.1 Bloc d'organisation (OB)

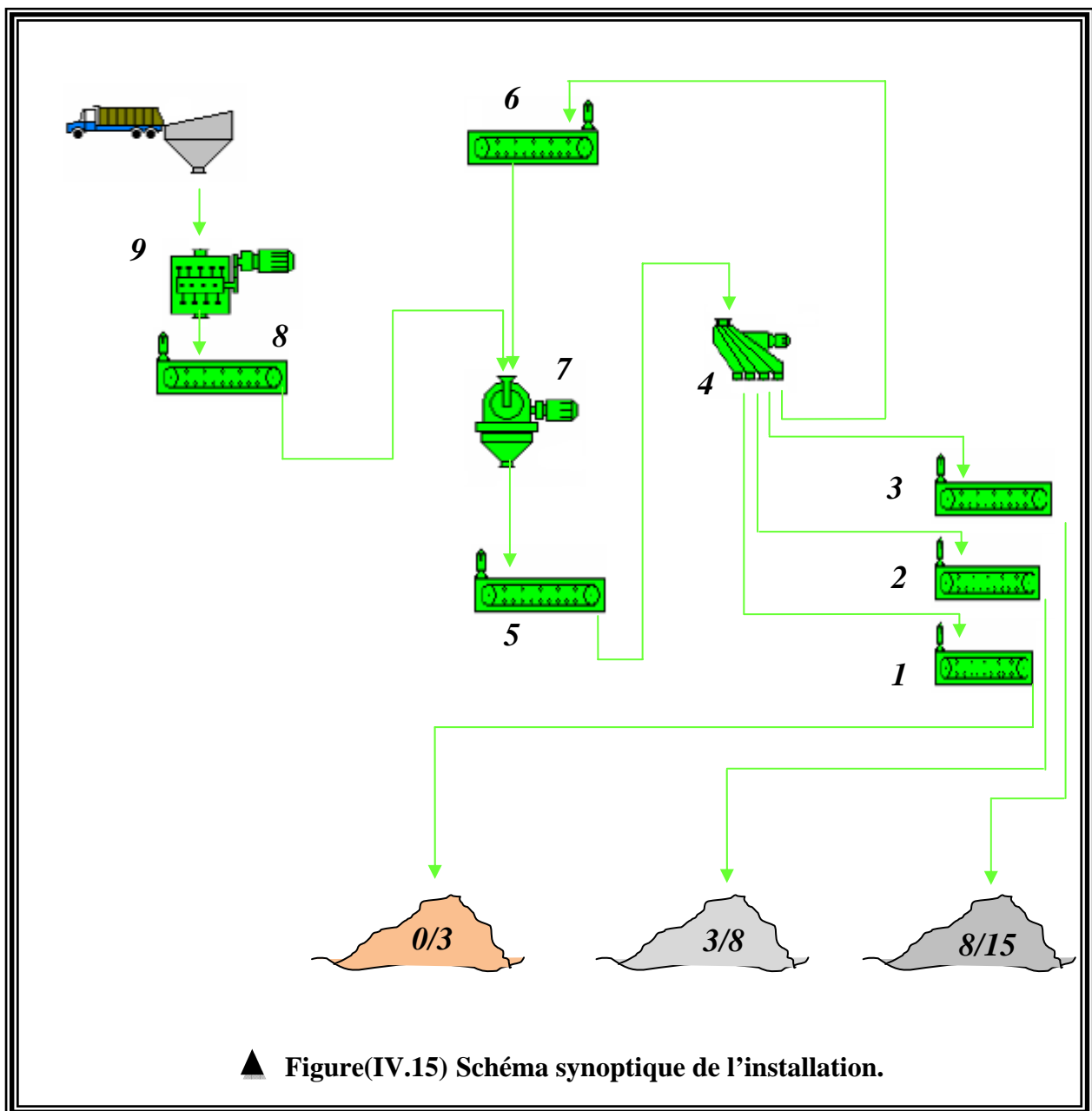
Un bloc d'organisation (OB) constitue l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur. L'OB spécifie l'ordre selon lequel sont traités les blocs de programme utilisateur [11].

V.11.2 La fonction (FC)

Une fonction (FC) est un bloc de code qui est sans « mémoire », mais que peut transmettre des Paramètres. L'utilisation de ce bloc est particulièrement intéressante pour programmer des fonctions qui reviennent fréquemment [11].

V.12 Automatisation de la station de concassage

V.12.1 Schéma synoptique de l'installation



1,2,3,5,6,8 : Convoyeur à bande

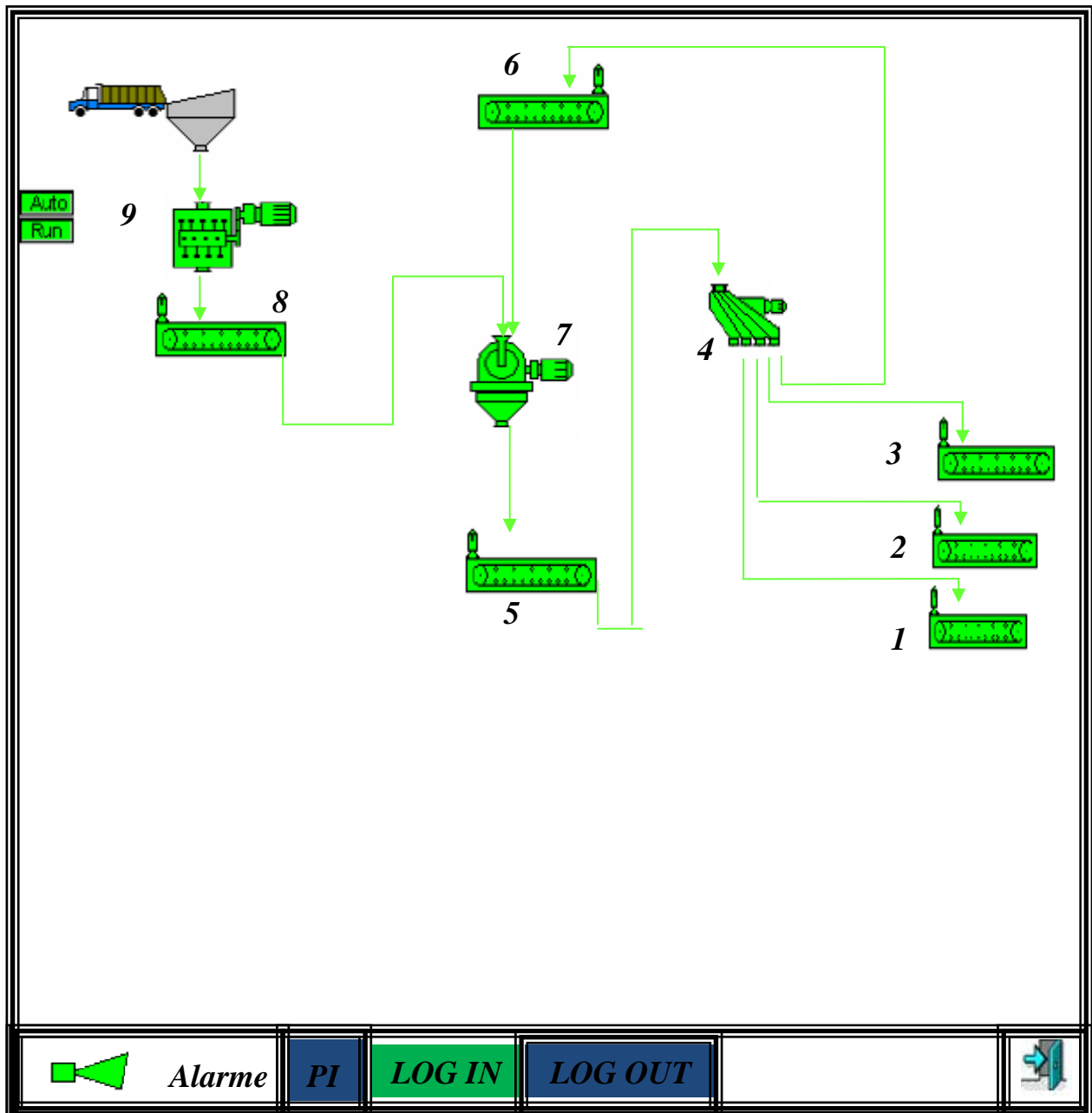
7 : Concasseur à cône (giratoire)

