

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE

Présenté par

Mohamed BELHOCINE

JUGURTA BOUDEDJA

Thème

ETUDE ET AMELIORATION DE LA CHAINE DE PRODUCTION (T27) DE L'UNITE CUISSON DE L'USINE ENIEM

Mémoire soutenu publiquement le 13 juillet 2017 devant le jury composé de :

M Ahmed NAHI

Maitre assistant-A UMMTO Président

M Lhacène ARAB

Maitre assistant-A UMMTO Encadreur

M Remdhan AMMOUR

Ingénieur, EASM Ouadhias, Co-Encadreur

M Takfarinas CHELLI

Maitre assistant-A UMMTO Examineur

M Said AISSOU

Maitre assistant-A UMMTO Examineur

Remerciements

Nous remercions DIEU tout puissant pour la santé, la volonté, le courage et la patience qu'il nous a donné durant ces années d'étude.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre promoteur Mr ARAB pour ces orientations et conseils tout le long de notre travail.

Nous tenons également à remercier notre co-promoteur et gérant de l'EASM industriel Mr AMMOUR qui nous a permis de nous introduire dans le monde de l'automatisme industriel, ainsi que tous les membres de son équipe qui ont su répondre à nos nombreuses questions.

Notre remerciement s'adresse aussi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à nos parents qui ont été la source de notre inspiration.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui m'ont soutenu durant toute ma vie, mes sœurs et leurs maris, mes oncles et ma tante.

Mes très chers amis qui m'accompagnent et qui me soutiennent dans mes choix, ainsi que tous mes amis de l'UMMTO avec lesquels j'ai passé de très bonnes années d'étude inoubliable

M.BELHOCINE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À ma source de tendresse, à l'être le plus cher dans le monde, la

Femme la plus patiente

Ma chère mère

Mon idéal, mon cher père

À mes frères, mes sœurs, KARIMA et TINHINANE

À tous mes collègues de l'université UMMTO en particulier

Les étudiants de master deux ETH prof

À tous mes amis (KOUCIELA, MASTEN, SYPHAX, MASSI son oublier
DIHIA) qui ont toujours été à mes côtés dans les bons et les mauvais
moments

J.BOUDEDJA.

NOTATION

Liste des abréviations

API : automate programmable industriel.

BP : bouton poussoir.

C P P1 : capteur panne poste 1.

C P P2 : capteur panne poste 2.

C P P3 : capteur panne poste 3.

C P P4 : capteur panne poste 4.

C P P5 : capteur panne poste 5.

C P P6 : capteur panne poste 6.

CP : capteur photocellule.

CPF : capteur fin de course.

DCY : départ cycle.

MT : moteur

NRP1 : non retenu poste 1.

NRP2 : non retenu poste 2.

NRP3 : non retenu poste 3.

NRP4 : non retenu poste 4.

NRP5 : non retenu poste 5.

R : réceptivité

T : tapi roulant.

P P1 : panne poste 1

P P2 : panne poste 2

P P3 : panne poste 3

P P4 : panne poste 4.

P P5 : panne poste 5.

P P6 : panne poste 6.

VR : vérin.

η : rendement.

Liste des logiciels utilisés :

Xrelais :

C'est un logiciel propriétaire de saisie de schéma électrotechnique. Il permet de réaliser des schémas de types unifilaires, multifilaires, architecturaux et développés, pour le bâtiment et l'industrie. Il est possible de dessiner également des schémas pneumatiques et hydrauliques.

Step7 :

C'est un logiciel pour la programmation d'automates programmables (PLC) de la firme SIMATIC.

Wincc :

C'est un logiciel qui permet de programmer les écrans de supervision à partir du programme step7.

Avant-propos

Ce mémoire est issu du stage de fin d'étude qu'on a réalisé dans le cadre l'obtention du master 2ème année en électrotechnique industrielle au sein des entreprises (EASM) et (ENIEM), on a acquérir une expérience sur le domaine industriel.

Fiche de l'entreprise :

1. Fiche de l'EASM :

L'entreprise EASM (entreprise d'automatisme service et maintenance) a été créé en avril 2011, elle est constituée par un groupe d'ingénieurs opérant dans des secteurs d'activité différents et complémentaire (automatisme, hydraulique, électrotechnique, électronique, informatique.....)[18].

1.1. Domaine de travail :

- Automatisation des procédés industriels.
- Etude, réalisations, et interventions sur les automates, et les systèmes de gestion des procédés.
- Installations et interventions sur les variateurs de vitesse, et les démarreurs de vitesse.
- Fourniture et pose d'équipements électrique.
- Fourniture et pose d'armoire électrique.

2. Fiche de l'ENIEM :

Nom : ENIEM (Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager)

Date de création : 1974 sous tutelle de l'Entreprise SONELEC.

Adresse : ENIEM, Zone industrielle Aïssat Idir, Oued-Aïssi 15000, BP108–Tizi-Ouzou Algérie.

Chiffre d'affaire : 5.6 milliards de dinars en 2014.

Effectif : 2077 salariés.

Marché : local.

Activité : fabrication des appareils électroménagers [12].

Liste des figures

Figure I.1 schéma bloc de la machine.

Figure I.2 chariot mobile.

Figure I.3 le groupe dérouleur.

Figure I.4 le groupe redresseur.

Figure I.5 la fosse.

Figure I.6 Le groupe alimentateur et cisaille.

Figure I.7 Moteur principal et volant d'inertie.

Figure II.1 structures générales d'un système automatisé.

Figure II.2 Composants d'un automate programmable modulaire SIEMENS.

Figure II.3 l'automate S5 de la chaîne de production.

Figure II.4 Le cycle de vie de l'automate S5.

Figure II.5 choix de l'automate pour la transition du S5 au S7.

Figure II.5 montages matériels du S7.

Figure II.6 câblage du S7.

Figure II.7 choix de l'écran de supervision.

Figure II.8 intégrations d'un programme step7.

Figure II.9 affiliations des éléments de la machine.

Figure II.10 démarrages du système Runtime.

Figure II.11 écran de supervision du MT2.

Figure II.12 écran de supervision du MT3.

Figure II.13 écran de supervision du tapis roulant.

Figure II.14 écran de supervision recette

Figure II.15 écran de supervision des alarmes

Figure III.1 Logigramme de choix de la section des conducteurs et de dispositif de protection.

Figure III.2 déclenchements d'un disjoncteur.

Figure III.3 Courbes de fusion d'un fusible.

Liste des tableaux :

Tableau 1 classification des éléments de l'AP1 S7 et leurs comptabilité avec le S5.

Tableau 2 les réseaux et leur alimentation.

Tableau 3 le facteur de simultanéité en fonction des utilisations.

Tableau 4 classification des conducteurs.

Tableau 5 le facteur qui prend en compte l'influence du circuit.

Tableau 6 les isolants selon la température.

Tableau 7 abaque des sections de conducteur pour un réseau 400V.

Tableau 8 abaque des section de conducteur pour un reseau 230V/380V.

Tableau 9 calcule des résistances et des réactances.

Tableau 10 calcule des différent paramètre des moteur.

Tableau 11 paramètres de moteur principale.

Tableau 12 différentes références des variateurs de vitesse ATV.

Tableau 13 différentes types des variateurs de vitesse « ATV 71 »

Tableau 14 estimation de la puissance

Sommaire

Introduction générale	1
I. Description de la presse de transfert	
I.1. Introduction	2
I.2. Identification des éléments de la machine	2
I.3. Description de différentes parties de la machine	3
I.3.1. Le chariot mobile	3
I.3.2. Le groupe dérouleur	3
I.3.3. Le bloc redresseur	5
I.3.4. La fosse	5
I.3.5. Le groupe alimentateur et cisaille	6
I.3.6. Table d'aménage	6
I.3.7. La presse	8
I.3.7.1. La partie supérieure	8
I.3.7.1.1. Moteur principal et son volant d'inertie	8
I.3.7.1.2. Le groupe excentrique	8
I.3.7.1.3. Groupe frein embrayage	8
I.3.7.1.4. les coulisseaux	9
I.3.7.1.5. Groupe réducteur	9
I.3.7.1.6. Cylindres d'équilibrage du coulisseau	9
I.3.7.1.7. Réservoir de compensation	9
I.3.7.1.8. Les barres latérales	9
I.3.7.1.9. Les pinces	9
I.3.7.1.10. Ecran de protection	10
I.3.7.2. La partie inférieure	10
I.3.7.3. Table d'évacuation des pièces	10
I.3.7.4. le tapis d'évacuation de déchet	10
I.4. Les capteurs	10
I.5. construction des grafcet des différentes parties de la presse	12
I.5.1. Les différents cycles de fonctionnement de la chaîne	12
I.5.1.1. Cycle de fonctionnement de dérouleur, redresseur et la fosse	12
I.5.1.2. Cycle de fonctionnement de la cisaille	12
I.5.1.3. Cycle de fonctionnement de la presse	12
I.5.1.4. Cycle de fonctionnement des barres	12
I.5.1.5. Cycle de fonctionnement du tapis d'évacuation	13
I.5.2. les différents GRAFCET de la chaîne de production	13
I.5.2.1. GRAFCET du dérouleur, redresseur et la fosse	13
I.5.2.2. GRAFCET de la cisaille	14
I.5.2.3. GRAFCET de la presse	15
I.5.2.4. GRAFCET des barres	16
I.5.2.5. GRAFCET du tapis d'évacuation des pièces	18
I.6. Conclusion	18

	II. systèmes automatisés	19
II.1.	Introduction	19
II.2.	Structure générale d'un système automatisé	19
II.3.	Automate programmable industriel	20
II.3.1.	Définition d'un automate programmable industriel	20
II.3.2.	architecture d'un API SIEMENS	21
II.4.	L'actuel système de commande	21
II.4.1.	Automate programmable industriel SIMATIC S 5	21
II.4.2.	Description du l'actuel système de commande	22
II.4.3.	Inconvénients de l'actuel système de commande SIMATIC S5	23
II.4.4.	Arguments en faveur d'une mise à niveau	24
II.5.	mise à niveaux S5 au S7	24
II.5.1.	comptabilité matériels	24
II.5.1.1	choix de l'automate programmable	24
II.5.1.2	choix de la CPU pour le nouveau système de comman	25
II.5.1.3	choix des autres composants de l'API	25
II.5.2.	Présentation de SIMATIC S7-300	26
II.5.2.1.	Configuration matériel d'une station S7-300	26
II.5.2.2.	nature des informations traitées pas l'automate	28
II.6.	Programmation de l'API S7-300	29
II.6.1.	Les blocs du programme utilisateur	29
II.6.1.1.	Bloc d'organisation(OB)	29
II.6.1.2.	Bloc fonctionnel (FB)	30
II.6.1.3.	Fonction (FC)	30
II.6.1.4	Bloc de données (DB)	30
II.7.	Installation de l'API S7-300 CPU 314	31
II.8.	Wincc flexible	31
II.8.1.	Définition	31
II.8.2.	Wincc flexible Runtime	31
II.8.3.	Domaines d'utilisation de WinCC flexible	31
II.8.4.	Méthode d'utilisation	32
II.8.4.1.	Chois de l'écran de supervision	32
II.8.4.2.	Intégration de la supervision dans un projet step7	33
II.8.4.3.	Créations des vue	34
II.8.4.4	simulation du programme	35
II.8.4.5.	Simulation pour la cisaille de la chaine de production	35
II.9	Conclusion	37
	III. Dimensionnement de l'armoire électrique	38
III.1.	Introduction	38
III.2.	étape de réalisation d'une armoire électrique	38
III.2.1.	Choix des organes de commande	38
III.2.2.	choix de l'alimentation stabilisé	38
III.2.3.	choix du démarrage des moteurs	39
III.2.3.1.	démarrage direct	39
III.2.3.2.	Démarrage par variateur de vitesse	39

III.2.4.	Dimensionnement des conducteurs et section des câbles	40
III.2.4.1.	calcul du courant d'emploi IB	42
III.2.4.2.	Courant nominal du dispositif de protection	44
III.2.4.3.	le courant admissible en fonction des influences extérieures Iz'	45
III.2.4.4.	Choix et dimensionnement des protections	50
III.2.4.4.1.	La protection contre les courts circuits	50
III.2.4.4.1.1.	Définition d'un court-circuit	50
III.2.4.4.2.	Déterminations des résistances et des réactances d'une installation	55
III.2.4.4.3.	Protection des moteurs électriques	55
III.2.4.4.4.	La protection des personnes	58
III.2.5.	Choix de variateur de vitesse	58
III.2.5.1.	Paramètres du moteur principal	58
III.2.5.2.	Guide du choix du variateur de vitesse ATV	59
III.2.5.3.	Choix de référence de variateur de vitesse ATV71	61
III.2.6.	Le choix de l'armoire	61
III.2.6.1.	Choix de la ventilation	62
III.2.6.2.	Méthode de choix de la ventilation	62
III.3.	les essais	63
III.4.	Conclusion	64
		66
	Conclusion générale	
	Annexe	
	Références bibliographiques	

Introduction générale

Introduction générale :

De nos jours la concurrence du marché oblige les entreprises à faire face aux différents enjeux socio-économiques et à la progression technologique dans le domaine industriel.

Pour atteindre des objectifs de plus en plus exigeants les entreprises doivent se soumettre au développement des systèmes de production.

Sur le plan économique, les coûts de production, le rendement ainsi que le respect des délais sont des facteurs influents sur la compétitivité des entreprises.

Au plan technique, les principales contraintes portent sur la diversification, la flexibilité, la complexité et la qualité des produits, C'est pour cela que le développement dans le domaine technologique, automatique, et informatique est essentiel.

La plupart des entreprises Algériennes ont adoptées SIMATIC S5 au cours des 30 dernières années, utilisé dans la conception de leurs armoires de commande pour sa fiabilité et sa souplesse dans l'utilisation.

Cependant l'entreprise SIEMENS a décidé de mettre un terme à la production du S5 et la commercialisation des composants.

Pour éviter la rupture de stocks des pièces de rechange et un éventuel arrêt de production, les entreprises concernées doivent prévoir une migration vers une technologie plus récente.

Cette technologie peut consister dans le nouveau produit de la maison SIMATIC le S7, c'est un automate programmable développé pour remplacer son prédécesseur le S5; Il est réputé pour sa souplesse d'exécution, sa fiabilité et son bon rendement

Ce renouvellement est essentiel pour moderniser le système de production et pour assurer la compétitivité, ce qui contribue à la survie de l'entreprise sur le marché.

Cette tâche nous a été confiée au sein de l'entreprise ENIEM sur sa presse mécanique de l'unité cuisson.

Ce travail consiste à étudier et développer une solution pour la migration du système de commande de l'automate programmable industriel (API) SIMATIC S5 vers une commande avec un l'API SIMATIC S7.

Durant cette période de stage on a eu l'occasion de voir et intervenir avec l'équipe de maintenance aux différentes pannes électriques et mécaniques survenues sur la machine, chose qui nous a permis de mieux comprendre son fonctionnement pour mieux exploiter ces connaissances et les maîtriser en pratique

CHAPITRE I

Description de la presse de transfert

I.1. Introduction

Dans ce chapitre on se penchera sur l'étude d'une presse mécanique de type (6330 2MR-TR3, item T27), cette machine sert au découpage et à l'emboutissage de différentes tôles de cuisinières, cette presse est complètement automatisée et fonctionne à l'aide d'un séquenceur S5 de la firme SIEMENS.

Elle est fabriquée en Italie sur commande de l'ENIEM en 1991 dans l'entreprise MANZONI dans le but de moderniser les machines de fabrication et de booster la production. Elle occupe une place très importante dans l'unité cuisson ; son rôle consiste à emboutir la tôle des cuisinières, Elle a bénéficié de plusieurs améliorations à travers les années. [18]

I.2. Identification des éléments de la machine

La machine est constituée de plusieurs éléments essentiels au fonctionnement de cette chaîne, comme illustré dans la figure I.1.

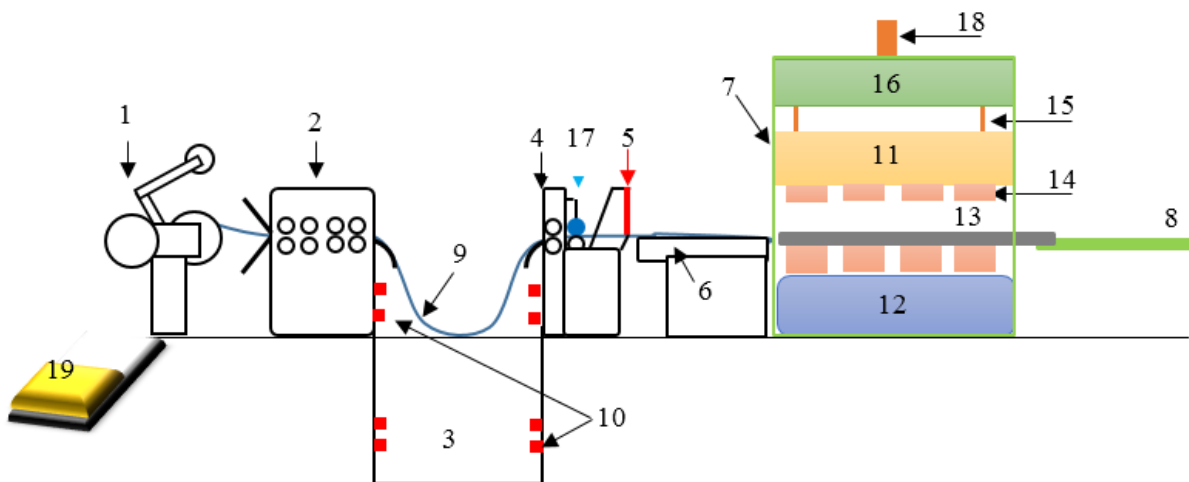


Figure I.1: schéma bloc de la machine

1. le dérouleur.
2. Le redresseur.
3. La fosse.
4. Le système d'alimentation.
5. La cisaille.
6. La table d'aménagement.
7. La presse.
8. Le tapis d'évacuation
9. La bobine.

10. Les capteurs photocellules de la fosse.
11. Le coulisseau.
12. La partie inférieure des outils (les tables portes outils).
13. Les deux barres portes pinces.
14. La partie supérieure des outils.
15. Le système bielle et l'excentrique.
16. L'ensemble moteur principal, volant d'inertie et réducteur.
17. L'encodeur.
18. Le volant d'inertie.
19. Le chariot mobile (chargeur).

I.3. Description des différentes parties de la machine

I.1. Le chariot mobile

Fabriqué en acier, il comporte une benne sur laquelle l'opérateur dépose la bobine (figure I.2), Il se déplace verticalement à l'aide d'un vérin hydraulique qui dispose d'un capteur de fin de course mécanique, installé au début des rails et indique que le chariot est prêt à être chargé sur les griffes.



Figure I.2: chariot mobile

I.2. Le groupe dérouleur

Ce dispositif sert à dérouler la tôle pendant le cycle de travail, Il est constitué essentiellement d'un bâti sur lequel est montée la partie tournante qui porte deux mandrins, une mâchoire et un rouleau presseur comme le montre la figure I.3 ci-dessous.



Figure I.3 le groupe dérouleur

1 → les deux mandrins : Ils sont formés de trois dents qui s'étirent à l'aide d'un vérin hydraulique pour entretenir rigide la bobine.

2 → Le rouleau presseur : Il est muni d'une roue entraînée par un moteur triphasé assurant une rotation, l'introduction de la bobine dans le groupe redresseur se fait dans la phase de préparation du cycle, ensuite le rouleau presseur regagne sa position initiale à l'aide d'un vérin installé sur son bras.

La rotation de la partie tournante est assurée par un moteur hydraulique. Après une rotation de 180° , cette dernière sera bloquée par un vérin hydraulique.

Les étapes de chargement dans ce bloc sont commandées manuellement

3 → La bobine : elle est constituée de rouleaux de tôles.

I.3. Le bloc redresseur

Cette partie sert à redresser les bosses et les déformations qui peuvent être présente sur la tôle.

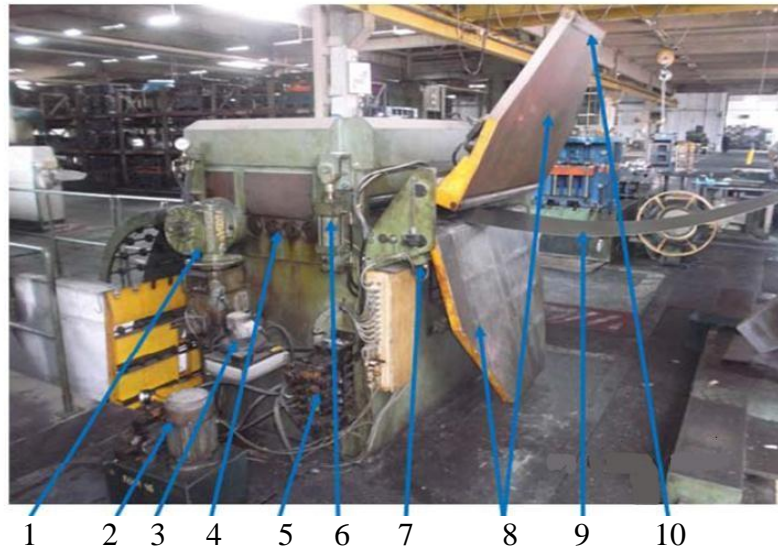


Figure I.4 le groupe redresseur

1. Moteur à courant continu avec variateur : entraine les roues de redressement.
2. Moteur-pompe de l'installation hydraulique.
3. Ventilateur de refroidissement pour le moteur à courant continu.
4. Rouleau supérieur (partie supérieure de redresseur).
5. Groupe distributeur qui assure l'arrivée de l'huile dans l'ensemble des actionneurs.
6. Vérin à double effet du rouleau postérieur.
7. Fin de course mécanique de la plaque inférieure.
8. Plaques inférieure et supérieure.
9. Tôle.
10. Roue pour faciliter l'introduction de la tôle entre les plaques et ainsi dans le redresseur [20].

I.4. La fosse

Pour assurer un fonctionnement automatique et pratique à grande vitesse de production il faut introduire dans la machine une fosse (qui contient de la tôle) entre le redresseur et le système d'aménage, la tôle qui passe dans cette fosse est sous forme d'arc, elle est donnée par les capteurs photocellules qui sont disposés dans cette fosse (figure I.5).

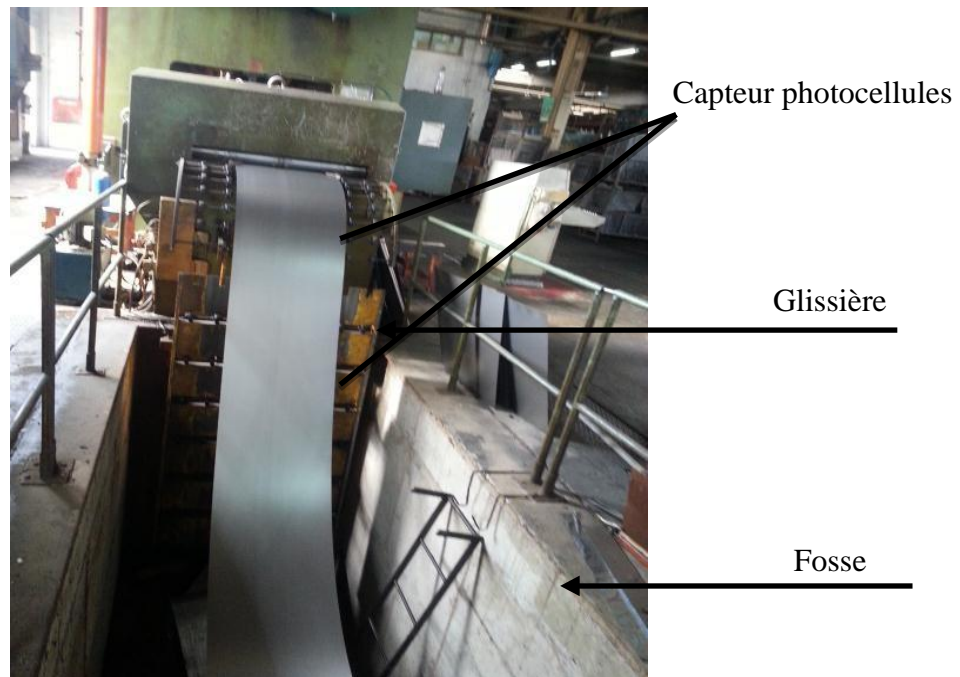


Figure I.5 la fosse

I.5. Le groupe alimentateuet cisaille

L'alimentateur se trouve en amont de la cisaille, Il comporte deux rouleaux superposés entraînés par un moteur brushless, ainsi qu'un dispositif de calcul de pas appelé l'encodeur, d'une roue d'appuis et d'un capteur de fin de course mécanique pour indiquer la position de la roue.

La cisaille est équipée de deux vérins hydrauliques, qui sont alimentés par un même distributeur, trois (03) amortisseurs pour éviter un retour brusque de la lame, et deux capteurs de fin de course magnétiques pour indiquer la position haute et la position basse de la lame comme montré sur la figure I.6.

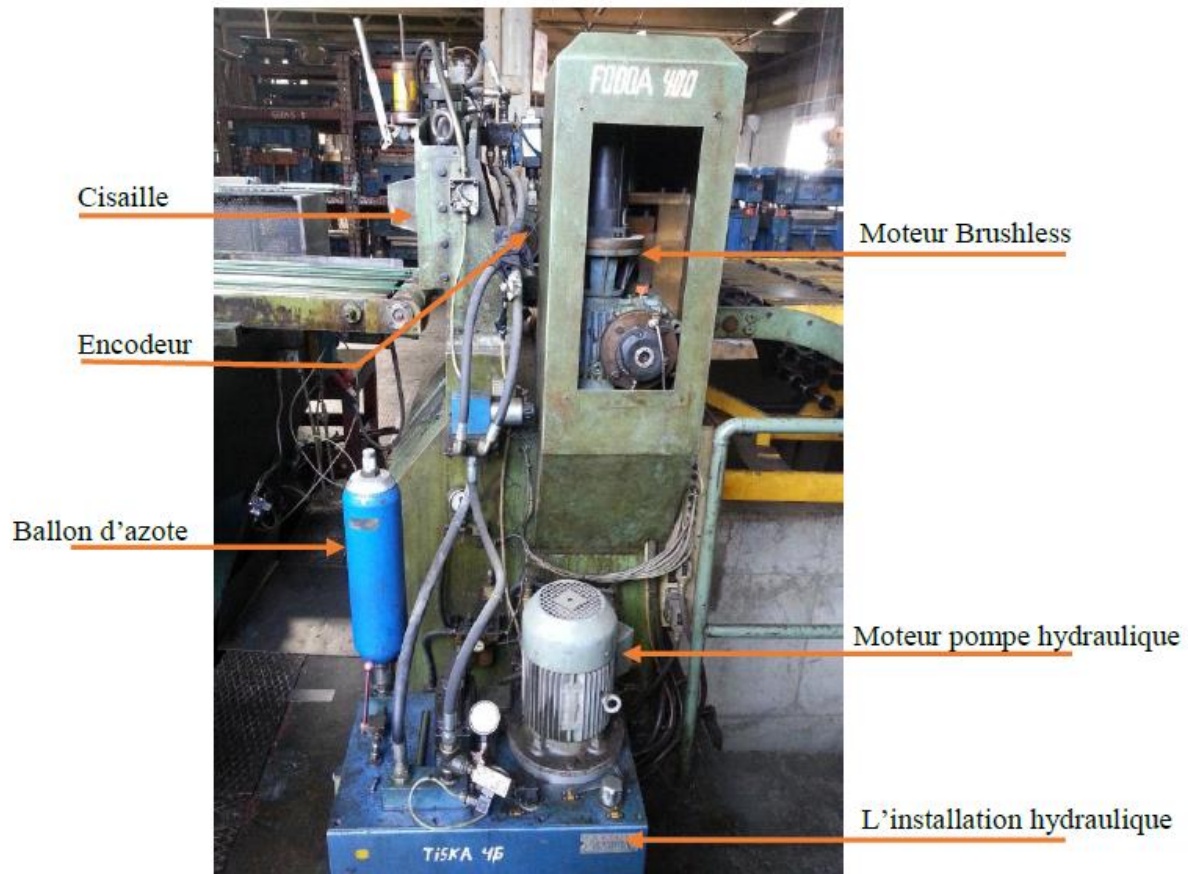


Figure I.6 Le groupe alimentateur et cisaille

Le circuit hydraulique du groupe dispose d'une pompe qui est entraînée par un moteur électrique triphasé qui condense l'huile dans le réservoir. Le manque de pression est compensé par le ballon d'azote.

Les caractéristiques de la cisaille sont :

Largeur bande max : 1m.

Epaisseur bande max : 22cm.

Effort de cisaille max : 77400 kg.

Pression d'exercice max : 120 bar.

Coupe à la minute : 20 coupes.

I.6. Table d'aménage

Elle est entraînée par un moteur triphasé dans un seul sens de rotation. Constituée de six courroies placées longitudinalement cette table est conçue pour sortir la pièce brute [17].

I.7. La presse

C'est l'élément le plus essentiel de la chaîne de production, elle contient une partie supérieure et une partie inférieure.

I.7.1. La partie supérieure

I.7.1.1. Moteur principal et son volant d'inertie

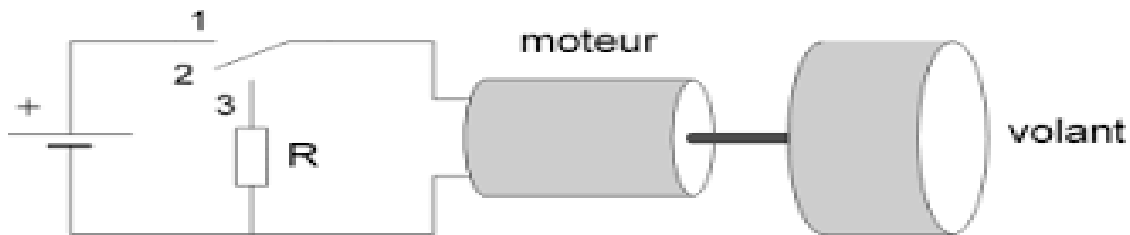


Figure 7: Moteur principal et volant d'inertie

- **Le moteur** : il est entraîné à l'aide d'une courroie et d'un volant d'inertie, il est alimenté par une petite génératrice. C'est un moteur à courant continu à puissance variable et à couple constant.
- **Le volant d'inertie** : Il est programmé de manière à pouvoir développer la puissance nominale de la presse 15 coups par minute avec un degré de ralentissement de 0.15 à l'aide d'un arbre et d'un réducteur qui entraîne deux bielles excentriques qui sont liées à un coulisseau.

I.7.1.2. Le groupe excentrique

Il est composé d'un excentrique emboîté directement à l'engrenage lent, supporté par un pivot central fixe, il a aussi une bielle montée avec coussinet en bronze qui tourne sur l'excentrique.

I.7.1.3. Groupe frein embrayage

C'est un disque refroidi, à bas moment d'inertie de type pneumatique. Le disque de frein est fixé au bâti de la presse, et celui de l'embrayage est porté sur un arbre qui transfère le mouvement du volant d'inertie à d'autres parties de la presse.

I.7.1.4. Les coulisseaux

C'est un système qui contient une roue hélicoïdale actionnée par un moteur triphasé auto-freinant pour assurer le réglage du coulisseau, qui est composé de quatre structures assemblées avec des anneaux de centrage pour garantir un alignement parfait.

Le coulisseau comporte quatre emplacements d'outils, chaque emplacement est doté d'un moteur asynchrone triphasé à deux sens de rotation qui permet de régler individuellement les outils.

L'équilibrage du coulisseau se fait à partir des cylindres hydrauliques, la fixation des outils se fait à partir des vérins hydrauliques rotatifs [19].

I.7.1.5. Groupe réducteur

Son rôle est de réduire la vitesse de l'axe principale mené vers l'axe transmission. Il est composé de :

- Trois roues à dentures droite.
- Un arbre denté conique.
- Une roue dentée conique.

I.7.1.6. Cylindres d'équilibrage du coulisseau

Son rôle principale est l'équilibrage de coulisseau et des outils supérieurs pour obtenir un mouvement fluide et régulier, Ils récupèrent tous les jeux d'accouplement et déchargent les boîtes de coussinets du poids et des composants en mouvement alternatif de la charge relative d'inertie.

Le réglage de la pression d'équilibrage en fonction de la vitesse se fait à partir des régulateurs de décharge automatique connecté à un grand réservoir de compensation qui maintient la pression pratiquement constante le long de la course.

I.7.1.7. Réservoir de compensation

Ils sont utilisés pour l'équilibrage de la machine et sa sécurité, cette presse contient quatre réservoirs remplis d'air comprimé qui sont placés des deux côtés.

I.7.1.8. Les barres latérales

Fabriquées en aluminium, elles sont placées en parallèle et servent à déplacer les pinces portes pièces.

I.7.1.9. Les pinces

Elles permettent de déplacer les pièces d'un emplacement à un autre.

I.7.1.10. Ecran de protection

Il se déplace verticalement par des pistons pneumatiques commandés par un bouton approprié, qui est composé d'un châssis revêtu avec une matière transparente antichoc.

Le fonctionnement de la presse dépend de la position d'écran, il est contrôlé par un interrupteur électrique et une fin de course.

I.7.2. La partie inférieure

Elle comporte une table sortante en acier, des trous pour la goupille d'éjections et des rainures pour le fixage des outils au-dessus.

À l'intérieur de la table se trouve des logements pour les plaques d'arrêt aux goupilles d'éjection dans la phase de chargement des outils, ses plaques sont fixées au bâti de la presse par six (6) vérins hydrauliques rotatifs avec partie terminale.

I.7.3. Table d'évacuation des pièces

Elle est entraînée par un moteur triphasé à un seul sens de rotation ; Elle a pour rôle d'évacuer les pièces usinées. Sa commande est basée sur un compteur calculant le nombre de cycle complet que font les barres. On programme ce nombre sur le pupitre de commande. L'enclenchement du tapis est lié à un signal qui est émis par un capteur photoélectrique installé à la fin du tapis qui indique l'évacuation des pièces par l'opérateur.

I.7.4. le tapis d'évacuation de déchet

La presse dispose de deux tapis positionnés au-dessous du niveau du sol et raccordés avec des glissières en tôle mises sur l'outil. Les tapis sont de longueur de la presse avec une partie terminale qui remonte à un mètre au-dessus du sol pour faciliter la récupération des déchets et leur récolte dans des bennes.

I.4. Les capteurs

Les capteurs servent pour un fonctionnement synchronisé entre les différentes parties de la machine sans interruption. Cette chaîne de production dispose de plusieurs capteurs qui sont disposés de manière à ce qu'il y'ait une continuité dans le service, ils peuvent être répertoriés de la manière suivante :

- Deux paires de capteur photocellule dans la fosse qui définissent la longueur de la tôle :
- Les deux capteurs supérieurs sont placés sur la même ligne horizontale, la tôle doit impérativement passer entre ces deux capteurs, dans le cas contraire un signal est donné

à l'opérateur qui indique qu'elle est trop tendue ce qui signifie que la vitesse de déroulage de la bobine est trop lente par rapport à la vitesse de la cisaille.

- Les deux capteurs inférieurs se déclenchent et envoient un signal à l'opérateur quand la tôle est détendue et forme un grand arc qui passe entre les deux capteurs, ce qui signifie que la vitesse de déroulage de la bobine est trop rapide par rapport à la vitesse de la cisaille.
 - Un capteur photocellule se trouve sur la table d'aménagement ; ce dernier commande la cisaille en fonction de l'emplacement de la tôle.
 - Un capteur se situe à la fin du tapis d'évacuation et se déclenche quand l'opérateur ramasse les pièces de tôle.
 - Des capteurs sur les barres, et d'autres sur les pinces.
 - Des capteurs de pression qui indiquent que la tôle est bien emboîtée.

I.5. construction des grafcet et des différentes parties de la presse

La construction d'un grafcet est essentielle pour la compréhension du mode de fonctionnement de la machine.

I.5.1. Les différents cycles de fonctionnement de la chaine

Le Grafcet a été découpé en plusieurs parties pour une meilleure compréhension

I.5.1.1. Cycle de fonctionnement de dérouleur, redresseur et la fosse

La mise en marche du premier moteur à courant continu (MT) par BP1 fait fonctionner le redresseur.

Une fois la tôle passé du redresseur elle rentre dans une fosse qui dispose de quatre capteurs photocellules (CP1), (CP2), (CP3) et (CP4) qui détermine la longueur de cette tôle et donne aussi une information sur la vitesse du moteur (M1).

I.5.1.2. Cycle de fonctionnement de la cisaille

La tôle insérée dans le groupe alimentateur, le moteur Brushles et le moteur du tapi 1 sont mis en marche par un bouton poussoir (Bp2)

La tôle passe dans un encodeur (EC) qui définit la longueur de la pièce à cisailer.

Une fois la longueur de pièce définie, la cisaille qui est actionnée par un moteur hydraulique qui coupe la tôle en plaques. Celle-ci sont déplacé grâce au tapi 1 vers l'emplacement du capteur photocellule.

I.5.1.3. Cycle de fonctionnement de la presse

Les moteurs de la presse sont activés par un bouton poussoir (Bp3)

Quand la plaque est déposée sur le 1^{er} capteur photocellule qui se trouve sur la partie inférieure de la presse, le VR de la cisaille sort ce qui fera descendre la presse.

Une fois la plaque pressée, un capteur de pression se déclenche ce qui fera rentrer le VR et la remontée de la presse.