4 :Crible

9 :Concasseur à mâchoire

V.12.2 Descriptif de la structure de commande

La commande de l'ensemble de l'installation est effectuée grâce au système de visualisation PROCOM-WIN à partir d'un ordinateur/station de commande d'un poste de contrôle centralisé. Le raccordement des appareils de terrain et des éléments de puissance au système de commande est effectué à travers un SINEC L2-DP Profibus(Process Field Bus).



▲ Figure(V.16) Schéma synoptique de l'installation affichée sur l'écran.

V.12.3 Descriptif de l'écran de visualisation et de son utilisation

Après avoir allumé l'ordinateur et lancé le logiciel de visualisation PROCON WIN, l'écran d'accueil Stuart PIC .


Sur cet écran se trouvent aussi les boutons pour LOG IN, LOG OUT, la modification du mot de passe et l'appel du journal. Il est possible à travers le journal de retracer toutes les actions effectuées à travers l'écran de visualisation au cours des derniers 180 jours.

L'utilisateur s'enregistre dans le système grâce au bouton LOG IN. Un mot de passe est demandé lors de l'enregistrement. Après avoir entré le bon mot de passe, l'utilisateur est inscrit à

sont niveau d'autorisation de l'utilisateur a déjà été déterminé auparavant par l'administrateur (plus grand niveau d'autorisation > 3).


Les niveaux suivants d'autorisation possibles :

- ✓ Niveau d'autorisation 0 Il est seulement possible de changer les écrans.
- ✓ Niveau d'autorisation ½ Il est possible d'allumer et d'éteindre en mode automatique.
- ✓ Niveau d'autorisation 1 Il est possible d'allumer et d'éteindre en mode automatique ou manuel, possibilité de modifier les valeurs du processus.
- ✓ Niveau d'autorisation 4/ >4 Utilisation possible sans restrictions [9].


La station peut être passée en mode automatique à travers le bouton « AUTO» 


Les symboles de la machine appartenant à cette unité deviennent bleus, 

Il est ensuite possible d'allumer la station à travers le bouton « RUN» 


Apparaissant les symboles de la machine sur écran de visualisation passent en  vert

Lors de l'allumage de la station en mode automatique, tous les verrous de démarrage sont actifs. Un signal de démarrage retentit aussi avant la mise en route.

Dans le cas où le bouton« AUTO» n'a pas été activé  , la station se trouve en arrêt.

Les symboles ,de la machine sur l'écran de visualisation deviennent jaunes 

Le signal de démarrage devait être actionné manuellement avant chaque allumage l'unité. Le bouton correspondant pour l'activation de l'avertisseur se trouve dans la barre des taches en bordure inférieure de l'écran de visualisation. Là bas se trouvent aussi le bouton pour les acquitter les messages d'anomalie existants.

En cas d'anomalie, le symbole machine sur l'écran de visualisation passe au rouge  et un autre symbole clignotant apparaît, lequel affiche la cause de l'anomalie.

- Anomalie alarme disjoncteur du moteur
- Anomalie alarme de contacteur
- ⚠ Anomalie alarme indicateur de rotation
- ⚠ Anomalie externe (fusible, câble d'arrêt d'urgence, inducteur de surcharge)

V.13 Solutions GRAFCET

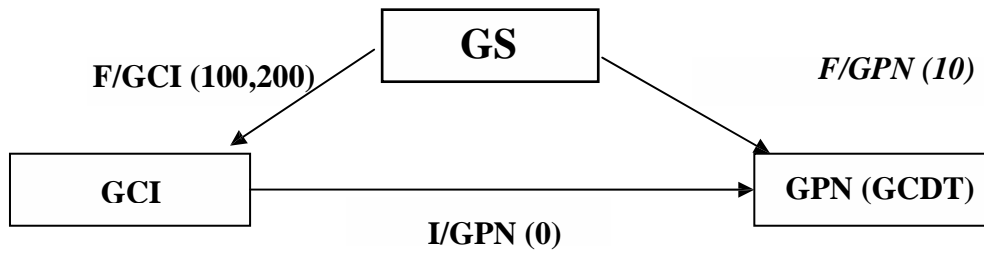
V.13.1 Hiérarchie des GRAFCET

Le GRAFCET complet définit le comportement du système réalisé. Il comprend :

- ✓ Le GRAFCET de Sécurité (GS) maître par rapport aux deux autres,
- ✓ Le GRAFCET de Conduite et Initialisation (GCI),
- ✓ Le GRAFCET de Production Normale (GPN).