Cette opération est répétée sur les quatre moules restants.

I.5.1.4. Cycle de fonctionnement des barres

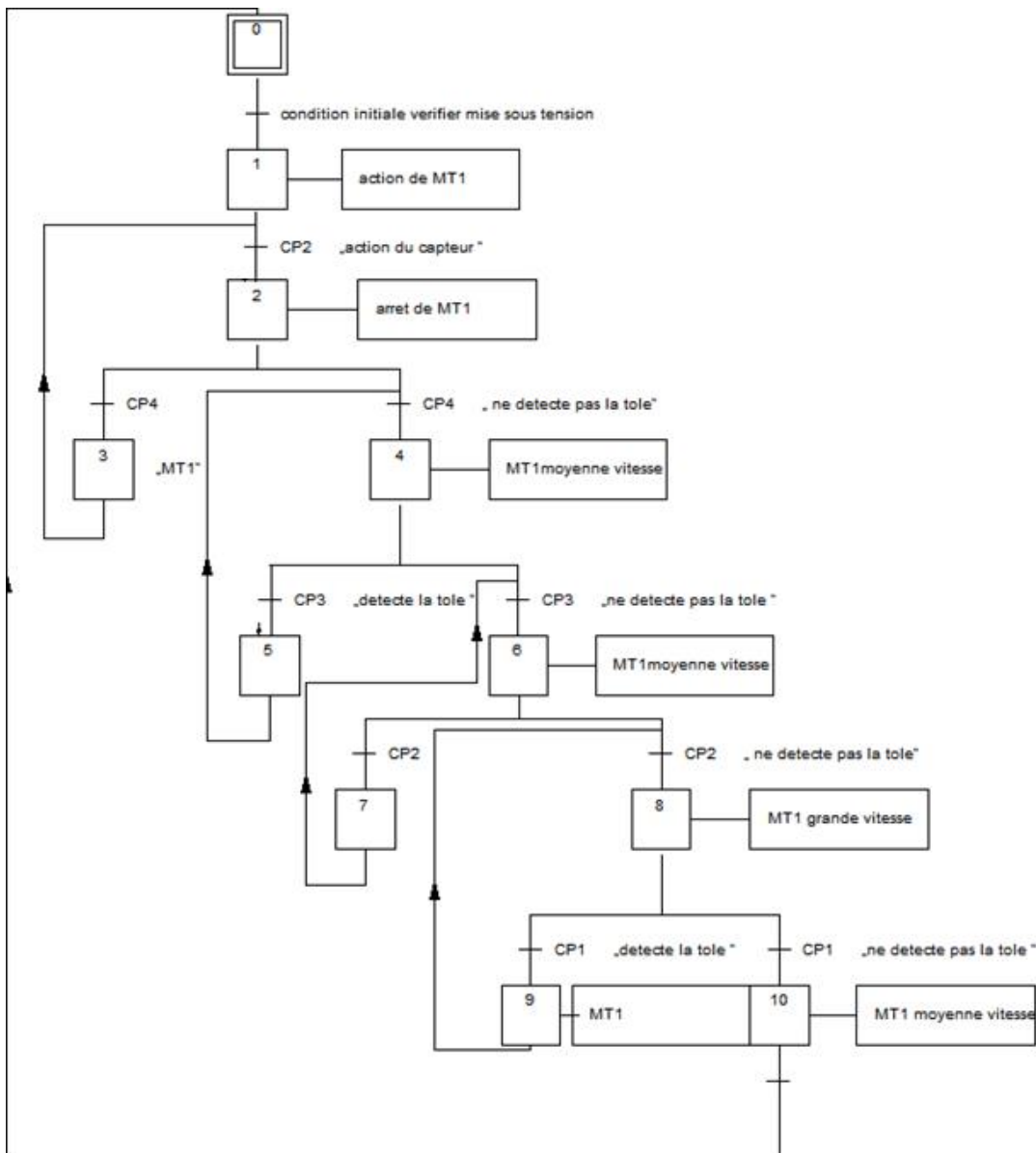
Ces barres servent à déplacer les plaque dans la presse, elles soulèvent la tôle présente dans le tapi 1 et la dépose sur le 1^{er} moule de la presse puis sur les autres moules, grâce à des pinces qui s'ouvrent et se ferment avec la présence de la tôle à l'aide des capteurs photocellules qui sont disposés sur ces dernières. [20]

I.5.1.5. Cycle de fonctionnement du tapis d'évacuation

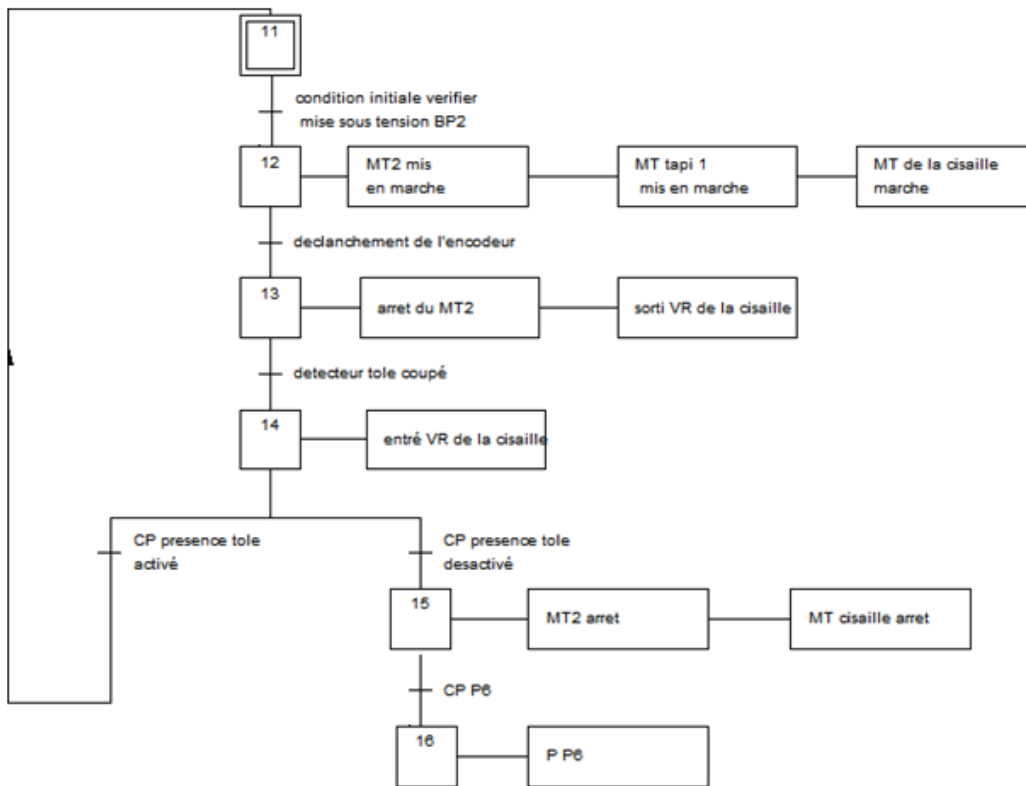
Ce tapis est muni d'un capteur qui fait le comptage des pièces, Il se déclenche quand il atteint 4 pièces et il s'arrête grâce un capteur de fin de course et il ne redémarre pas avant que les pièces ne soient évacuées par l'operateur.

I.5.2 Les différents GRAFCET de la chaine de production :

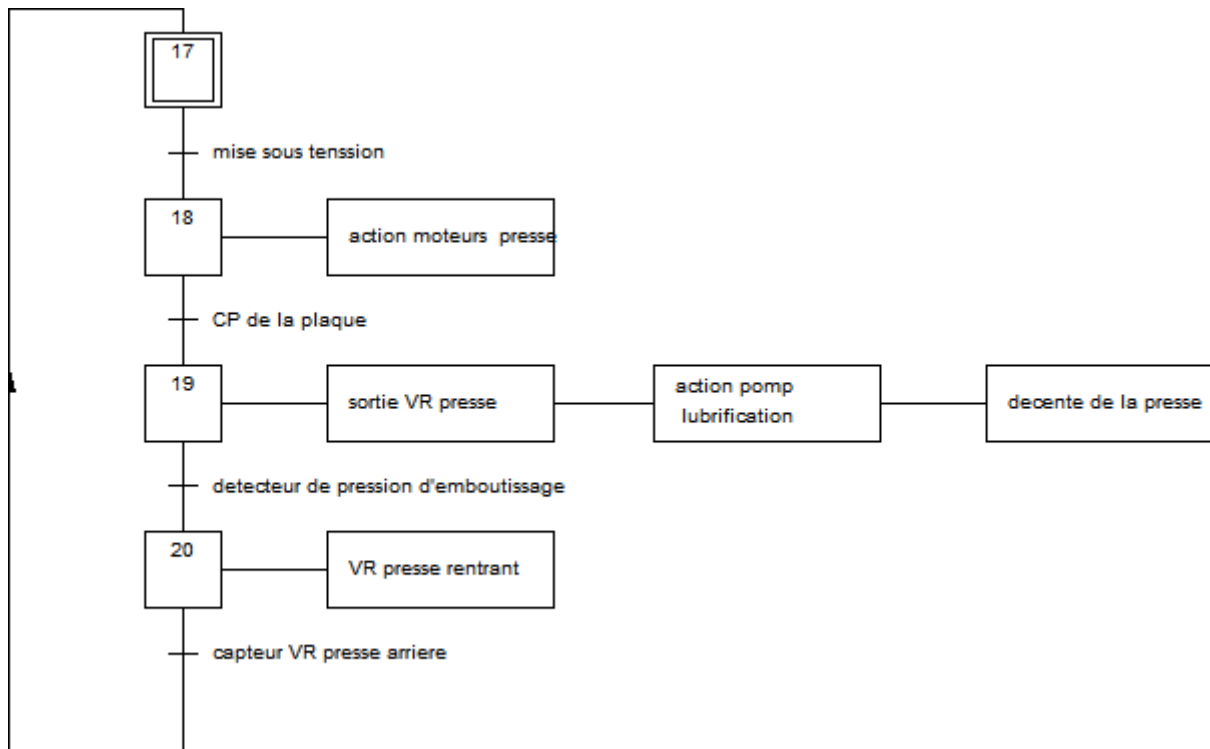
I.5.2.1 GRAFCET du dérouleur, redresseur et la fosse



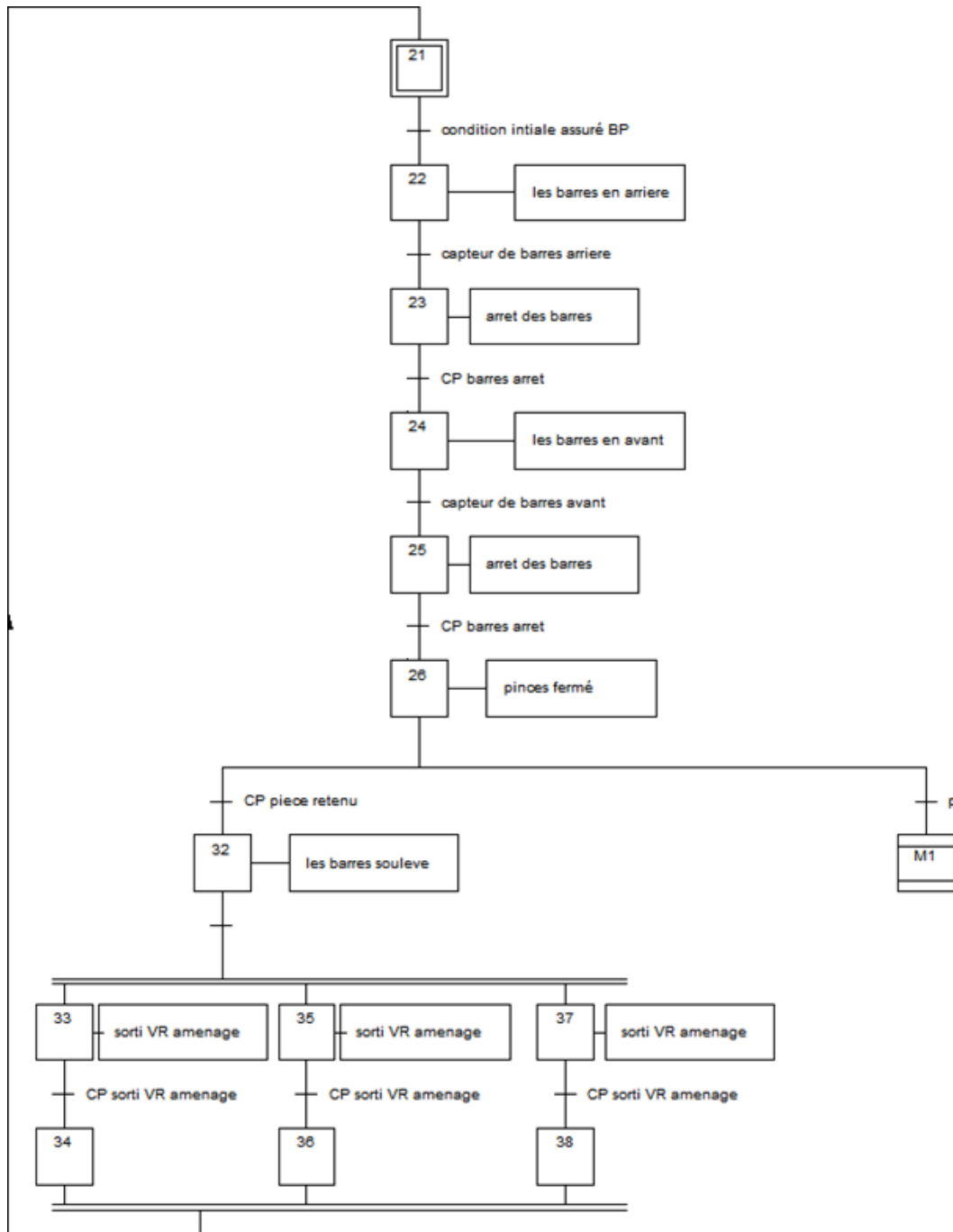
I.5.2.2. GRAFCET de la cisaille

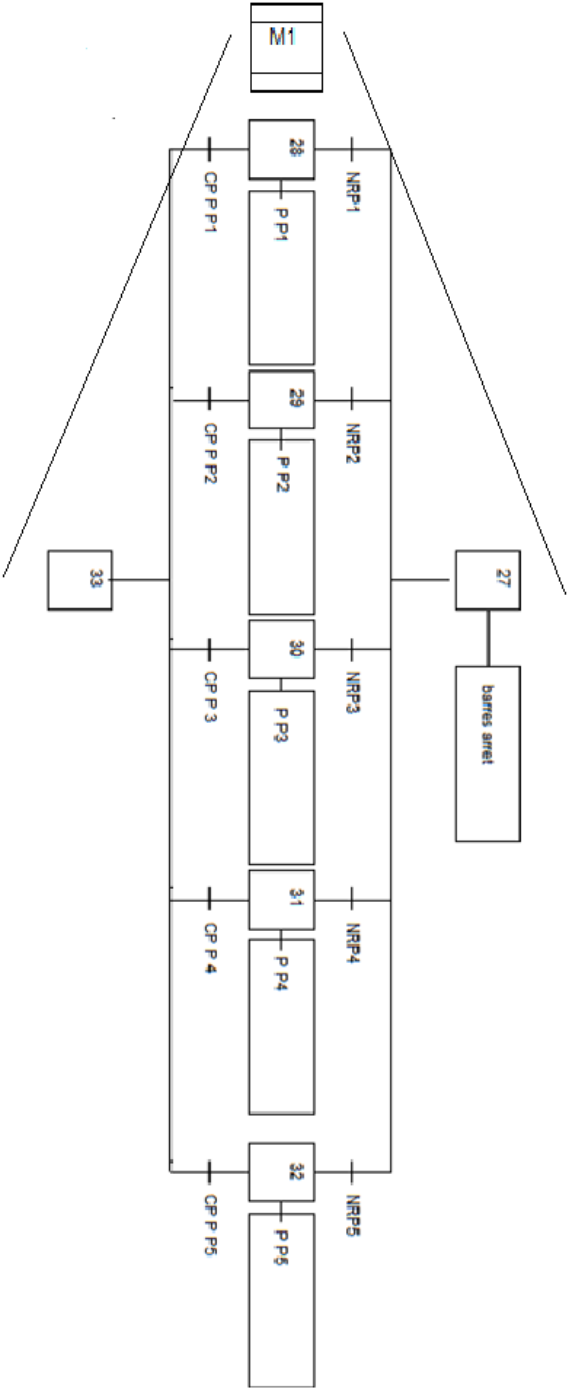


I.5.2.3. GRAFCET de la presse

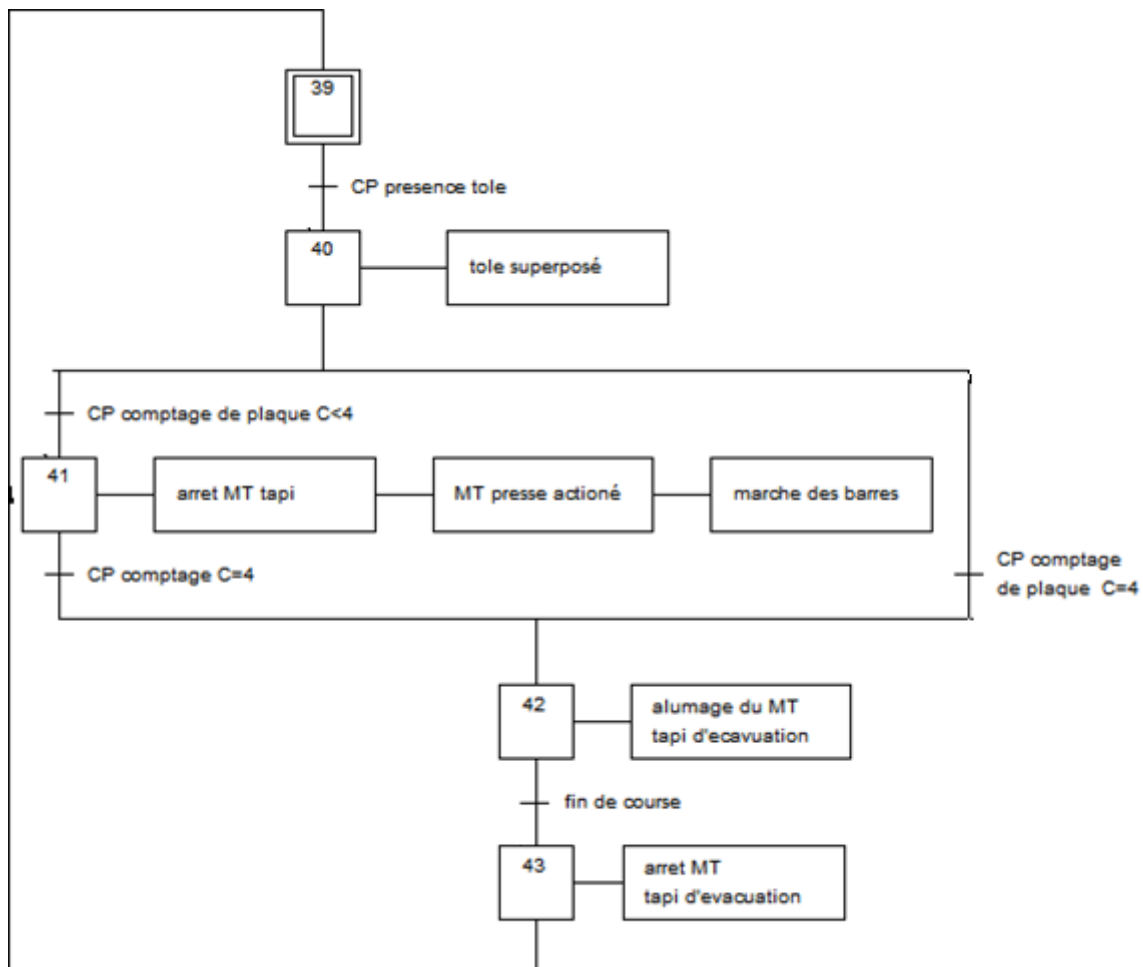


I.5.2.4 GRAFCET des barres:





I.5.2.5 GRAFCET du tapis d'évacuation des pièces



I.6. Conclusion

On a vu dans ce chapitre les différentes parties de la presse de transfert et son mode de fonctionnement

On a aussi pu construire un grafcet qui pourra aider à mieux comprendre le fonctionnement de cette machine et permettra aussi de faire un programme en step7 dans le chapitre suivant.

Chapitre II

Systemes automatisés

II.1. Introduction

Les automates programmables (API) ont vu le jour dans les années soixante, et se sont développés jusqu'à ce jour.

SIMATIC constitue le parfait exemple de cette évolution, en effet le nom de SIMATIC était dans un passé proche associé au automate S5, aujourd'hui c'est le symbole de l'intégration totale.

Ce concept révolutionnaire vise à réunir le monde de la fabrication manufacturière et l'univers des procédés, elle offre toutes les briques matérielles et logicielles nécessaires à la fabrication d'un projet, c'est pour cela qu'ils ont créé le SIMATIC S7 qui est la continuité du S5.

II.2. Structure générale d'un système automatisé

On peut résumer la structure générale d'un système automatisé par le schéma qui est représenté ci-dessous sur la figure II.1 :

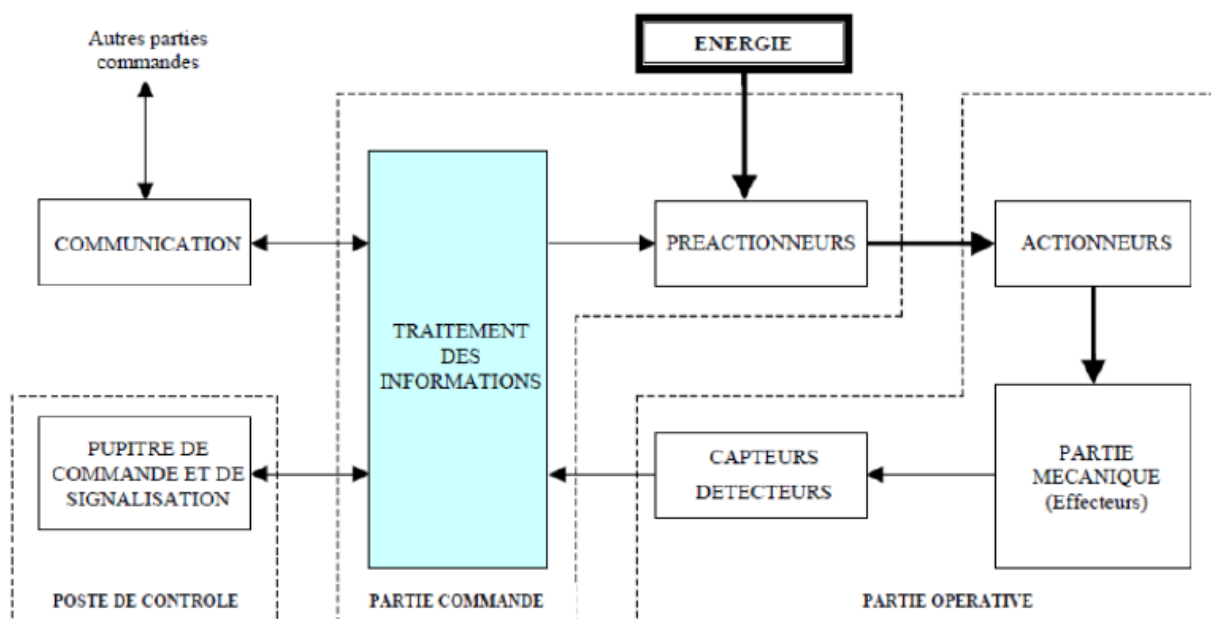


Figure II.1 structures générales d'un système automatisé

- **La partie opérative:** Elle comporte les actionneurs (moteurs, vérins...) qui agissent sur la partie mécanique du système, qui à leur tour agissent sur la matière d'œuvre. Les divers états du système sont activés par des capteurs et des détecteurs.
- **La partie commande :** cette partie reçoit les informations sur les divers états du système, et donne l'ordre de fonctionnement à la partie opérative. Elle assure aussi le transfert d'énergie entre la source de puissance et l'actionneur [2].

- **Le poste de contrôle** : il est composé de pupitre de commande et de signalisations. Il permet d'ordonner le système (marche, arrêt...) et de ses différents états à visualiser à l'aide des voyants sur des interfaces graphiques par l'opérateur de la machine.

II.3. Automate programmable industriel

II.3.1. Définition d'un automate programmable industriel

L'automate programmable industriel (API) est un appareil programmable conçu pour l'environnement industriel, il réalise des tâches d'automatisme pour assurer la commande d'actionneur à partir d'informations logiques numériques ou analogiques [5].

La programmation se fait par les automaticiens (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme :

- Logique séquentiel et combinatoire;
- Temporisation, comptage, décomptage, comparaison;
- Calcul arithmétique;
- Réglage, asservissement, régulation, etc.
- Pour commander, mesurer et contrôler au moyen de modules d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel [6].

II.3.2. architecture d'un API SIEMENS

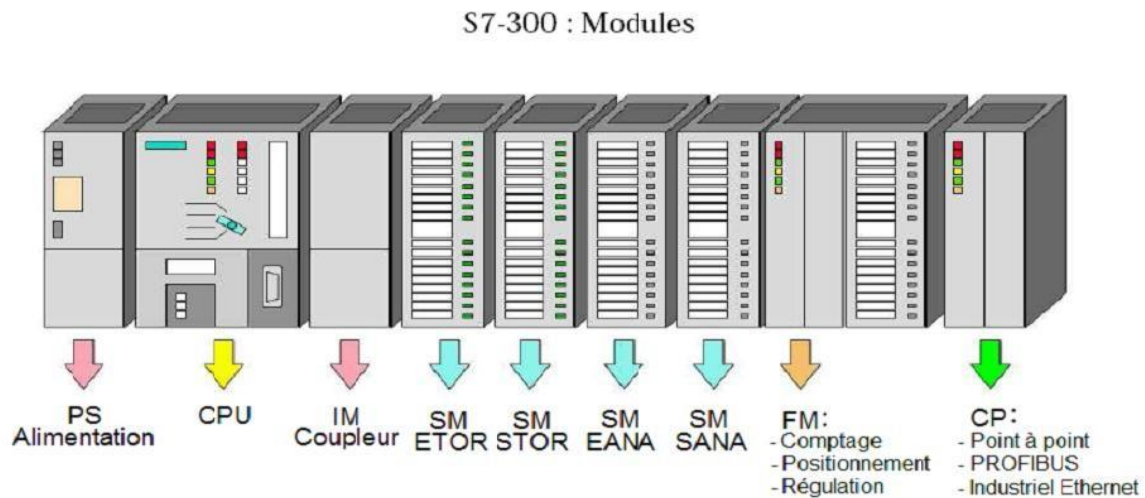


Figure II.2 Composants d'un automate programmable modulaire SIEMENS

La structure des automates modulaires SIMATIC est faite quasiment de la même manière
CPU : unité centrale.

PS : modules d'alimentations.

IM : coupleur.

CP : processeur de communication.

FM : module de fonctionnement il comporte :

- le comptage.
- la régulation.
- la positionnement.

SM : module de signaux.

II.4. L'actuel système de commande

II.4.1. Automate programmable industriel SIMATIC S 5

Créé en 1979 pour les applications de moyenne complexité, il répond à toutes les exigences posées à un automate programmable.

C'est à partir de cette date que la chaîne de production s'est doté de cette technologie-là. Elle a un séquenceur de la firme SIEMENS le (SIMATIC S5-1115U CPU 942) ; ce système a permis à l'entreprise d'améliorer son rendement, ainsi que la qualité des produits.

De nos jours ce système est devenu obsolète qui pourrait provoquer un arrêt brusque de la production dans le cas où une panne surgit sur les composants de l'API. [4]

II.4.2 Description de l'actuel système de commande

La photo suivante montre le système de commande S5 tel qu'il est placé dans l'armoire électrique à l'unité cuisson :

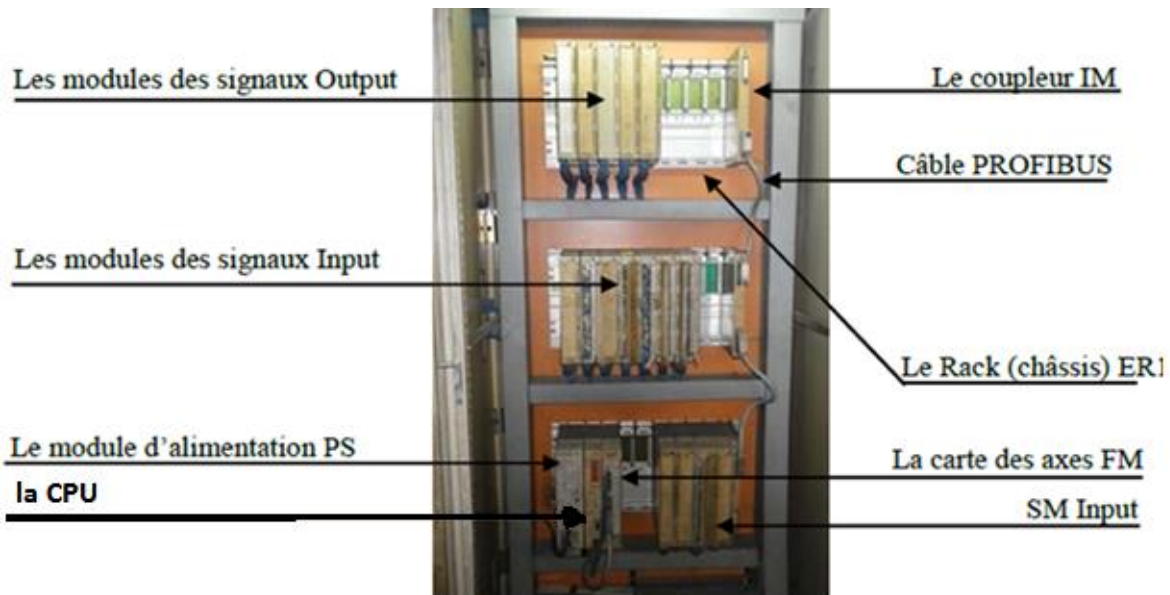


Figure II.3 l'automate S5 de la chaîne de production

Le système S5-115U est modulaire, ses différentes constituantes sont :

-Module d'alimentation (PS)

Les modules d'alimentation (PS) convertissent la tension d'alimentation externe en tensions de service internes. L'automate S5-115U peut être alimenté en 24V ou 230V en alternatifs.

-Unités centrales

L'unité centrale (CPU) est le cerveau de l'automate. Elle exécute le programme utilisateur. Le choix de la CPU est fait en fonction de la puissance dont on veut doter notre automate S5-115U.

La CPU utilisée dans notre système de commande est la CPU 942, elle ne possède pas de cartes d'E/S intégrés, mais possède une modularité et extensibilité pour divers modules de périphérie qui assurent l'échange d'information entre la CPU et les périphériques industriels.

-Cartes d'entrées /sortie TOR (cartes digitales 32 x0.5A)

Les modules d'entrées et de sorties sont les interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation.

Dans notre installation l'automate possède 11 cartes d'entrées digitales de 32 bits chacune, et 5 carte de sortie digitales de 32 bits chacune déclarées.

-Carte des axes FM

Elle se trouve juste après la CPU, placée spécialement pour le calcul du pas sa référence est (6ES5 491-OLB11), elle est dotée d'un bus d'entrée de 8 bits provenant de l'encodeur qui se situe dans le système d'aménage et deux sorties digitales.

-Coupleur IM 306

Les cartes d'entrées/sortie sont montées sur des châssis du type « ER1 » sur trois étages dans l'armoire électrique, ce qui nécessite un raccordement entre elles avec des coupleurs IM 306 et un câble PROFIBUS.

II.4.3. Inconvénients de l'actuel système de commande SIMATIC S5

L'obsolescence constitue le principal inconvénient, car comme le montre la figure 11, SIEMENS a prévu d'arrêter la commercialisation de SIMATIC S5 115U en Octobre 2014.



Figure II.4 Le cycle de vie de l'automate S5

Depuis l'année 2004 la firme SIEMENS a cessé de fabriquer les API S5 CPU 115U et continu à fournir l'équipement en stock jusqu'à Octobre 2014 et à partir de là c'est l'arrêt de la commercialisation, ce qui fait que le coût de l'entretien devient trop cher et les pièces de rechange se raréfient.

II.4.4. Arguments en faveur d'une mise à niveau

- Délais de livraison plus rapides.
- Coûts des pièces de rechanges plus faibles et en plus grande disponibilité.
- Minimisation des temps d'arrêt à l'aide d'une technologie plus récente.
- Garantie durable de la disponibilité de l'installation.
- Grande savoir-faire disponible pour SIEMENS S7.

En effet, l'automate de notre système actuel nécessite une migration vers un automate plus récent disponible sur le marché et plus performant que le S5.

II.5. mise à niveaux de S5 vers S7

La comptabilité matérielle (choix de l'API) et la conversion du S5 au S7 sont deux éléments à prendre en considération si on veut faire la migration du S5 au S7.

II.5.1. comptabilité matériels

II.5.1.1. choix de l'automate programmable

La technologie SIEMENS est omniprésente à l'unité cuisson de l'ENIEM, c'est pour cela que le choix de l'automate par l'équipe technique s'est naturellement orienté vers cette technologie qui a fait ses preuves à travers le temps.

Pour bien choisir la gamme qui correspond à l'installation, on s'appuie sur la figure 12 qui est fournie par l'entreprise SIEMENS.

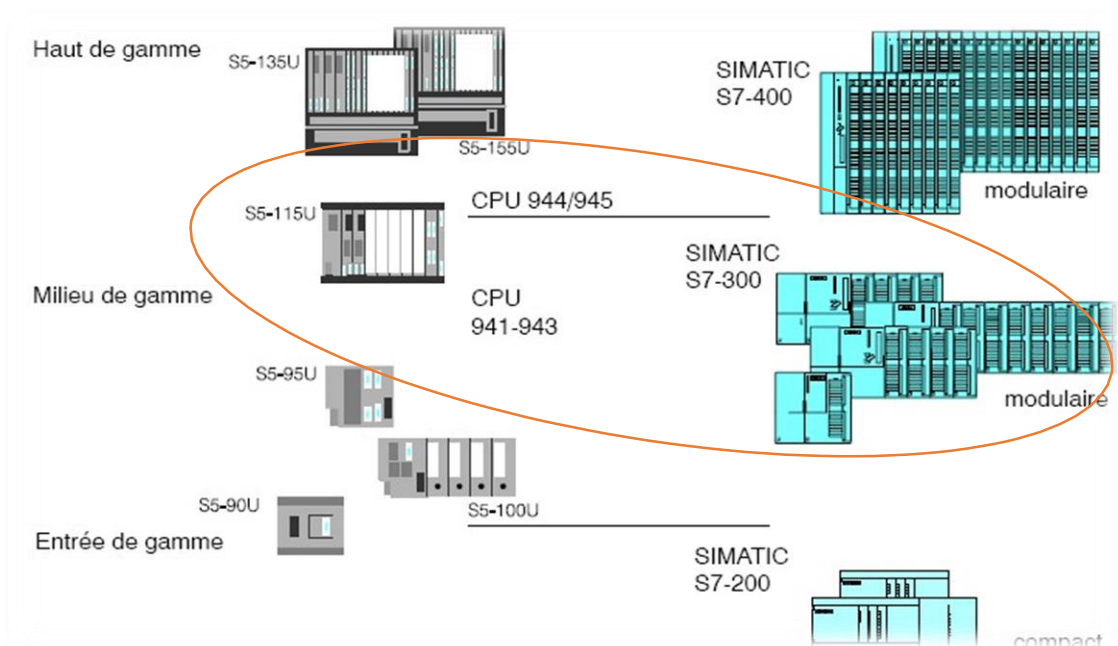


Figure II.5 choix de l'automate pour la transition du S5 au S7

D'après le schéma précédent on déduit que l'automate qui correspond le mieux à l'installation est le S7-300.

II.5.1.2. choix de la CPU pour le nouveau système de commande

Le système de commande actuel dispose de 11DB, 30FC, 3OB, et 2SFC, ce qui fait que le nouveau système de commande la CPU doit avoir au moins le même nombre de bloc nécessaire, et un module de comptage FM pour remplacer la carte des axes existant sur le S5, et c'est pour cela que la CPU 315-2 DP de la gamme S7-300 semble être la mieux adaptée.

II.5.1.3. choix des autres composants de l'API :

Les composants de l'API du nouveau système doivent être compatibles avec l'ancien système. Les tableaux suivant classifient les éléments de l'API S7-300 compatible avec le S5-115U [19]

Tableau 1 classification des éléments de l'API S7 et leurs comptabilité avec le S5

SIMATIC S5	SIMATIC S7
SIMATIC S5-115U	SIMATIC S7-300
Unité central : CPU-942	Unité centrale : CPU-315-2 DP référence (6ES7 314-1AE0-0AB0)
Module alimentation : PS 7A/15A	Module d'alimentation : PS 307-10A référence (6ES7 307-1KA00-0AA0)
Carte d'entrées TOR : (11 cartes TOR) DIGITAL INPUT 32x24V DC (420-7LA11)	Carte d'entrées TOR : (11 modules SM) DIGITAL INPUT (SM-321) 32x24v DC réf (6ES7 321-1BL00-0AA0)
Carte de sorties TOR : (5 cartes TOE) DIGITAL OUTPUT 32x24v DC 0,5A (441-7LA11)	Carte de sorties TOR : DIGITAL OUTPUT (SM- 321) 32x24v DC 0,5A réf (6ES7-1BL00-0AA0)

Module de fonction (FM) Carte des axes IP réf (6ES5 491- OLB11)	Module de fonction (FM) FM 354 réf (6ES7 322-1BL00-0AA0)
Coupleur : IM 306 (3)	Via un réseau PROFIBUS IM 153-1
Châssis : ER1 réf (6ES5 701-1LA12)	Chassis : ER 701-2

II.5.2. Présentation de SIMATIC S7-300

C'est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation de moyenne complexité, sa gamme est caractérisée par :

- Une gamme diversifiée de la CPU.
- Une gamme complète de module.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Possibilité de mise en réseau avec:
 - PROFIBUS.
 - Interface multipoint(MPI)
 - L'industrie Ethernet
- Raccordement centrale de la console de programmation (PG) avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Le S7-300 lit en permanence et à grande vitesse les informations du programme dans la mémoire, selon les signaux des entrées, il réalise les opérations logiques entre l'information d'entrée et de sortie [8].
- Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10 ms, il est très inférieur au temps d'évolution d'une séquence.