Les actions d'un GRAFCET sur un autre peuvent être représentées par ordres de

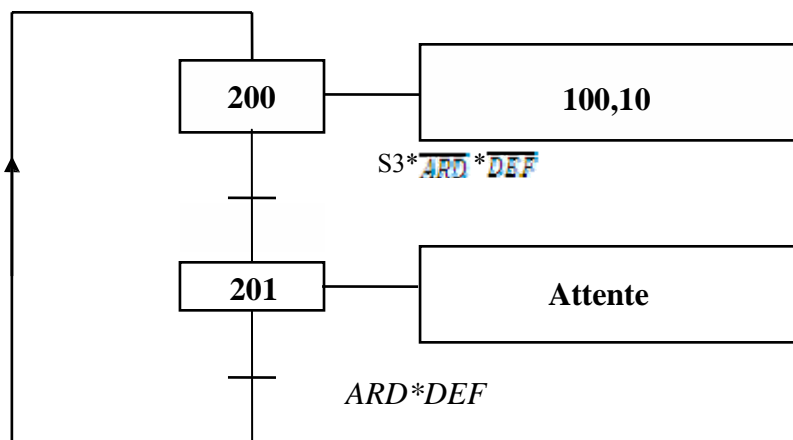
forçage. L'émission d'un ordre de forçage vers un autre implique une hiérarchie ces GRAFCET. Cette hiérarchie peut être représentée par des, (fig. IV.17).



▲ Figure(IV.17) La hiérarchie des GRAFCET.

V.13.2 GRAFCET de sécurité

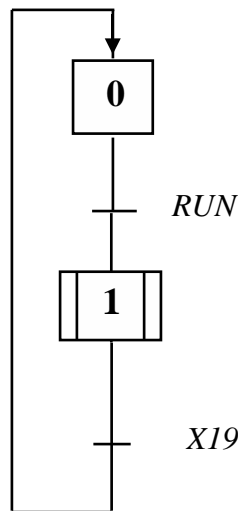
La figure IV.18 illustre le GRAFCET de sécurité.



▲ Figure(IV.18) GRAFCET de sécurité.

IIV.13.3.GRAFCET de coordination des tâches

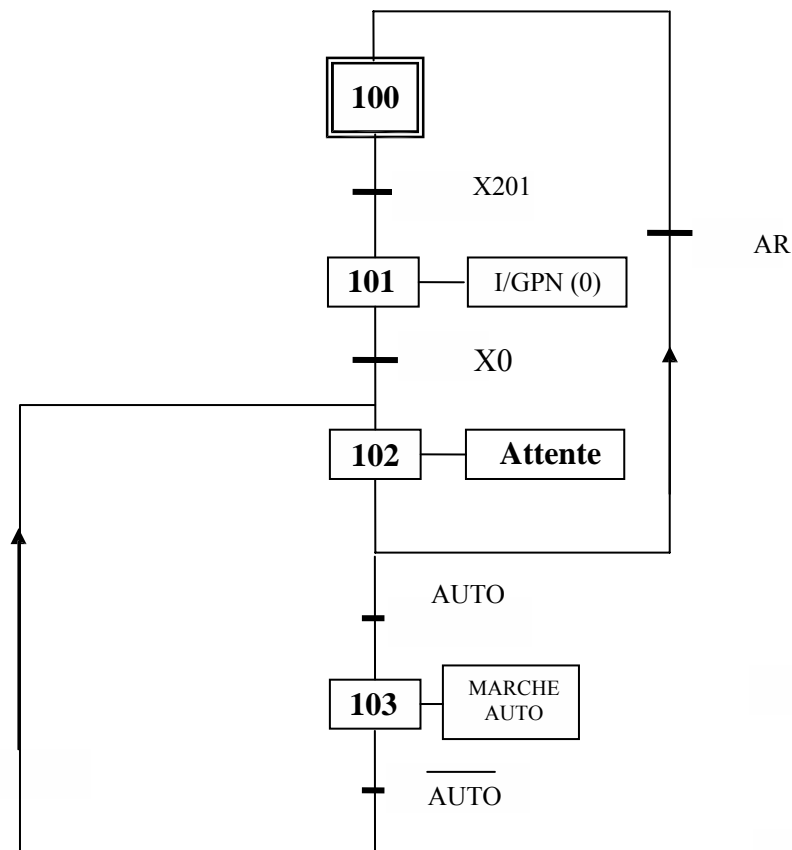
La figure IV.19 illustre le GRAFCET de coordination des tâches dans notre projet on a une seule tâche.



Figure(IV.19) ▲
GRAFCET de coordination de tache.

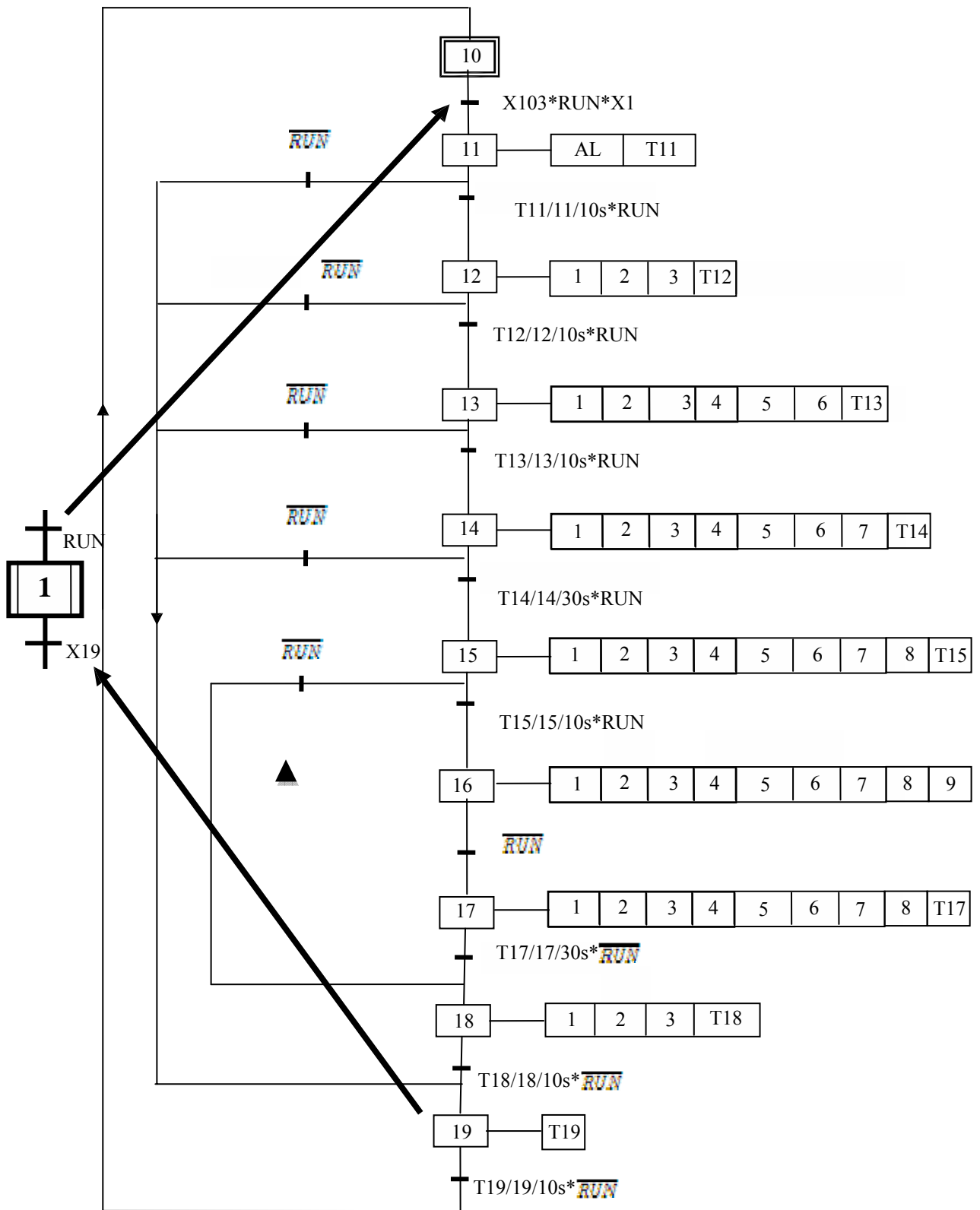
IIV.13.4.GRAFCET de Conduite et Initialisation