II.5.2.1. Configuration matériel d'une station S7-300

1) (PS) Modules d'alimentation

Pour alimenter la CPU du S7-300 on utilise un réseau 24 volts.

2) La CPU (central processing unit)

Elle constitue le cerveau de l'automate, la CPU lit les états des entrées, puis exécute le programme utilisateur en mémoire et en fin, elle commande les sorties, elle comporte

des unités de commande et de calcul, des mémoires, un programme système, des interfaces vers les modules de signaux [4].

Cette CPU est constitué de :

- **Interface MPI**

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (par exemple adaptateur PC).

- **Commutateur de mode fonctionnement**

Ce commutateur peut nous permettre de changer de mode de fonctionnement.

Pour chaque position du commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation.

Voici les modes de fonctionnement possible :

- RUN-P : exécution du programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
- RUN : exécution du programme, accès en lecture seul avec la PG.
- STOP : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
- MRES : position dans laquelle un effacement général de la CPU peut être effectué.

Signalisation des états

On utilise des LEDs sur la face avant de la CPU pour signaler certains états de l'automate tel que :

- SF : signalisation groupée des défauts, défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
- BATF : défaut de pile, pile à plat ou absente.
- Dc5v : signalisation de tension d'alimentation 5v. Allumé : les 5v sont présentes, clignote : surcharge courant.
- FCRE : forçage signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
- RUN : clignotement de la mise en route de la CPU. Allumage continu en mode RUN.
- STOP : allumage continu au mode STOP. Clignotement lorsqu'un effacement général est en cours. [9]

3) La carte mémoire

La carte mémoire peut être montée à la CPU, même en l'absence de la pile cette dernière conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant.

4) La pile :

En cas de coupure de courant elle permet la sauvegarde du contenu de la RAM.

5) Modules de signaux

Il comporte plusieurs type tels que : STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/S ANA, et E/S TOR, ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

6) Module de fonction (FM)

Les modules de fonctionnements nous donnent:

Comptage, régulation, positionnement.

7) Module de simulation

Il nous permet de :

- Simuler les grandeurs d'entrées avec des interrupteurs.
- Afficher les grandeurs de sorties TOR.

8) Modules de communication (CP)

Il a pour fonction d'établir des liaisons homme-machines qui sont à l'aide d'interfaces de communication :

- Point à point.
- PROFIBUS.
- Industriel Ethernet.

9) Châssis d'extension (UR)

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Ce châssis permet le montage et raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'E/S et d'alimentation.

Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'E/S.

10) Les coupleurs (IM)

Lorsque les modules d'E/S ne sont pas montés sur le même châssis les coupleurs peuvent être utilisés pour les raccorder entre eux.

Il est recommandé d'émettre les signaux via le bus PROFIBUS pour un couplage sur de longues distances. [10]

II.5.2.2. nature des informations traitées par l'automate

Ces informations peuvent être de plusieurs types :

- **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température...).

- **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module.
- **Tout ou rien (TOR)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur de position, un bouton poussoir. [10]

II.6. Programmation de l'API S7-300

Ils sont programmés via des langages spécialisés, fournis par son constructeur, comme exemple : step7 pour SIEMENS et PL7 pour Schneider, ces langages sont utilisables à travers une interface (un logiciel sur PC, un pupitre...)

Pour la programmation des API un standard définit quatre langages correspondant aux familles de langages les plus utilisés :

- Langage CONT (LD : Ladder diagramme).
- Langage LOG.
- Langage LIST (IL : Instruction Liste).
- Le GRAFCET [9].

II.6.1. Les blocs du programme utilisateur

STEP7 offre la possibilité de subdiviser le programme utilisateur en différentes parties autonomes ce qui simplifier l'organisation du programme, facilite la modification et la mise en service.

Le logiciel de base STEP7 dans ses différents langages de programmation possède un nombre important de blocs d'utilisateur, destinés à structurer le programme utilisateur.

II.6.1.1. Bloc d'organisation (OB)

Un bloc d'organisation est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc d'une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. Il contient aussi des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

II.6.1.2. Bloc fonctionnel (FB)

Il dispose d'un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Le bloc facilite la programmation des fonctions complexes, comme par exemple la commande d'un moteur (accélérateur,... etc).

II.6.1.3. Fonction (FC)

Ils ne possèdent pas de mémoires, les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales, ces données sont supprimées après exécution de la fonction.

Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données, et font partie des opérations que le concepteur programme[2].

Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle est utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

II.6.1.4. Bloc de données (DB)

Les blocs de données sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données.

Tous les blocs d'organisation, bloc fonctionnelle et fonction peuvent lire ou écrire les données continues dans le bloc de données global. Même lorsqu'on quitte le bloc de données ces données globales sont conservées

II.2.7. Installation de l'API S7-300 CPU 314 :

Pour installer l'API il suffit de suivre les étapes prescrites sur la figure II.6

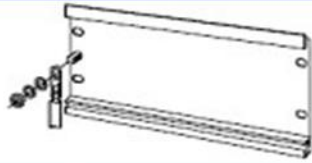
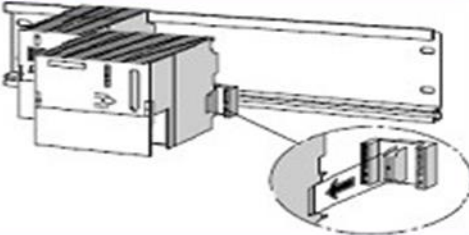
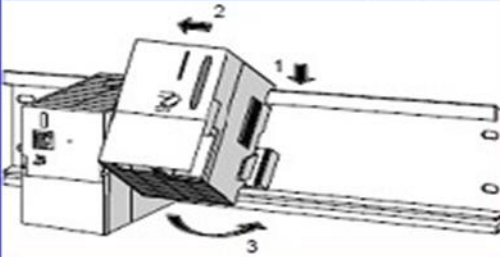
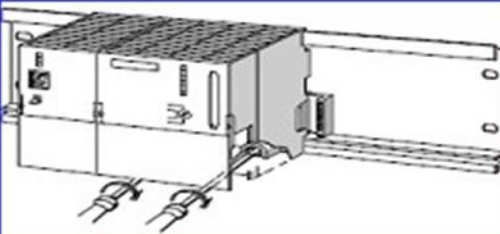
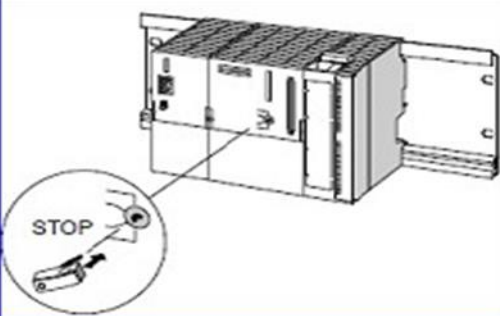
Etape	Action	Illustration
1.	Fixer le profilé support et effectuer la mise à la terre.	
2.	Enficher le connecteur de bus sur chaque module (ci-contre, il s'agit de la CPU)	
3.	Accrocher le module au bord supérieur du profilé-support (ci-contre, il s'agit encore de la CPU) et faites-le basculer vers le bas pour l'appliquer contre le profilé-support.	
4.	Visser le module sur le profilé-support.	
5.	Engager la clé dans la CPU.	

Figure II.6 montages matériels du S7

Câblage

On peut raccorder l'alimentation PS 307 à la 315-2 DP au moyen du peigne de liaison qui fait partie des fournitures, comme le montre la figure suivante :

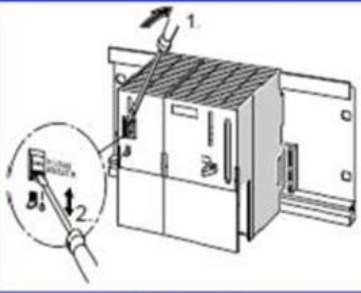
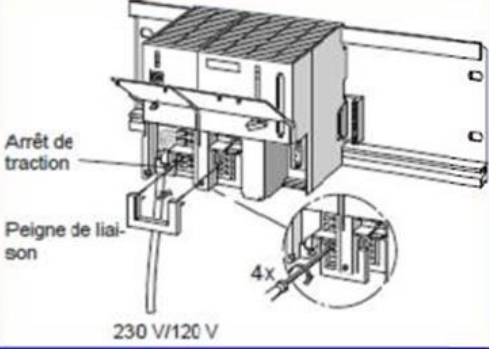
Etape	Action	Illustration
1.	Régler la tension de secteur (120 V / 230 V CA) sur le module d'alimentation.	
2.	Raccorder l'alimentation (PS 307) à la CPU au moyen du peigne de liaison.	

Figure II.7 câblage du S7

II.8. Wincc flexible

II.8.1. Définition

SIMATIC WINCC est un système de supervision de processus modulable qui offre des fonctions performantes de surveillance d'automatisme. WinCC offre des fonctionnalités SCADA complètes sous Windows pour tous les secteurs [15].

II.8.2. Wincc flexible Runtime

Wincc flexible Runtime est le logiciel de visualisation de process. Dans Runtime, le projet est exécuté en mode process [16].

II.8.3. Domaines d'utilisation de WinCC flexible

Le wincc est un logiciel qui permet la supervision des programmes et la commande des installations industrielles d'une manière facile et accessible à tous.

Cette commande s'effectue à travers un écran de contrôle qui sera conçu à partir du programme Step7 qui a été utilisé pour la programmation de la machine.

II.8.4. Méthode d'utilisation :

II.8.4.1. Choix de l'écran de supervision :

Ce choix se fait à partir du logiciel Wincc comme le montre la figure II.8

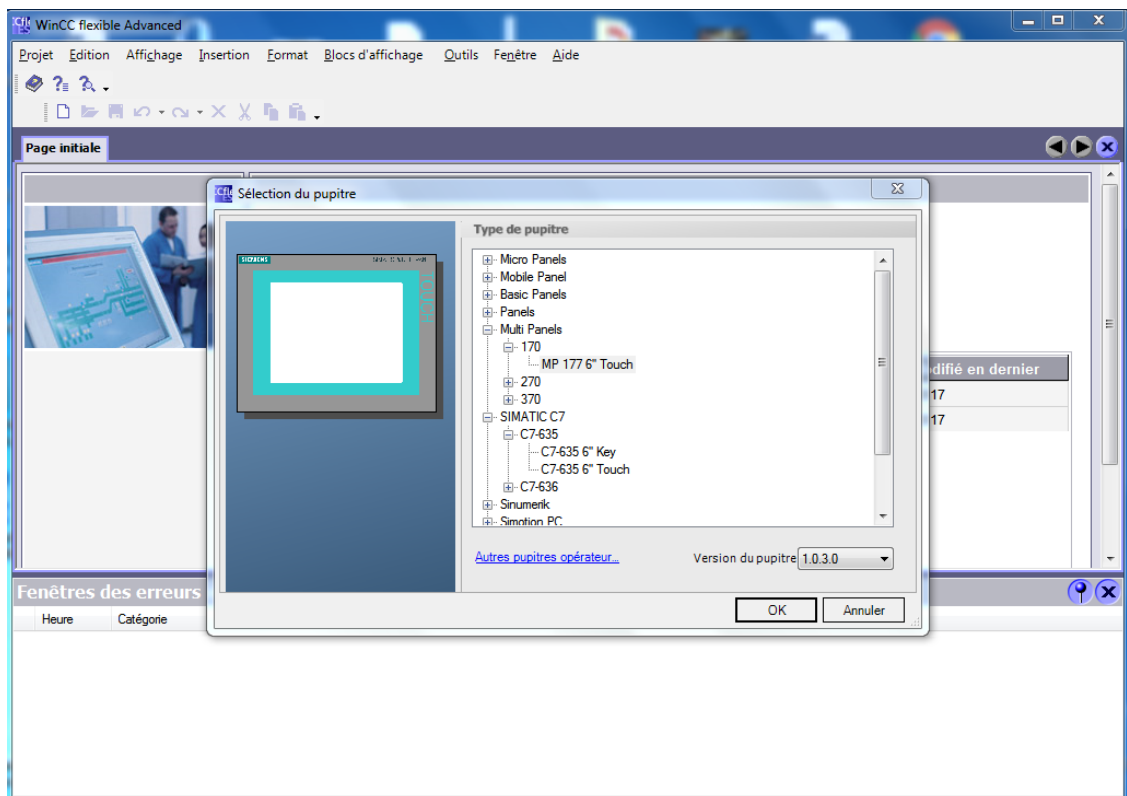


Figure II.8 choix de l'écran de supervision

II.8.4.2. Intégration de la supervision dans un projet step7 :

L'intégration dans un projet step7 se fait en sélectionnant le programme voulu à partir du wincc comme le montre la figure II.9

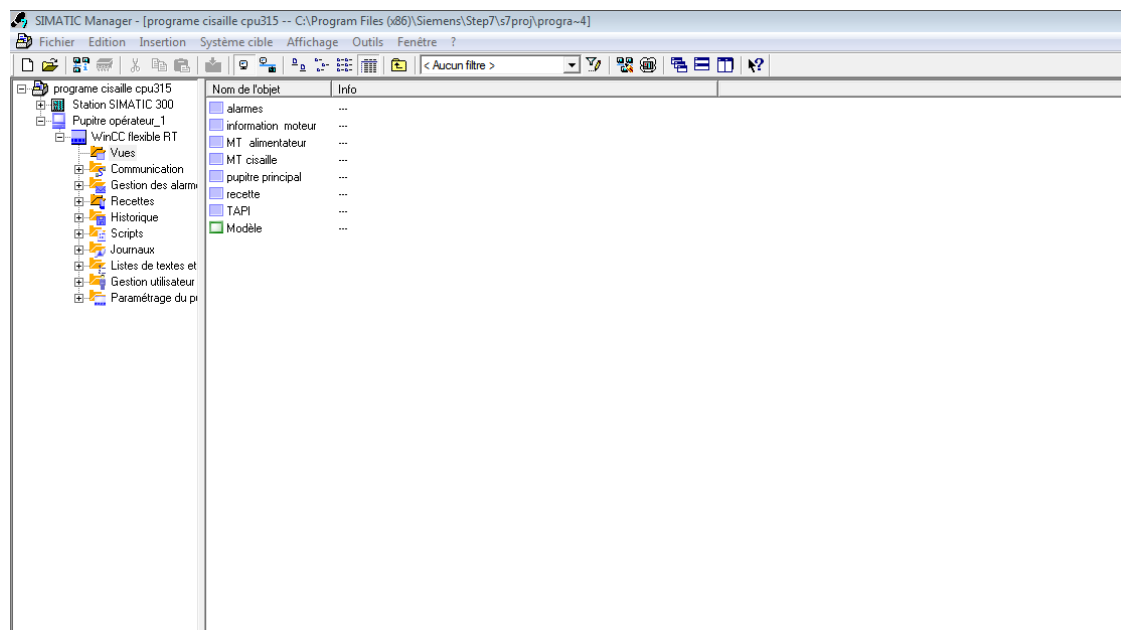


Figure II.9 intégrations d'un programme step7

II.8.4.3. Créations des vue :

La création des vues se fait en insérant les éléments de notre programme (moteur, bouton poussoirs...) et en leurs affiliant une adresse qui correspond a celle du programme comme le montre la figure II.10

\$

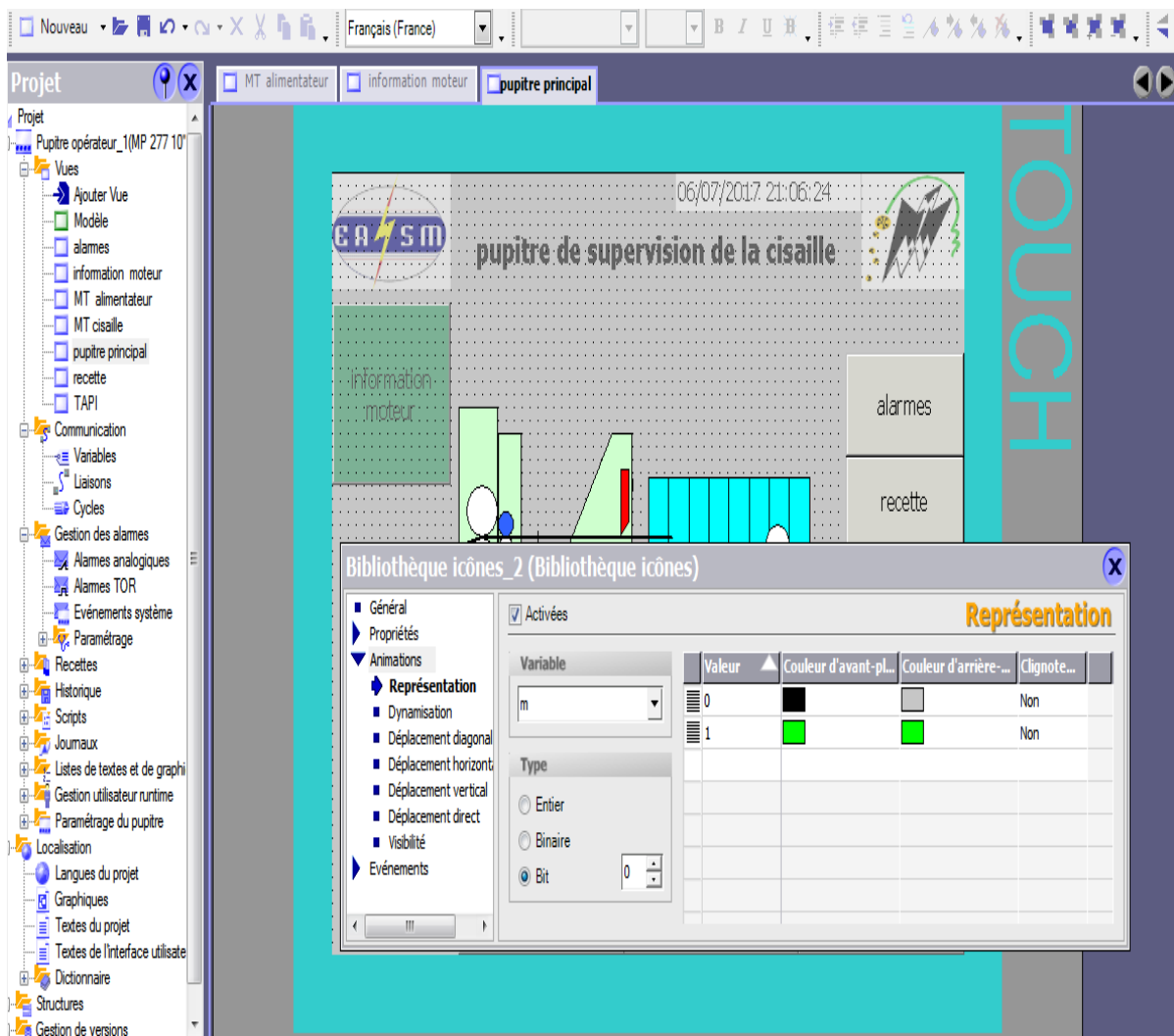


Figure II.10 affiliations des éléments de la machine

II.8.4.4. simulation du programme

Une fois les vues créées on enregistre et on charge le programme en cliquant sur (démarrer le système Runtime) et on aura une fenêtre qui comportera l'ensemble des vues qu'on a inséré préalablement dans notre programme.

Remarque : dans cette partie on a décidé de faire la supervision de la partie cisaille.

II.8.4.5. Simulation pour la cisaille de la chaine de production :

Les figure II.11, II.12, et II.13 montre l'écran de supervision pour la cisaille de la chaine de production

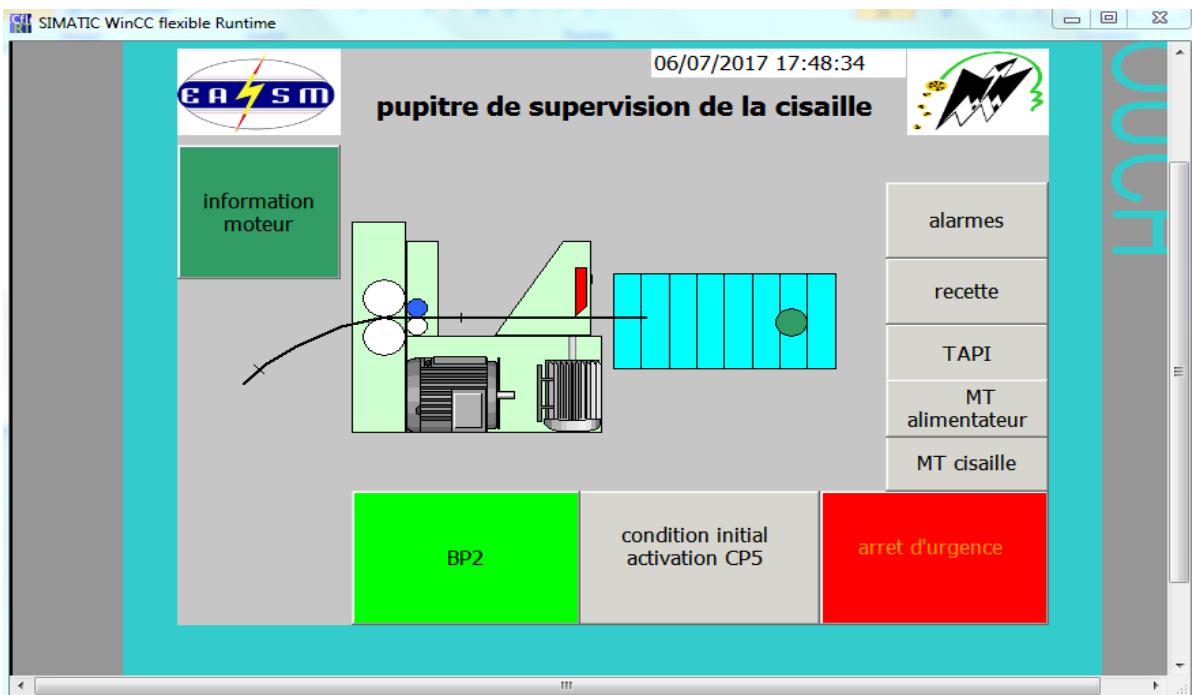


Figure II.11 écran de supervision de la cisaille

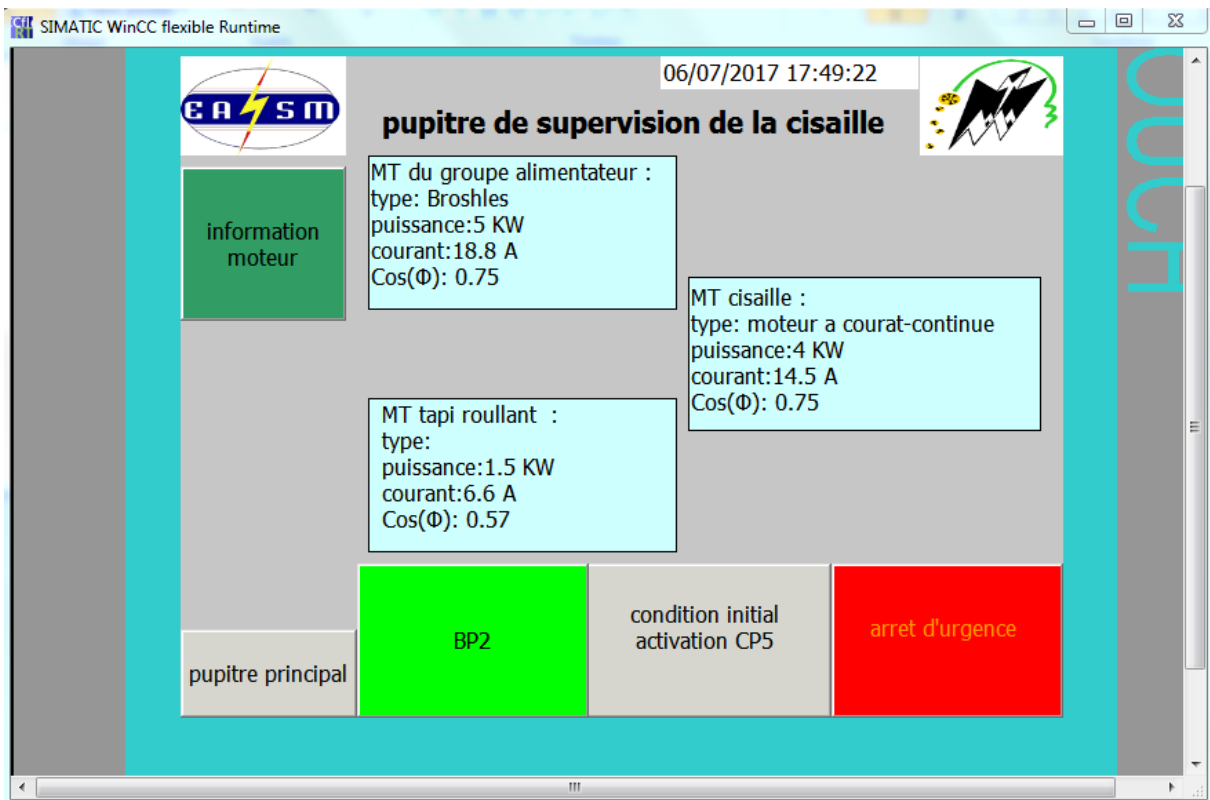


Figure II.12 écran information sur les moteur



Figure II.13 écran de supervision du tapi roulant

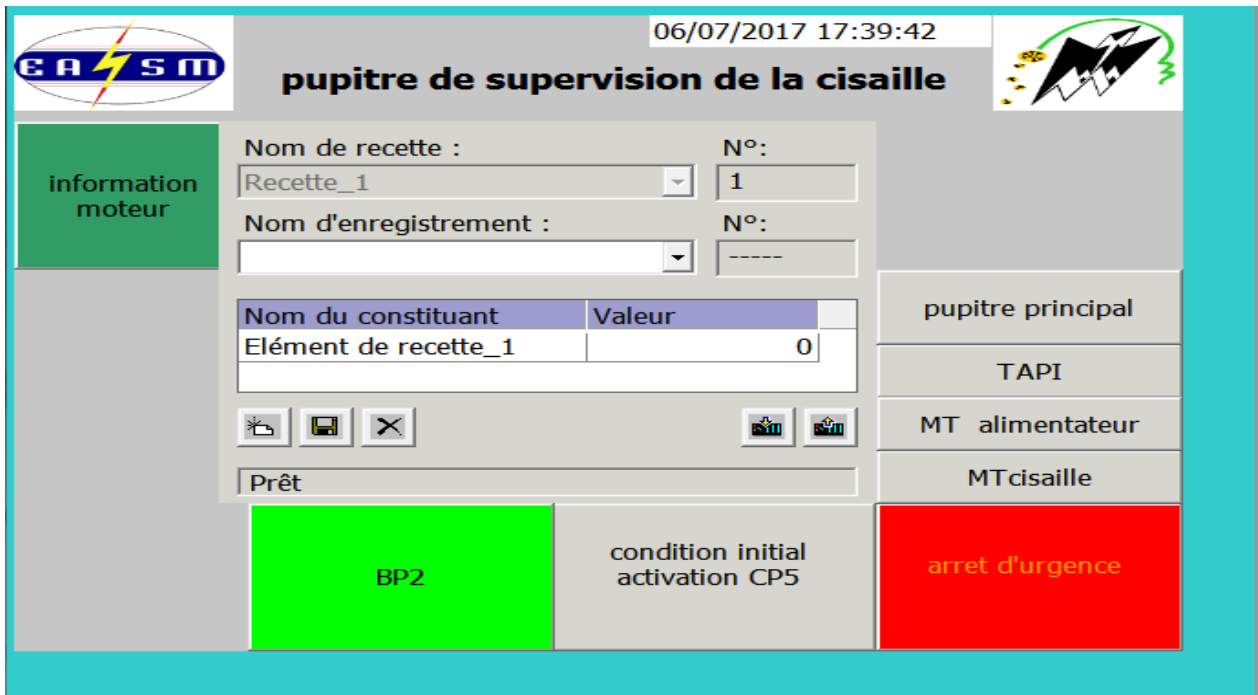


Figure II.14 écran de supervision recette

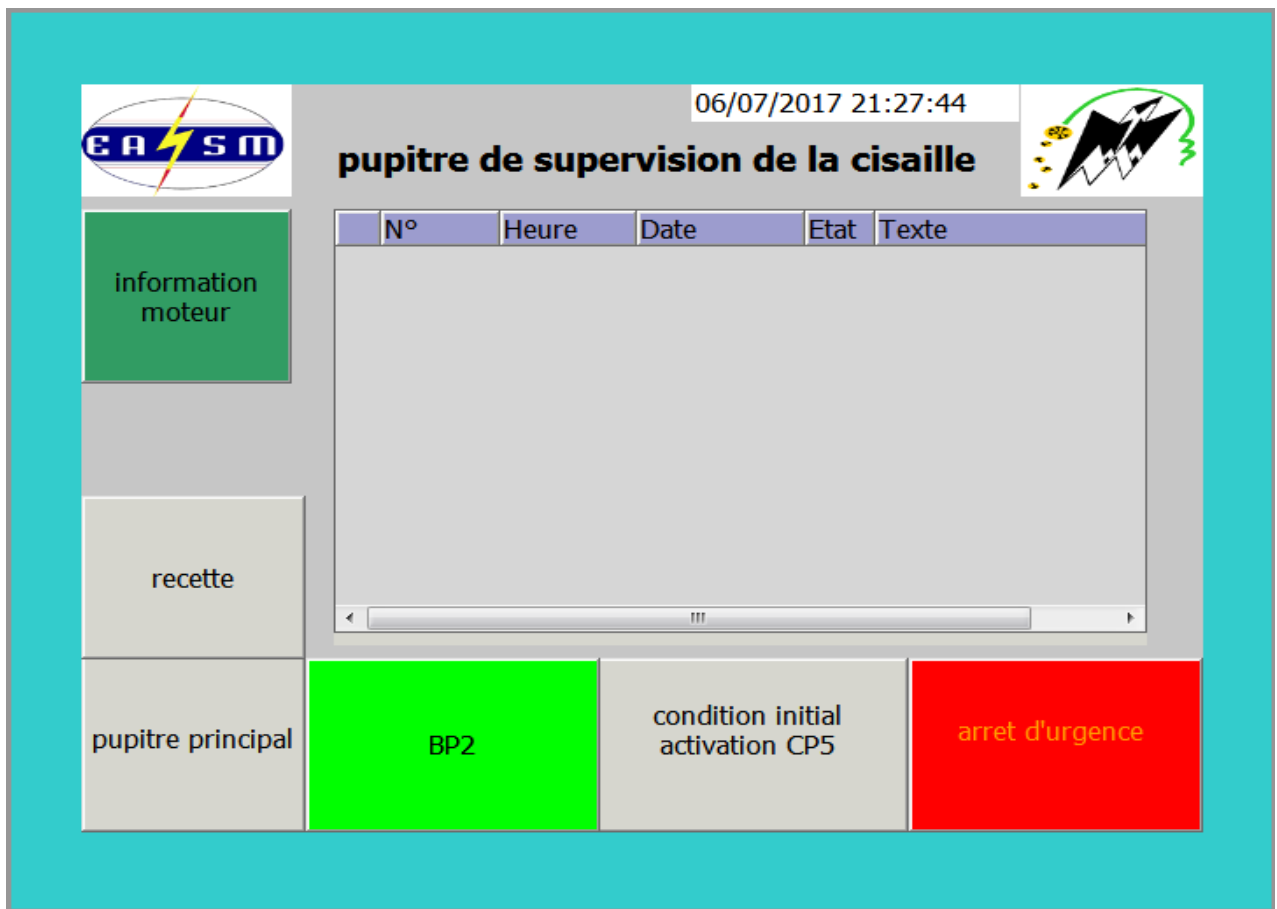


Figure II.15 écran de supervision des alarme

II.9. Conclusion

On a vu dans ce chapitre la comptabilité matérielle et défini les composants du nouvelle API qui pourra fonctionner avec l'ancien programme de commande mais qui sera converti en S7 On a vu aussi une brève définition du logicielle WinCC qui nous servira dans la supervision et la commande de l'installation.



Chapitre III

Dimensionnement de l'armoire électrique

III.1. Introduction

Toute installation électrique industriel a besoin d'une armoire électrique pour l'alimentation des différents composants électriques (moteurs, capteurs, éclairage.....) en électricité.

III.2. étape de réalisation d'une armoire électrique

- a) Choix des organes de commande.
- b) Choix de l'alimentation stabilisée (AC /DC).
- c) Choix du démarrage des moteurs.
- d) Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections.
- e) Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire.
- f) Le choix de l'armoire.
- g) Le câblage de l'armoire.

➤ collecte d'information de la presse de Transfer :

La nature des signaux logique à gérer est le nombre d'entrées sorties, qui vont déterminer le type de l'automate à utiliser sont comme suit :

- 11 entrées logiques (DI digital input)
- 5 sorties logiques (DO digital output)

III.2.1. Choix des organes de commande

C'est un ensemble de composants (contacteurs, API, pupitre...), qui font le traitement d'information, ils permettent de gérer le dialogue avec les intervenants et les autres systèmes :

Dans notre armoire on a besoin de :

- contacteurs pour la commande des moteurs.
- Variateur de vitesse.
- automate programmable S7-300.
- pupitres de commande.
- relais à fiche. Pour la protection des sorties de l'API [15].
- boutons poussoirs, des commutateurs à clefs, des voyants.
- disjoncteurs moteurs, un disjoncteur principal, des relais de phase, répartiteurs, des portes fusibles et des fusibles.
- borniers.

III.2.2. choix de l'alimentation stabilisé

L'alimentation stabilisée (24V DC) est utilisée pour l'alimentation des organes de commande et des différents capteurs, elle est choisie généralement d'après les critères suivants :

- La tension d'entrée.
- La puissance délivrée à la sortie.
- Le courant et la tension continue de sortie.

Le choix de l'alimentation stabilisée sur la somme des consommations en courant, des éléments alimentés avec la tension 24V DC.

La consommation en courant sous la tension 24V DC de tous les organes de commande est :

$I_{\text{totale}} = 20A$

Remarque : cette valeur a été prélevée sur la plaque signalétique de l'alimentation stabilisée.

On prend K_e supérieur à 1.2 pour les installations industrielles

Avec $I_{\text{sources}} = I_{\text{Totale}} * K_e$

$I_{\text{Source}} = 24A$

III.2.3. choix du démarrage des moteurs

Pour démarrer un moteur il faut prendre en considération les chutes de tension dans les lignes ainsi que les, contraintes thermiques sur les moteurs qui sont causées par un fort appel de courant

Le choix d'un démarrage est définie par :

- Le type d'utilisation.
 - La nature de la charge à entraîner.
 - Le type du moteur asynchrone.
 - La puissance de la ligne électrique et celle de la machine.
- Pour les moteurs de la chaîne de transfert nous avons opté pour ces types de démarrages :

III.2.3.1. démarrage direct

Ce démarrage est fait pour les moteurs à faible puissance ($P < 5KW$) devant celle du réseau, le branchement du moteur s'effectue directement sur le réseau

III.2.3.2. Démarrage par variateur de vitesse

C'est un mode de démarrage performant utilisé quand il est nécessaire de contrôler ou de faire varier la vitesse, il permet de :

- Démarrer des charges de forte inertie.
- Démarrer des charges importantes sur des réseaux de faible pouvoir de coupure de courant de court-circuit.
- Optimiser la consommation d'énergie électrique en fonction de la vitesse.