Il permet d'assurer la bonne marche du système automatisé en intégrant les dispositions précisées par le cahier des charges, fig (V.20).



Figure(IV.20) ▲
GRAFCET de Conduite et Initialisation.

IV.13.5.GRAFCET de Production Normale (GPN)



▲ **Figure(IV.21)** GRAFCET de la tâche de concassage.

V.15 Conversion écriture Grafcet en langage LD

Le langage LD (schéma à relais) peut être utilisé pour décrire une condition associée à une transition. Le schéma est alors composé d'un seul échelon contenant un seul relais dont la valeur représente la valeur de la condition. On a choisi la première tâche pour pressant ce langage et voila le programme.

V.15.1 Programme de Grafcet de sécurité

Réseau 1 : transition d'étape 200



Réseau 2 : l'activation et la désactivation d'étape 200



Réseau 3 : transition d'étape 201

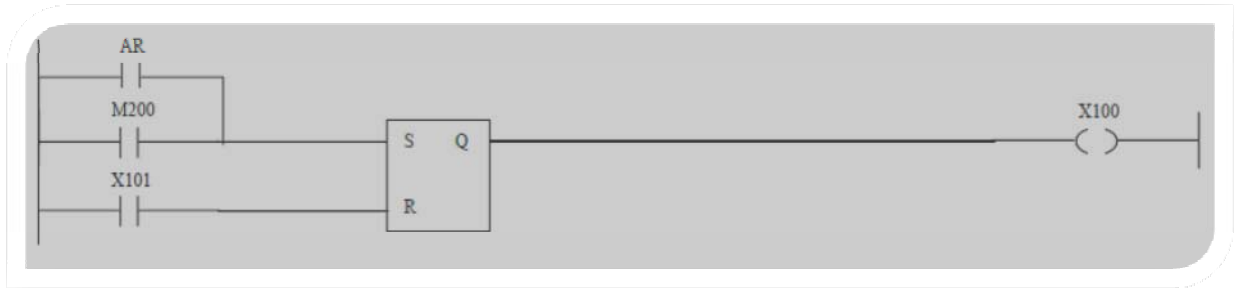


Réseau 4 : l'activation et la désactivation d'étape 201



V.15.2. Programme de Grafcet de conduite et initialisation

Réseau 1 : l'activation et la désactivation d'étape 100



Réseau 2 : transition d'étape 101



Réseau 3 : l'activation et la désactivation d'étape 101



Réseau 4 : transition d'étape 102



Réseau 5 : l'activation et la désactivation d'étape 102



Réseau 6 : transition d'étape 103 (autorisation de marche automatique)



Réseau 7 : l'activation et la désactivation d'étape 103 (autorisation de marche automatique)



V.15.3. Programme de Grafcet de coordination de tache concassage

Réseau 1 : transition d'étape 0



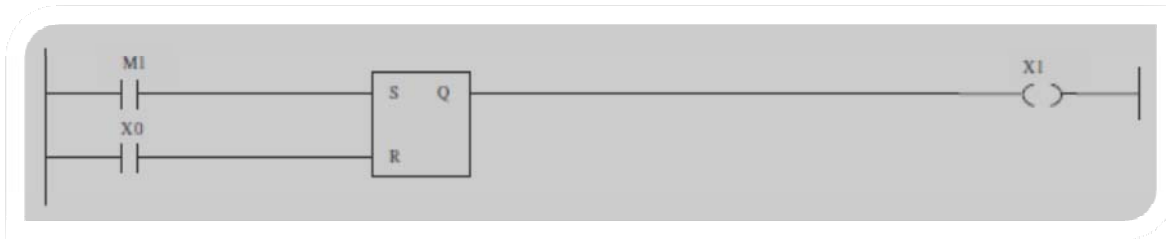
Réseau 2 : l'activation et la désactivation d'étape 0



Réseau 3 : transition de tache 1



Réseau 4 : l'activation et la désactivation de tache 1

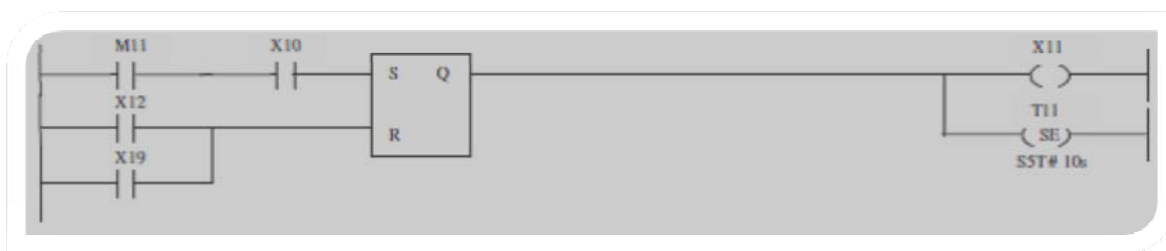


V.15.4.Programme de Tache concassage

Réseau 1 : transition d'étape 11



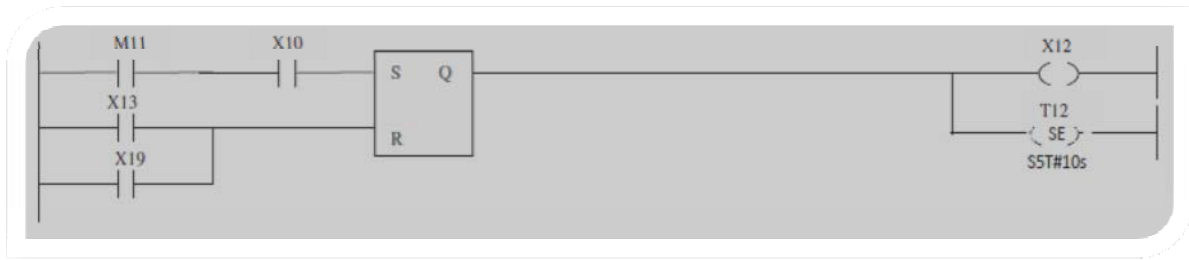
Réseau 2 : l'activation et la désactivation d'étape 11



Réseau 3 : transition d'étape 12



Réseau 4 : l'activation et la désactivation d'étape 12



Réseau 5 : transition d'étape 13



Réseau 6 : l'activation et la désactivation d'étape 13



Réseau 7 : transition d'étape 14



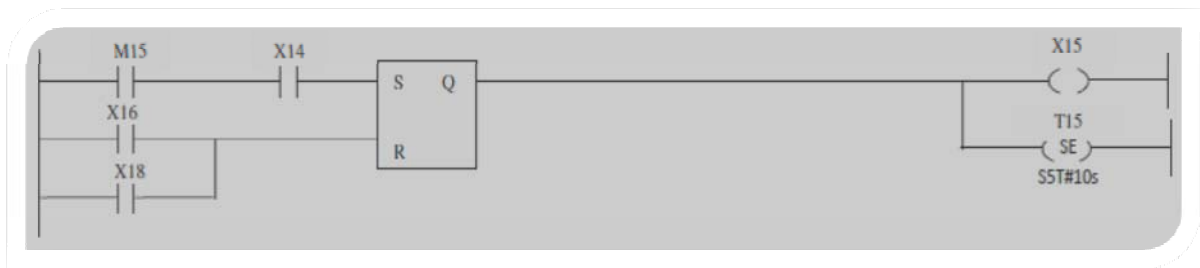
Réseau 8 : l'activation et la désactivation d'étape 14



Réseau 9 : transition d'étape 15



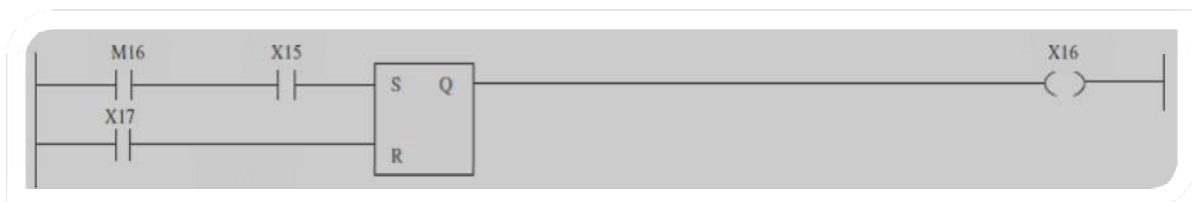
Réseau 10 : l'activation et la désactivation d'étape 15



Réseau 11 : transition d'étape 16



Réseau 12 : l'activation et la désactivation d'étape 16



Réseau 13 : transition d'étape 17



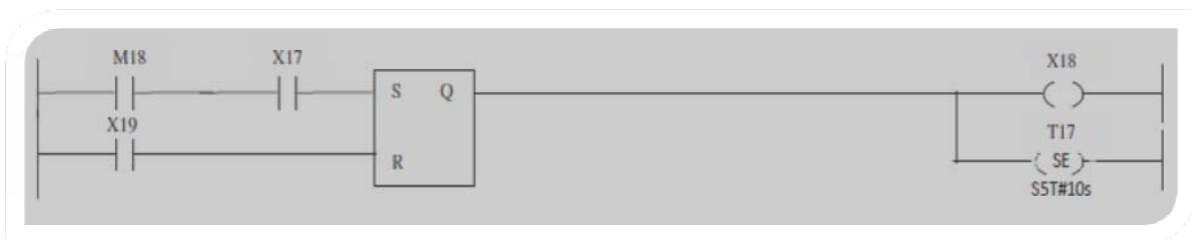
Réseau 14 : l'activation et la désactivation d'étape 17



Réseau 15 : transition d'étape 18



Réseau 16 : l'activation et la désactivation d'étape 18



Réseau 17 : transition d'étape 19



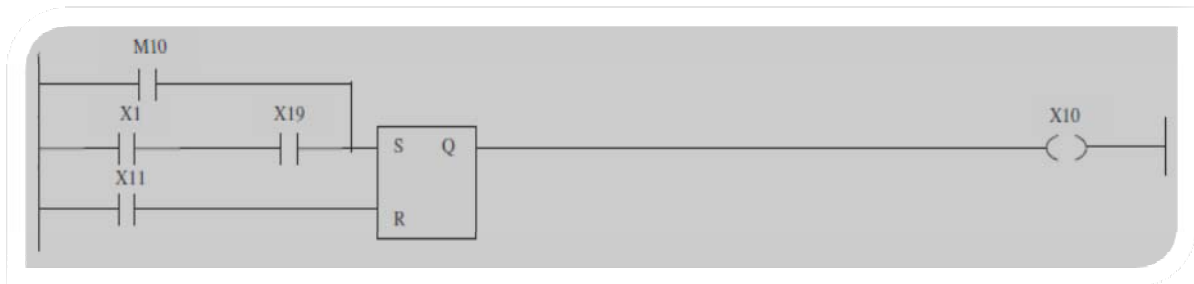
Réseau 18 : l'activation et la désactivation d'étape 19



Réseau 19 : transition d'étape 10



Réseau 20: l'activation et la désactivation d'étape 10



Réseau 21: Alarme



Réseau 22: Initialisation de M-1(moteur 1)