Pour le moteur principale on utilise un variateur de vitesse pour le démarrage,

Pour les moteurs dans la puissance varie entre 8 KW et 2 KW un démarrage étoile triangle

Pour les moteur à faible puissance un démarrage directe

III.2.4. Dimensionnement des conducteurs et section des câbles

La conception d'armoire électrique nécessite le dimensionnement des sections des conducteurs et les dispositifs de protection des installations dans le but de protéger les gens contre les contacts directs et indirects, ainsi que les circuits de puissance (moteurs, ventilateur, prise de courant)

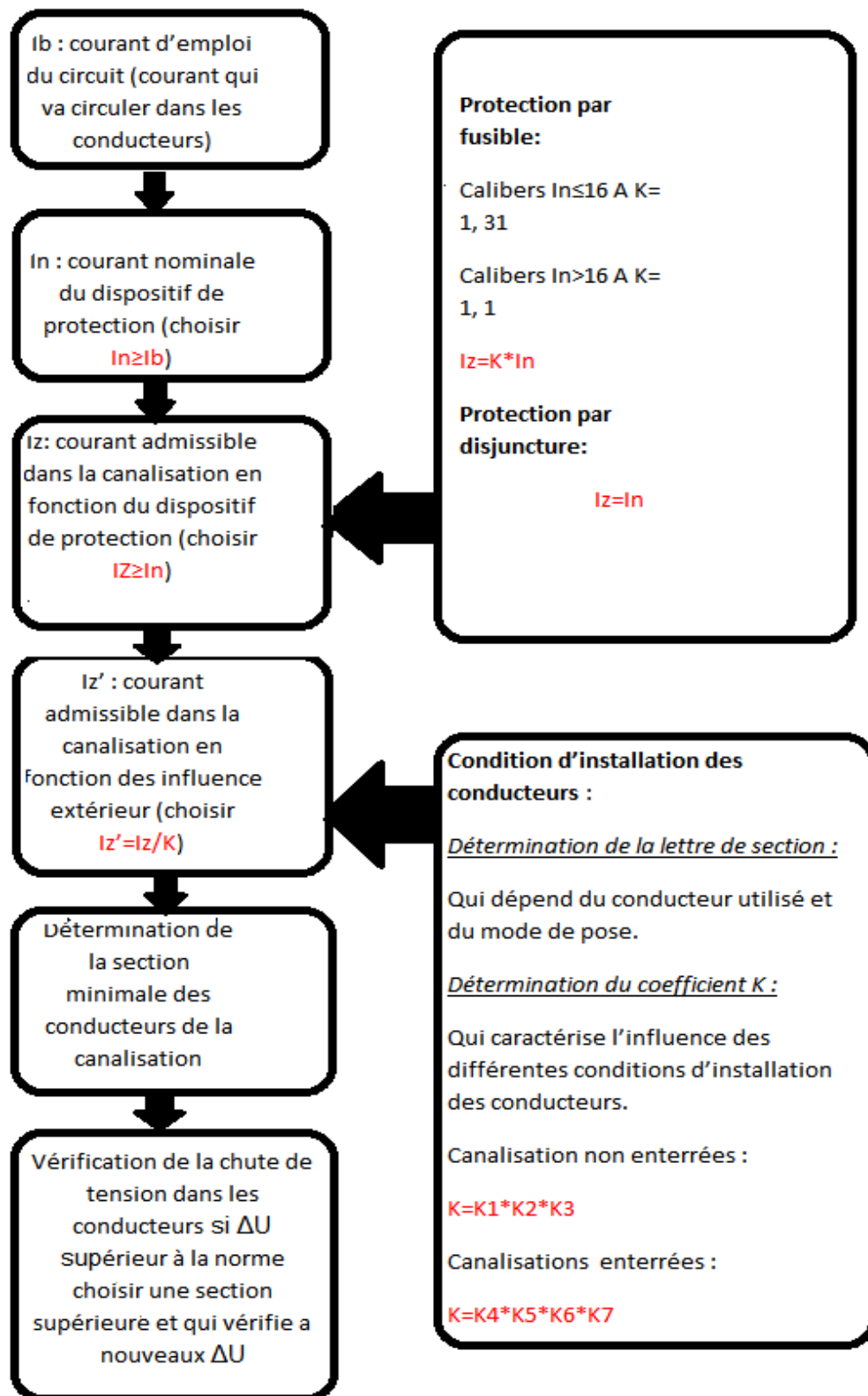


Figure III.1 Logigramme du choix de la section des conducteurs et de dispositif de protection [19].

En se basant sur le logigramme de choix de la section des conducteurs sur la figure 21 on détermine les sections des conducteurs à l'aide des puissances d'utilisation ou des courants maximaux absorbés

III.2.4.1. calcul du courant d'emploi IB

IB : le courant véhiculé dans les circuits pour alimenter les différentes charges.

On détermine le courant maximal d'emploi en se basant sur la puissance de chaque circuit d'utilisation pour laquelle sont attribués différents coefficients.

$$IB = P_u \cdot a \cdot K_c \cdot (K_s \cdot K_u \cdot K_e) \quad (\text{eq II.1})$$

Avec :

P_u : puissance utile en (KW).

A : facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement.

K_c : facteur de conversion de puissance en intensités.

K_s : facteur d'utilisation des appareils.

K_u : facteur de simultanéité.

K_e : facteur tenant compte des prévisions d'extension.

Calcul des différents facteurs

1) facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement (a)

Le facteur (a) est calculé à l'aide du rendement et le facteur de puissance du circuit considéré :

$$a = 1 / \eta \cdot \cos(\Phi) \quad (\text{eq II.2})$$

2) facteur de conversion de puissance en intensités (Kc)

Le facteur de conversion de puissance en intensité pour les différents réseaux d'alimentation dans le tableau 2

Tableau 2 les réseaux et leur alimentation

Réseaux	Tension d'alimentation	Kc
Triphasé	400V	1.44
Monophasé	230V	4.3
	127V	8

3) Facteur d'utilisation des appareille (K_u)

On introduit le facteur (K_u) dans les installations industrielles qui varie entre **0.3** et **1** car les récepteurs ne sont jamais utilisés à pleine puissance.

On prend :

$K_u = 0.75$ pour les moteurs.

$K_u = 1$ pour l'éclairage et le chauffage [14].

4) Facteur de simultanéité (K_s)

Le facteur de simultanéité (K_s) est le rapport entre les charges maximales simultanées et les charges globales, ce facteur est illustré par le tableau suivant

Tableau 3 le facteur de simultanéité en fonction des utilisations [15].

Utilisation	le facteur de simultanéité(K_s)
Eclairage	1
Chauffage et conditionnement d'air	1
Prises de courant	0,1 à 0,2 (pour un nombre > 20)

5) facteur tenant compte des prévisions d'extension(K_e)

La valeur de facteur (K_e) est au moins égale à 1, ce facteur doit être estimé suivant la condition prévisible d'évolution de l'installation.

A défaut de précision la valeur 1,2 est souvent utilisée [3].

III.2.4.2. Courant nominal du dispositif de protection

Le courant assigné d'emploi (I_r) ou (I_n) représente la valeur maximale du courant interrompu que peut supporter un disjoncteur à une température ambiante, nous l'assimilons au courant thermique qui est noté (I_t).

Le choix de ce courant qui va être assimilé à un déclencheur amovible réglable doit satisfaire deux règles primordiales.

❖ **La règle des courants**

Le dispositif de sécurité ne doit pas se déclencher pour les courants d'intensité normale, mais pour les courants qui sont supérieurs.

$$I_B \leq I_r \leq I_z$$

Avec

I_z : courant admissible dans les canalisations.

❖ **La règle du temps de fonctionnement**

Les normes de sécurité imposent au constructeur d'indiquer une grandeur I_2 , qui représente les temps de fonctionnement conventionnel, qui doit respecter la règle suivante :

$$I_2 < I_z * 1,45$$

Le courant I_z admissible dans la canalisation dépend de la protection appliquée au circuit considéré qui peut être soit :

➤ **Par fusibles**

La valeur du courant admissible s'obtient en multipliant le courant de réglage par les coefficients standards selon I_r comme suit :

$I_z = K * I_r$ avec :	}	$K = 1,3$ si $I_r < 10A$
		$K = 1,21$ si $10A < I_r < 25A$
(eq II.3)		$K = 1,1$ si $I_r > 25 A$

➤ **Par disjoncteur :**

Dans ce cas le coefficient standard est égal à 1 : $I_z = I_r$

III.2.4.3. le courant admissible en fonction des influences extérieures Iz'

Dans les circuits on répertorie trois coefficients qui traduisent l'influence des conditions d'installations à savoir : $K=K1*K2*K3$.

Avec :

K1 : facteur qui prend en compte le mode de pose.

K2 : facteur qui prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés cote à cote.

K3 : facteur qui prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant

Pour une meilleure classification on choisit une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose, le tableau suivant énumère quelques cas qui sont les plus rencontrés dans le domaine industriel [16].

Tableau 4 classification des conducteurs

Type de conducteurs	Mode de pose	Lettre
Conducteurs et câbles multi conducteurs	Sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré	B
	Sous vide de construction, faux plafond	
	Sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles.	
	Apparent conte mure ou plafond	C
Sur chemin de câbles ou tablettes non perforées		
Câbles multi conducteur	Sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé	E
	Fixé en apparent, espacés de la paroi	
	Câble suspendu	
Câble mono conducteur	Sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé	F
	Fixés en apparent, espacés de la paroi	
	Câbles suspendu	

Pour le dimensionnement des sections de nos conducteurs on choisira le conducteurs câbles multi-conducteurs qui est en 1^{er} sur le tableau, et pour le mode de pose on choisira

(Sous conduit profilé) ou (goulotte, en apparent ou encastré) pour les conducteur a l'intérieur de l'armoire qui correspond à la lettre B.

▪ **Le facteur qui prend en compte le mode de pose K1**

K1 est un facteur qui varie selon le mode de pose des conducteur et leur isolants, mais a défaut de précision on peut prendre K1 égale à 1 ce qui est notre cas

▪ **le facteur qui prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés cote à cote K2**

En plus de la mise en évidence de ce facteur, on essaye toujours de séparer le câblage des circuits de la commande de ceux de la puissance dans une armoire électrique, afin de limiter l'influence des courants transportés dans les conducteurs les uns sur les autres [16]

Tableau5 le facteur qui prend en compte l'influence du circuit

Lettre	Disposition des câbles jointifs	Nombre de circuits ou de câbles multicolores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	Encastrés ou noyés dans parois	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
C	Simple couche sur murs ou planchers ou tablettes non perforées	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
	Simple couche plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	Simple couche sur tablettes horizontale perforé ou tablette verticales	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	Simple couches sur échelles ou corbeaux	1	0,87	0,82	0,8	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78		

- le facteur qui prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant **K3**

Ce coefficient est défini par le tableau suivant :

Tableau6 les isolants selon la température

Température ambiante (c°)	Isolations		
	Elastomère (caoutchouc)	Polychlorure de vinyle (PVC)	Polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55		0,61	0,76
60		0,50	0,71

On suppose que la température peut atteindre 50°C avec la ventilation qui sera dimensionnée ultérieurement. L'isolation des conducteurs est en caoutchouc, celles des câbles est en PVC.

Donc : $K3=0.58$ en caoutchouc.

Une fois que les facteurs K1, K2 et K3 qui tiennent compte des différents influences sur les conducteurs déterminés, on obtiendra le facteur K et on calcule le courant admissible dans la canalisation en fonction des influences extérieurs Iz'.

Avec : $Iz' = Iz/K$

En tenant compte des facteurs qu'on a vus précédemment, on détermine la section des conducteurs grâce à un tableau standard utilisé dans le domaine industriel qui est le suivant [10]

Tableau 7 abaque des sections de conducteur pour un réseau 400V [15]

		380 V - triphasé - $\cos \phi = 0,8$ - cuivre															
		longueurs maximales des liaisons, en mètres, compatibles avec une chute de tension de 5%															
Puissance en kW	Intensité en A	Section en mm ²															
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
2,5	5	190	325	510	745												
3	6	160	270	420	620												
3,5	7	135	230	365	540	895											
4	8	120	200	320	470	785											
4,5	9	105	180	285	420	700											
5	10	96	165	255	375	630	970										
6	12	79	135	210	315	525	810										
7	14	88	115	180	270	455	700										
8	16	60	105	160	240	400	610	940									
9	18	51	92	145	215	355	550	850									
10	19		84	130	190	320	500	780									
12	23		69	110	160	265	415	640	890								
14	27			94	140	230	355	550	750								
16	31			81	120	200	315	485	655	860							
18	35				110	180	280	430	580	770							
20	38				98	160	255	390	520	690							
25	48					130	205	315	420	555	760						
30	57						170	260	355	465	640	840					
35	67						145	225	300	400	550	730					
40	76							195	260	350	480	640	745				
45	86							175	235	310	430	565	670	770			
50	95							160	215	285	385	510	600	695			
60	114								180	235	320	420	500	580	680		
70	133									200	275	365	430	495	580		
80	152										240	315	375	430	510	600	
90	171											215	280	335	385	445	535
100	190												250	300	350	405	480
120	228													250	290	340	400
140	266														250	290	345
160	304															255	300
180	342																265

Limite d'échauffement

Ces informations sont données à titre indicatif. Ces tableaux ne remplacent en aucun cas une étude de dimensionnement prenant en compte le type d'application, le mode de pose et toutes autres données spécifiques.

Tableau 8 abaque des section de conducteur pour un reseau 230V/380V. [15]

Puissance en KW	Intensité en Ampères	Longueur du câble en mètres															
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	
0,5	2,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	
1	4,6	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4	8	8	8	
1,5	6,8	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4	4	8	8	10	10	16	16	
2	9	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	8	8	8	8	10	10	10	16	16	
2,5	11,5	1,5	1,5	2,5	4	4	8	8	8	10	10	10	10	16	16	16	
3	13,5	1,5	2,5	4	4	8	8	10	10	10	10	10	16	16	25	25	
3,5	16	1,5	2,5	4	8	8	10	10	10	10	16	16	16	25	25	25	
4	18	2,5	2,5	4	8	10	10	10	10	16	16	16	25	25	25	25	
4,5	20	2,5	4	4	8	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	35	
5	23	4	4	8	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	35	35	
6	27	4	4	8	10	10	16	16	16	16	25	25	25	35	35	50	
7	32	8	8	10	10	16	16	16	25	25	25	25	35	35	50	50	
8	36	10	10	10	10	16	16	25	25	25	25	35	35	50	50	70	
9	41	10	10	10	16	16	16	25	25	25	35	35	50	50	70	70	
10	45	10	10	16	16	16	25	25	25	35	35	35	50	70	70	70	
12	55	16	16	16	16	25	25	25	35	35	50	50	70	70	70	95	
14	64	16	16	16	25	25	25	35	35	50	50	70	70	70	95	95	
16	73	25	25	25	25	25	35	35	50	50	70	70	70	95	95	95	
18 *	82	25	25	25	25	35	35	50	50	70	70*	70	95	95	120	120	
20	91	35	35	35	35	35	50	50	70	70	70	95	95	95	120	120	
25	114	50	50	50	50	50	50	70	70	70	95	95	120	150	150	185	
30	136	70	70	70	70	70	70	70	95	95	95	120	150	150	185	185	
35	159	95	95	95	95	95	95	95	95	95	120	150	150	185	250	250	

Le tableau précédent permet de calculer les sections des câbles en se basant sur la norme NF C15-100, qui se fait comme suit :

Calcul de I_b , puis I_z , puis $I_z' = I_z/k$ avec $k = k_1 * k_2 * k_3$

III.2.4.4. Choix et dimensionnement des protections

Toutes les installations ont une limite de fonctionnement, une fois que cette limite dépassée, cela mène à sa destruction, mais aussi celle des mécanismes qu'elles animent, avec pour conséquence immédiate, des arrêts et des pertes d'exploitation [3].

Le dépassement de cette limite peut avoir des conséquences graves comme :

- Des chutes de tensions, des surtensions, des déséquilibres et des pertes de phase qui provoquent des variations sur le courant absorbé.
- Des courts-circuits qui peuvent atteindre des niveaux destructeurs pour le récepteur.
- Des surcharges momentanées ou prolongées qui entraînent une augmentation du courant qui est absorbé par les moteurs, d'où une surchauffe dangereuse pour les bobinages

Les conséquences de ces incidents peuvent avoir un fort cout élevé, car ça se répercute sur la productivité, les pertes de matière première, la destruction des machines, les retards de livraison, et peuvent représenter aussi un danger pour les personnes en contact directe ou indirecte avec le moteur.

Pour éviter tous ces désagréments, l'utilisation de protection devient une chose primordiale.

Pour notre armoire on utilise les protections suivantes :

- La protection contre les courts circuits.
- La protection contre les surcharges.
- La protection des personnes.

III.2.4.4.1. La protection contre les cours circuits**III.2.4.4.1.1. Définition d'un court-circuit**

Un court-circuit est la liaison accidentelle entre deux conducteurs (au moins) ayant des potentiels différents.

Les causes sont en général accidentelles : câblages non testé, inadvertance, fausse manœuvre, ou encore par détérioration du matériel en cause de négligence ou de surcharge ce qui conduit à la détérioration des isolant.

Pour protéger ces installations des dangers des courants de courts circuits, on utilise des fusibles ou des disjoncteurs, ces derniers doivent satisfaire quelques conditions:

a) Condition à satisfaire pour les disjoncteurs

- ✓ le pouvoir de coupure d'un disjoncteur (pdc) doit être supérieur ou égale au courant de court-circuit triphasé (I_{cc}) qui peut se produire en dessous de lui.

$Pdc \text{ disjoncteur} \geq I_{ccmax}$

- ✓ le déclenchement du disjoncteur doit s'effectuer pour une valeur minimale du courant de court-circuit.

$I \text{ mag} < I_{cc \text{ min}}$

- ✓ $I \text{ mag}$ = courant de réglage du déclenchement magnétique

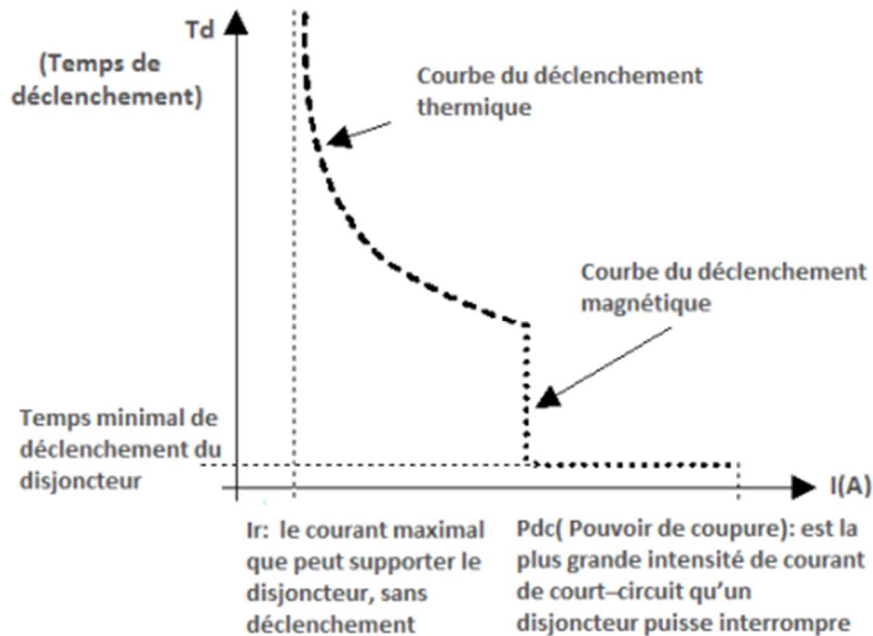


Figure III.2 déclenchements d'un disjoncteur :

b) Condition à satisfaire pour les fusibles

- ✓ le pouvoir de coupure d'un fusible (pdc) doit être supérieur ou égale au courant de court-circuit triphasé (I_{cc}) qui peut se produire en dessous de lui.