Réseau 23 : lampe rouge de M-1



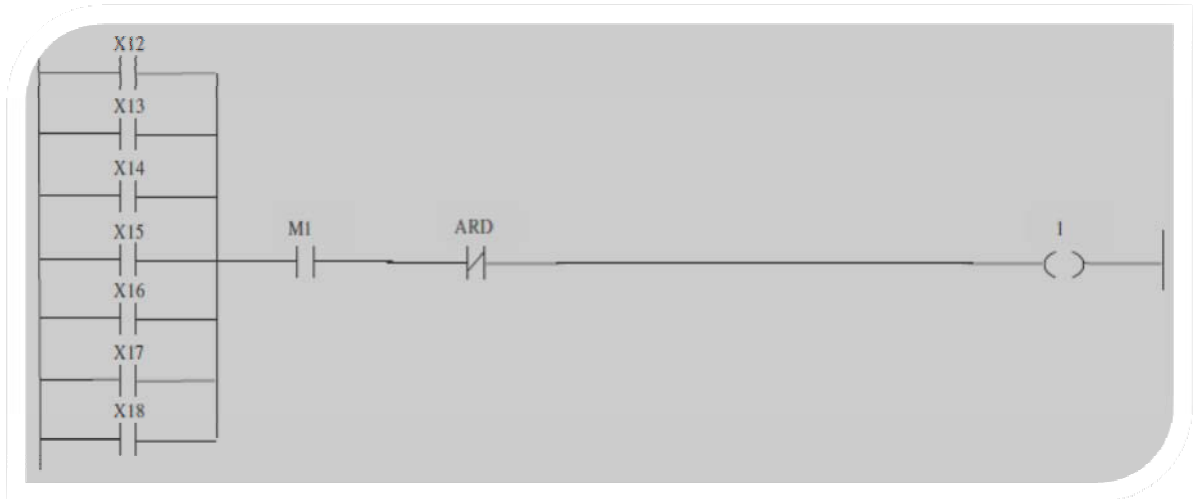
Réseau 24 : lampe bleu de M-1



Réseau 25 : lampe vert de M-1



Réseau 26 : Action de M-1



Réseau 27 : Initialisation de M-2(moteur 2)



Réseau 28 : lampe rouge de M-02



Réseau 29 : lampe bleu de M-02



Réseau 30 : lampe vert de M-02



Réseau 31 : Action de M-2



Réseau 32 : Initialisation de M-3



Réseau 33 : lampe rouge de M-3



Réseau 34 : lampe bleu de M-3



Réseau 35 : lampe vert de M-3



Réseau 36 : Action de M-3



Réseau 37 : Initialisation de M-4



Réseau 38: lampe rouge de M-4



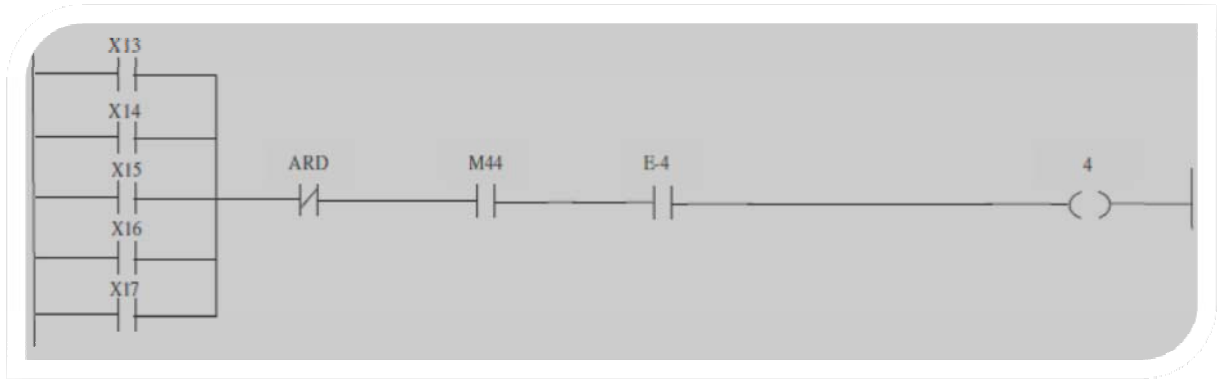
Réseau 39 : lampe bleu de M-4



Réseau 40 : lampe vert de M-4



Réseau 41 : Action de M-4



Réseau 42 : Initialisation de M-5



Réseau 43 : lampe rouge de M-5



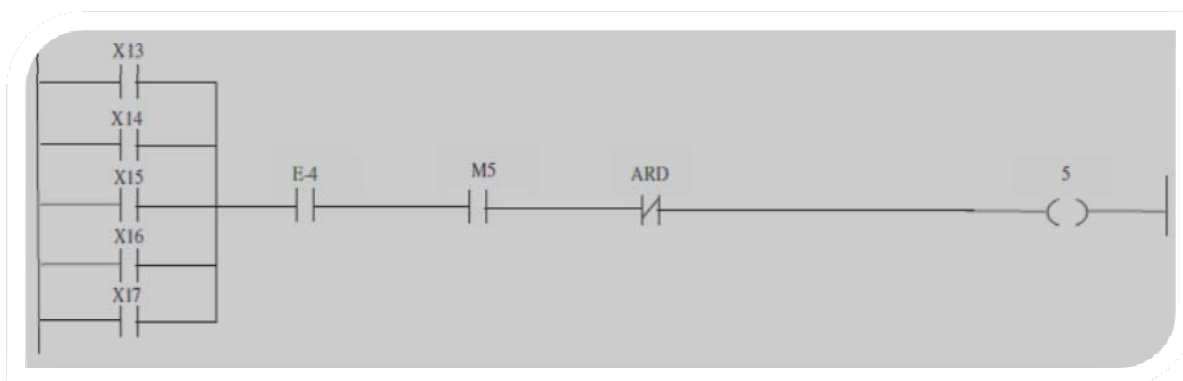
Réseau 44 : lampe bleu de M-5



Réseau 45 : lampe vert de M-5



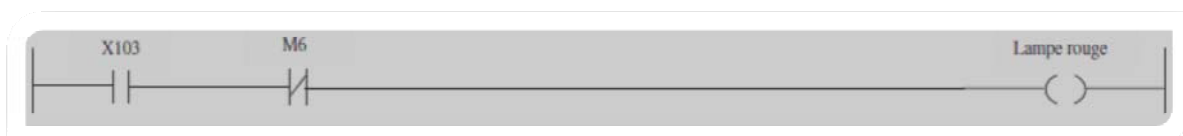
Réseau 46 : Action de M-5



Réseau 47 : Initialisation de M-6



Réseau 48 : lampe rouge de M-6



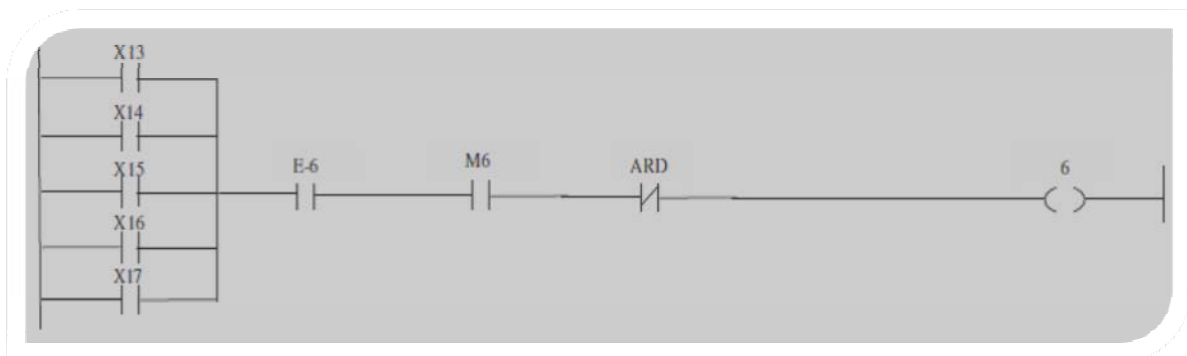
Réseau 49 : lampe bleu de M-6



Réseau 50 : lampe vert de M-6



Réseau 51 : Action de M-6



Réseau 52 : Initialisation de M-7



Réseau 53 : lampe rouge de M-7



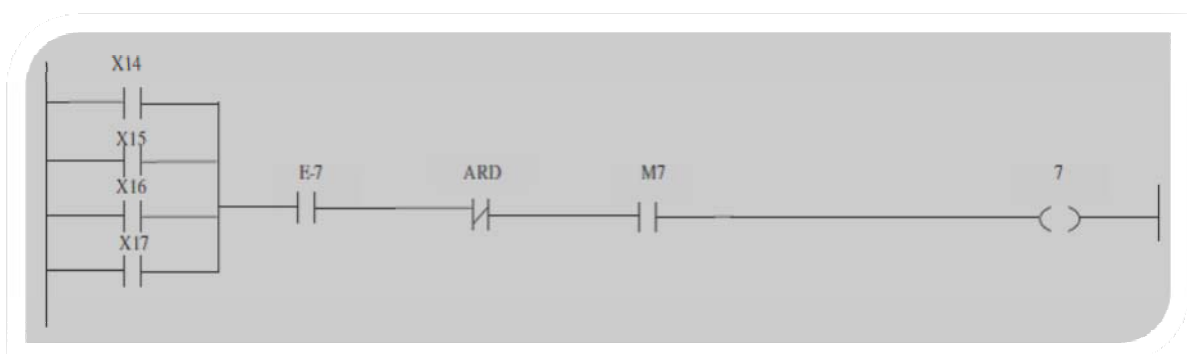
Réseau 54 : lampe bleu de M-7



Réseau 55 : lampe bleu de M-7



Réseau 56 : Action de M-7



Réseau 58 : Initialisation de M-8



Réseau 53 : lampe rouge de M-8



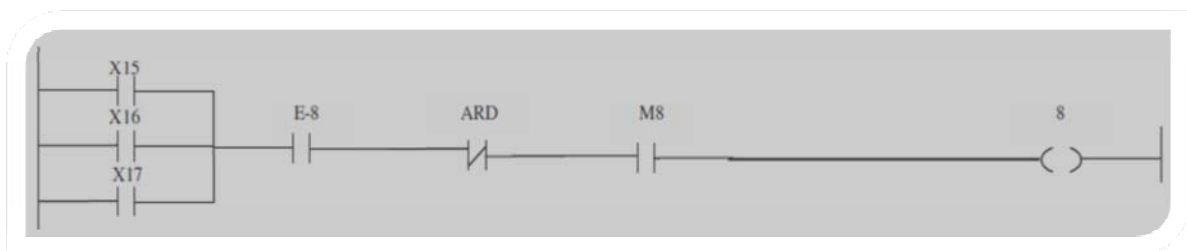
Réseau 54 : lampe bleu de M-8



Réseau 55 : lampe bleu de M-8



Réseau 56 : Action de M-8



Réseau 58 : Initialisation de M-9



Réseau 59 : lampe rouge de M-9



Réseau 60: lampe bleu de M-9



Réseau 61 : lampe vert de M-9



Réseau 62 : Action de M-9



V.16 Recensement des Entrées et des sorties

V.16.1 Les Entrées

N°:	Mnémonique	Commentaire
1	DEF	Défaut
2	ARD	Arrêt D'urgence
3	1	Moteurs en marche 1
4	2	Moteurs en marche 2
5	3	Moteurs en marche 3
6	4	Moteurs en marche 4
7	5	Moteurs en marche 5
8	6	Moteurs en marche 6
9	7	Moteurs en marche 7
10	8	Moteurs en marche 8
11	9	Moteurs en marche 9
12	RUN	Initialisation de système
13	Auto	Marche Automatique
14	BPM	Bouton Bossoir Marche
15	BPA	Bouton Bossoir Arrête
16	Q-1	Etat de disjoncteur 1
17	Q-2	Etat de disjoncteur 2
18	Q-3	Etat de disjoncteur 3
19	Q-4	Etat de disjoncteur 4
20	Q-5	Etat de disjoncteur 5
21	Q-6	Etat de disjoncteur 6
22	Q-7	Etat de disjoncteur 7
23	Q-8	Etat de disjoncteur 8
24	Q-9	Etat de disjoncteur 9
25	F-1	Etat de Sectionneur 1
26	F-2	Etat de Sectionneur 2
27	F-3	Etat de Sectionneur 3
28	F-4	Etat de Sectionneur 4
29	F-5	Etat de Sectionneur 5
30	F-6	Etat de Sectionneur 6
31	F-7	Etat de Sectionneur 7
32	F-8	Etat de Sectionneur 8
33	F-9	Etat de Sectionneur 9
34	S3	Quitt.

V.16.2 Les Sorties

N°:	Mnémonique	Commentaire
1	AL	Démarrage d'alarme
2	1	Démarrage de moteur 1
3	2	Démarrage de moteur 2
4	3	Démarrage de moteur 3
5	4	Démarrage de moteur 4
6	5	Démarrage de moteur 5
7	6	Démarrage de moteur 6
8	7	Démarrage de moteur 7
9	8	Démarrage de moteur 8
10	9	Démarrage de moteur 9
11	LED RUN vert	Marche Automatique de système
12	LED Auto 1 vert	Initialisation de système
13	LED 1 vert LED	En service 1
14	1 rouge LED 1	Défaut 1
15	bleu LED 2 vert	Arrêt Automatique 1
16	LED 2 rouge	En service 2
17	LED 2 bleu LED	Défaut 2
18	3 vert LED 3	Arrêt Automatique 2
19	rouge LED 3	En service 3
20	bleu LED 4 vert	Défaut 3
21	LED 4 rouge	Arrêt Automatique 3
22	LED 4 bleu LED	En service 4
23	5 vert LED 5	Défaut 4
24	rouge LED 5	Arrêt Automatique 4
25	bleu LED 6 vert	En service 5
26	LED 6 rouge	Défaut 5
27	LED 6 bleu LED	Arrêt Automatique 5
28	7 vert LED 7	En service 6
29	rouge LED 7	Défaut 6
30	bleu LED 8 vert	Arrêt Automatique 6
31	LED 8 rouge	En service 7
32	LED 8 bleu	Défaut 7
33	LED 9 vert LED	Arrêt Automatique 7
34	9 rouge LED 9	En service 8
35	bleu	Défaut 8
36		Arrêt Automatique 8
37		En service 9
38		Défaut 9
39		Arrêt Automatique 9

V.17 Conclusion

L'objectif de notre projet est l'automatisation d'une station de concassage, cette automatisation se fait en six tâches essentielles.

- ✓ Étude approfondie et analyse bien détaillée du cahier des charges fonctionnelle ;
- ✓ Établir le GRAFCET ;
- ✓ Recensement des sorties et entrées de système ;

chargement de programme dans la mémoire de programme RAM à l'aide de la console de programmation ;

- ✓ Transférer le programme dans l'unité centrale de l'automate ;
- ✓ Tester à vide : mise au point du programme ;
- ✓ Raccorder l'automate à la machine

Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail modeste, à savoir trouver des solutions GRAFCET d'un système automatisé d'une station de concassage.

Cette expérience est sincèrement positive elle nous a permis de découvrir un secteur qui, jusqu'à un passé proche nous est inconnu, ce secteur est celui de l'automatisation des systèmes industriels.

Compte tenu des objectifs définis au début de ce mémoire a été consacrée à la présentation des entreprises soit d'une plâtrière Taouab «USINE AVT» Ou bien d'une station de concassage qui nous a donnée l'occasion de découvrir un métier et de posséder une expérience très importante

Quant aussi à la fin de ce mémoire a été consacrée, aux solutions GRAFCET des différentes tâches du cycle de fabrication du plâtre tout en introduisant le principe des GRAFCET hiérarchisés.

Enfin, on a approché la programmation par automate programmable en utilisant le langage Step7

Ce mémoire conduit à envisager un certain nombre de prolongements :

- Passage de la programmation par contacts aux autres langages pour plus de maîtrise de la Programmation (automate programmable) ;*
- Amélioration des connaissances théoriques par des stages moyennes durées dans Les unités de productions commandées par automates programmables.*

Bibliographie

[1]	: Benyahia Ismahane et Boumelit Asma, « Application du GRAFCET pour l'automatisation d'une remplisseuse d'un liquide », Mémoire DEA, I.N.S.F.P.BATNA, Mars 2008.
[2]	: Patricia JARGOT, « Les systèmes automatisés » et « Langage de programmation pour API norme IEC 1131-3 ». Editions technique de l'Ingénieur, juin 1999.
[3]	: Philippe Lebrun Florence, « Programmation des automates » Lycée Louis ARMAND, 173 Bd de Strasbourg, 94736 NOGENT sur Marne.
[4]	: D. Dubois, « Automate programmable industrielle ».« Le Grafcet et Les systèmes automatisés », 1999.
[5]	: Les automates programmables « CEPADUES EDITIONS ».
[6]	: Michel Bertrand « Automate programmable industrielle » Docteur-Ingénieur. École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers ENSAM, Centre d'Enseignement et de Recherche de Lille.
[7]	: Benarib Ammar, Belmiloud Abd Elaziz, « Étude de réalisation d'un API a bas d'un microcontrôleur », Mémoire d'ingénieur, université de M'sila, 2006.
[8]	: SIMATIC S7 siemens « La compétence en automatisme centre de formation industrie ».
[9]	: ARTURE HERZOG « Consignes de sécurité et instructions de maintenance », « Inventaire physique des équipements et machines », Documentations d'Usine plâtrier TAOUAB.
[10]	: Mohamed-Faousi Harkat, SIMATIC, « Automate programmable S7-300 Configuration et programmation », Département de Mines, Université de Tbesa.
[11]	: Kouidri Mohamed, Bouzidi Riad « Automatisation de la commande et supervision de la station de nettoyage (CIP) de la laiterie de relizane (ALGERIE) », Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila, 2006.

[12]	:	SIMATIC «Logiciel de base pour SIMATIC S7et M7 », guide de l'utilisateur STEP7.
[13]	:	Salim Djriou et Baali Radouane, «Etude d'optimisation d'une installation électrique application briqueterie », Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila, 2008.
[14]	:	Groupe Schneider, " Guide moyen tension," Edition 2002.
[15]	:	Groupe Schneider " Schémathèque Technologies du contrôle industriel ", 2000.
[16]	:	Documentation de Constructeur, «Catalogue d'utilisateur».
[17]	:	Atallaoui Nourdine et Frahtia Rachid « automatisation d'une petite unité de production par résolution grafcet" «graphe de commande et étape-transition», Mémoire d'ingénieur, Université de M'sila, 2008.

C'est terminé
et merci Allah

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN GENIE ELECTROTECHNIQUE**

OPTION : COMMANDE ELECTRIQUE

Proposé et dirigé par : Messieurs : F. CHOUAF et S. MESSALTI

Présenté par : Mohamed M'HAMDI
Mustapha BENKACIMI

Thème :

AUTOMATISATION D'UNE STATION DE CONCASSAGE

Résumé :

Dans le domaine du concassage depuis des années de nombreuses recherches ont faites dans le but doublé la production et diminue les coûts et les dommages en effet à travers ce modeste travail nous aimerions contribuer aux recherches ont proposé automatisation de la station de concassage

Ainsi que nous avons d'abord déterminé toutes les machines dans l'opération de concassage puis nous avons fait une étude électrique à l'aide d'un logiciel écodial (schneider)

Nous avons également tenté de proposer solution grafcet comme un moyen qui faciliter la programmation de l'automate programmable

Comme toutes recherches commencent par une rêverie la notre serait d'adopter le programme et l'appliquer réellement.

Mots Clés :

Etude électrique (Schneider), conception, programmation d'un automate programmable, grafcet, production.