$Pdc \text{ fusible} \geq I_{ccmax}$

- ✓ le fusible doit fondre pour une valeur minimale de courant de court-circuit, c'est-à-dire pour un défaut franc situé au bout de la ligne et dans un temps inférieur à 5s.

$I_{f5s} < I_{cc \text{ min}}$

- ✓ I_{f5s} = courant de fusion pour un temps de 5s.

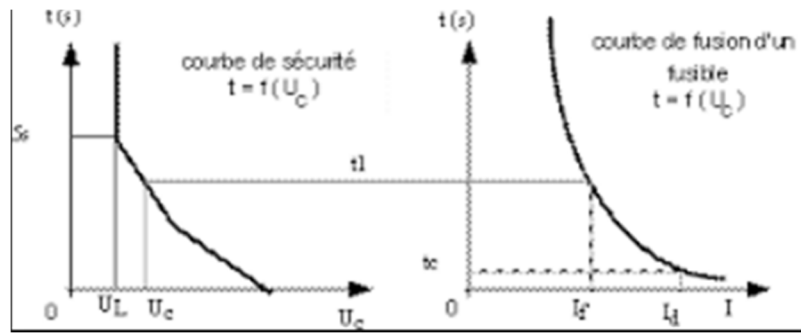


Figure III.3 Courbes de fusion d'un fusible.

De là on procède d'abord à la détermination des courants de court-circuit maximaux qui peuvent avoir lieu dans le circuit [13].

La méthode de calcul estime que le courant maximal de court-circuit en tout point est exprimé par la formule suivante :

$$I_{ccmax} = \frac{m \cdot c \cdot U}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}}} \text{ (KA)} \tag{eq III.4}$$

$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ C'est la somme des résistances situés en amont de ce point en (mΩ).

$X_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots$ C'est la somme des réactances situés en amont de ce point en (mΩ).

U : la tension du réseau utilisé.

m : facteur de charge à vide qui est égale à 1,05.

C : facteur de tension qui est égale à 1,05.

III.2.4.4.2. Déterminations des résistances et des réactances d'une installation

Pour définir la résistance d'un circuit on utilise les lois suivantes :

$$Q \text{ (cu)} = Q_0 (1 + \alpha T) \text{ [n}\Omega \cdot \text{m]}.$$

Tel que :

Q :résistivité a 50°C.

Q₀ : résistivité à 0°C qui est égale à 15,9 [nΩ.m].

α : coefficient de température qui est égale à 0,00427 (1 /°c).

T : température qui est égale à 50(°c).

$$R = (Q \cdot L) / s \text{ (m}\Omega\text{)}. \tag{eq III.5}$$

Tel que :

L : longueur du fil.

S : la section du fil.

Les méthodes utilisées pour le calcul des résistances et des réactances des fils sont déterminées dans le tableau suivant :

Tableau 9 calcul des résistances et des réactances

Partie de l'installation	Résistance en (mΩ)	Réactance en (mΩ)
Réseau amont	$R = 0,1 * Zq$ (eq III.6)	$X = 0,995 * Zq$ (eq III.9) Avec : $Zq = \frac{(m * Un)^2}{SKQ}$ (eq III. 10) Zq : puissance du court-circuit dans un réseau HT en KVA
Transformateur	$R = Wc * \frac{U^2}{S^2} * (10^{-3})$. (eq III.7) Avec : Wc : perte cuivre en (W) S : puissance du transformateur en KVA	$X = Z_2^2 - R_2^2$ (eq III.11) $Z_2 = \frac{U_{cc}}{100} * \frac{U^2}{S}$ (eq III.12) avec Ucc : tension du court-circuit du transformateur en (%).
Liaison		
Câbles	$R = \frac{L}{\sigma S}$ (eq III.8)	$X = 0,09 * L$ câbles uni jointifs $X = 0,13 * L$ câbles uni espacés
Jeux de barre ou répartiteur	$R = \frac{L}{\sigma S}$	$x = 0,15 * L$
Disjoncteur		
Rapide ou sélectif	R négligeable	X négligeable

Pour le coffret électrique de l'armoire de la presse et après avoir calculé les différentes résistances des lignes, on a pu calculer les différents courants de court-circuit qui peuvent se produire aux différents points.

III.2.4.4.3. Protection des moteurs électriques

La protection des moteurs électrique passe par le bon choix de l'appareille de protection qui peut assurer une ou plusieurs fonctions:

- La protection contre les courts circuits.
- La protection contre les surcharges.
- Le sectionnement.
- La commande.

Dans notre cas nous avons choisi des disjoncteurs magnétothermiques (protection contre les courts-circuits)

Pour notre armoire le tableau suivant résume le calcul des sections de nos conducteurs ainsi que les différents calibres de disjoncteur et fusible [7].

Tableau 10 calcul de différent paramètre des moteur

Moteurs	P(KW)	I (A)	Tension (V)	Cos(Φ)	Vitesse (tr/min)	η	Iz (A)	Iz' (A)	S(mm ²)	Type de protection et calibre
M principal (M1)	72.5	180	400	0.8	2430	0.6	134	265	70	Disjoncter
Ventilateur M princip(M2)	1.5	6	230 /380	0.76	1440	0.6	8.7	17.2	2.5	Disjoncter
M a C C (M3)	7.5	22	400	0.75	3000	0.6	14.7	29.1	1.5	Disjoncter
M a C C Redresseur (M4)	7.5	22	400	0.75	3000		14.7	29.1	1.5	Disjoncter
Ventilateur MT redre (M5)	0.14	0.39	230/380	0.86	1400	0.71	0.50	1	1.5	Fusible
Convoyeur M1 (M6)	1.5	6.6	400	0.76	3000	0.57	2.9	5.74	1.5	Fusible
Convoyeur M2 (M7)	1.5	6.6	400	0.76	3000	0.57	2.9	5.74	1.5	Fusible
Bras presseur(M8)	0.75	2.9	230/380	0.66	1400	0.55	5.16	10.2	1.5	Fusible

Groupe hydraulique 1 (M9)	1.5	6	230/380	0.75	1410	0.65	9.09	18.0	1.5	Fusible
Groupe hydraulique 2 (M10)	1.5	6	230/380	0.75	1410	0.58	9.09	18.0	2.5	Fusible
M aménagement (M11)	5	18.8	380	0.81	1400	0.75	9.55	18.9	2.5	Disjoncter
Groupe cisaille (M12)	4	14.5	230/380	0.81	1420	0.55	22.4	44.4	1.5	Disjoncter
Groupe lubrification (M13)	0.32	0.95	230/380	0.75	1420	0.58	1.93	3.82	1.5	Fusible
M réglage coins (M14)	0.75	3.6	230/380	0.79	3000	0.58	4.31	8.54	1.5	Fusible
M réglage coulisseau (M15)	5.5	19.2	380	0.85	1400	0.75	10.0	19.8	4	Disjoncter
Pompe hydraulique Lubrification (M16)	0.18	1.09	230/380	0.75	1300	0.58	1.1	2.16	1.5	Fusible
Pompe hydraulique Lubrification(M7)	0.18	1.09	230/380	0.89	1380	0.57	1.1	2.16	1.5	Fusible
Pompe graissage (400L) (M18)	5.5	19.2	230/380	0.85	1440	0.57	28.4	56.2	4	Disjoncter
Moteur tapi (M19)	0.18	1.09	230/380	0.75	1310	0.57	1.2	2.37	1.5	Fusible
Mt tapi décharge pièces (M20)	0.18	1.09	230/380	0.75	1310	0.57	1.2	2.37	1.5	Fusible

Pompe hydraulique (1000L) (M21)	15	30	380	0.91	1440	0.57	25.6	50.7	4	Disjoncter
Pompe hydraulique (600L)(M22)	11	22	380	0.89	1440	0.63	20.1	40.2	2.5	Disjoncter
Pompe hydraulique (60L) (M23)	4	14.5	230/380	0.81	1400	0.57	21.5	43.0	2.5	Disjoncter
Pompe hydraulique (50L) (M24)	1.5	6	230/380	0.75	1420	0.58	8.7	17.2	1.5	Fusible
Distributeur coussin 100T (M25)	15	30	380	0.91	1440	0.56	25.6	51.2	4	Disjoncter
Distributeur coussin 60 T (M26)	11	22	380	0.89	1440	0.63	20.1	39.8	2.5	Disjoncter
Distributeur coussin 20T (M27)	5.5	19.2	230/380	0.85	1440	0.57	28.4	56.2	4	Disjoncter
Tapi transversal 1 (M28)	0.12	0.55	230/380	0.75	1300	0.53	0.7	1.38	1.5	Fusible
Tapi transversal 2 (M29)	0.12	0.55	230/380	0.75	1300	0.53	0.7	1.38	1.5	Fusible
Pompe lubrification M1 (M30)	0.18	1.1	230/380	0.75	1360	0.75	1.2	2.3	1.5	Fusible
Pompe hydraulique +barres (M31)	4	14.5	230/380	0.81	1440	0.57	21.5	42.5	2.5	Disjoncter

III.2.4.4.4. La protection des personnes :

La protection des personnes passe en priorité dans toutes les installations électriques, car l'énergie électrique bien qu'elle soit très utile mais elle reste dangereuse. Dans toutes les installations électriques alimentées par une source d'énergie électrique capable de générer une tension de consigne U_c , supérieur ou égale à la tension limite U_L , peut présenter un risque pour l'utilisateur.

Pour assurer la protection des personnes, des dispositifs de protection ont été conçus, parmi ces dispositifs, les protections différentielles et les protections contre les surintensités du courant électrique selon le schéma de liaison à la terre (régime du neutre TT, IT, ou TNS).

III.2.5. Choix de variateur de vitesse :

Un variateur de vitesse est un dispositif pour le réglage de la vitesse d'un moteur électrique à courant alternatif [11].

Cette variation se fait par la variation de la fréquence et la tension respectivement. Leurs applications vont des plus petits aux plus grands moteurs.

Pour l'armoire le variateur de vitesse qu'il faut est choisi à l'aide du tableau 12

III.2.5.1. Paramètres du moteur principal :

Tableau 11 paramètres de moteur principale.

P_n(KW)	72.5
η (%)	0.6
Cos(Ø)	0.76
U(v)	400
Vitesse (tr/mn)	2430
I_n(A)	180

III.2.5.2. Guide du choix du variateur de vitesse ATV :

Pour bien choisir notre variateur de vitesse on s'appuie sur le tableau 12

Tableau 12 différentes références des variateurs de vitesse ATV

Gamme de puissance pour réseau 50...60 Hz (kW)		0,18...2,2	0,18...15	0,75...75
Monophasé 100... 120 V (kW)		0,18...0,75	-	-
Monophasé 200...240 V (kW)		0,18...2,2	0,18...2,2	-
Triphasé 200...230 V (kW)		0,18...2,2	-	-
Triphasé 200...240 V (kW)		-	0,18...15	0,75...30
Triphasé 380...480 V (kW)		-	-	0,75...75
Triphasé 380...500 V (kW)		-	0,37...15	-
Triphasé 525...600 V (kW)		-	0,75...15	-
Triphasé 500...690 V (kW)		-	-	-
Entraînement	Fréquence de sortie	0,5...200 Hz	0,5...500 Hz	0,5...200 Hz
	Type de contrôle	Contrôle Vectoriel de Flux sans capteur		Contrôle Vectoriel de Flux sans capteur, loi tension/fréquence (2 points), loi économie d'énergie
	Moteur asynchrone			
	Moteur synchrone			
	Surcouple transitoire	150... 170 % du couple nominal moteur	180 % du couple nominal moteur pendant 2 secondes	110 % du couple nominal moteur
Fonctions				
Nombre de fonctions		26	50	50
Nombre de vitesses présélectionnées		4	16	7
Nombre d'entrées/sorties	Entrées analogiques	1	3	2
	Entrées logiques	4	6	3
	Sorties analogiques	-	1	1
	Sorties logiques	1	-	-
	Sorties à relais	1	2	2
Communication	Intégrée	-	Modbus et CANopen	Modbus
	En option	-	Modbus TCP, DeviceNet, Fipio, PROFIBUS DP	LonWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet
Cartes (option)		-	-	-
Normes et certifications		IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 61800-3 (environnements 1 et 2)		
		EN 55011 : groupe 1, classe A et classe B.	EN 55011 : groupe 1, classe A et classe B avec option.	EN 55011 : groupe 1, classe A et classe B avec option.
		CE, UL, CSA, C-Tick, N998	CE, UL, CSA, C-Tick, N998	CE, UL, CSA, C-Tick, NOM 117
Références		ATV 11	ATV 31	ATV 21
Pages		Consulter notre catalogue "Démarreurs progressifs et variateurs de vitesse"		

0,37...800	0,37...630
-	-
0,37...5,5	0,37...5,5
-	-
0,75...90	0,37...75
0,75...630	0,75...500
-	-
-	-
2,2...800	1,5...630
0,5...500 Hz pour toute la gamme 0,5...1000 Hz jusqu'à 37 kW en ~ 200...240 V et ~ 380...480 V Contrôle Vectoriel de Flux sans capteur, loi tension/fréquence (2 ou 5 points), loi économie d'énergie	1...500 Hz sur toute la gamme 1...1600 Hz jusqu'à 37 kW en ~ 200...240 V et ~ 380...480 V Contrôle Vectoriel de Flux avec ou sans capteur, loi tension/fréquence (2 ou 5 points), ENA System
-	Contrôle vectoriel avec ou sans retour vitesse
120...130 % du couple nominal moteur pendant 60 secondes	220 % du couple nominal moteur pendant 2 secondes 170 % pendant 60 secondes
> 100	> 150
8	16
2...4	2...4
6...20	6...20
1...3	1...3
0...8	0...8
2...4	2...4
Modbus et CANopen	
Modbus TCP, Fipio, Modbus/Uni-Telway, Modbus Plus, EtherNet/IP, DeviceNet, PROFIBUS DP, INTERBUS, CC-Link, LonWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet	Modbus TCP, Fipio, Modbus/Uni-Telway, Modbus Plus, EtherNet/IP, DeviceNet, PROFIBUS DP, INTERBUS, CC-Link
Cartes extension entrées/sorties, carte programmable "Controller Inside", cartes multipompe	Cartes interface pour codeur de type incrémental, résolveur ou absolu, cartes extension entrées/sorties, carte programmable "Controller Inside"
IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 61800-3 (environnements 1 et 2, C1 à C3), EN 55011, IEC/EN 61000-4-2/4-3/4-4/4-5/4-6/4-11 CE, UL, CSA, DNV, C-Tick, NOM 117, GOST	
ATV 61	ATV 71
Consulter notre catalogue "Variateurs de vitesse Altivar 61" ou notre catalogue "Démarreurs progressifs et variateurs de vitesse"	22 à 25

III.2.5.3. Choix de référence de variateur de vitesse ATV71 :

Tableau 13 différentes types des variateurs de vitesse « ATV 71 »

Variateurs UL Type 1/IP 20											
Moteur		Réseau				Altivar 71				Référence (3)	Masse
Puissance indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne (2)		Puissance apparente	lcc ligne présumé maxi	Courant maximal permanent (1)		Courant transitoire maxi pendant			
kW	HP	380 V	480 V	380 V	kA	380 V	460 V	60 s	2 s		
Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz											
0,75	1	3,7	3	2,4	5	2,3	2,1	3,5	3,8	ATV 71H075N4 (4) (5)	3,000
1,5	2	5,8	5,3	3,8	5	4,1	3,4	6,2	6,8	ATV 71HU15N4 (4) (5)	3,000
2,2	3	8,2	7,1	5,4	5	5,8	4,8	8,7	9,6	ATV 71HU22N4 (4) (5)	3,000
3	-	10,7	9	7	5	7,8	6,2	11,7	12,9	ATV 71HU30N4 (4) (5)	4,000
4	5	14,1	11,5	9,3	5	10,5	7,6	15,8	17,3	ATV 71HU40N4 (4) (5)	4,000
5,5	7,5	20,3	17	13,4	22	14,3	11	21,5	23,6	ATV 71HU55N4 (4) (5)	5,500
7,5	10	27	22,2	17,8	22	17,6	14	26,4	29	ATV 71HU75N4 (4) (5)	5,500
11	15	36,6	30	24,1	22	27,7	21	41,6	45,7	ATV 71HD11N4 (4) (5)	7,000
15	20	48	39	31,6	22	33	27	49,5	54,5	ATV 71HD15N4 (4) (5)	22,000
18,5	25	45,5	37,5	29,9	22	41	34	61,5	67,7	ATV 71HD18N4 (4) (5)	22,000
22	30	50	42	32,9	22	48	40	72	79,2	ATV 71HD22N4 (4) (5)	30,000
30	40	66	56	43,4	22	66	52	99	109	ATV 71HD30N4 (4) (5)	37,000
37	50	84	69	55,3	22	79	65	118,5	130	ATV 71HD37N4 (4) (5)	37,000
45	60	104	85	68,5	22	94	77	141	155	ATV 71HD45N4 (4) (5)	44,000
55	75	120	101	79	22	116	96	174	191	ATV 71HD55N4 (4) (5)	44,000
75	100	167	137	109,9	22	160	124	240	264	ATV 71HD75N4 (4) (5)	44,000
90	125	166	134	109,3	35	179	179	269	295	ATV 71HD90N4 (6) (7)	60,000
110	150	202	163	133	35	215	215	323	355	ATV 71HC11N4 (6) (7)	74,000
132	200	239	192	157,3	35	259	259	388	427	ATV 71HC13N4 (6) (7)	80,000
160	250	289	233	190,2	50	314	314	471	518	ATV 71HC16N4 (6) (7)	110,000
200	300	357	286	235	50	387	387	580	638	ATV 71HC20N4 (6) (7)	140,000
220	350	396	320	260,6	50	427	427	640	704	ATV 71HC25N4 (6) (7)	140,000
250	400	444	357	292,2	50	481	481	721	793		
280	450	494	396	325,1	50	550	550	825	907	ATV 71HC28N4 (6) (7)	140,000
315	500	555	444	365,3	50	616	616	924	1016	ATV 71HC31N4 (6) (7)	215,000
355	-	637	512	419,3	50	671	671	1006	1107	ATV 71HC40N4 (6) (7)	225,000
400	600	709	568	466,6	50	759	759	1138	1252		
500	700	876	699	576,6	50	941	941	1411	1552	ATV 71HC50N4 (6) (7)	300,000

Comme la puissance du moteur principale est de P= 72.5 KW, alors le variateur de vitesse

«ATV 71 HD75N4» va être le bon pour notre moteur.

III.2.6. Le choix de l'armoire :

On choisit notre armoire électrique après avoir fait l'analyse complète des éléments et des appareils qu'on va utiliser pour avoir une bonne idée de la taille de notre armoire.

Le choix de l'armoire se fait en fonction de (la hauteur, la longueur, la largeur, et aussi le volume du vide au moins 30%).

III.2.6.1. Choix de la ventilation :

Les composants d'une armoire électrique ont tendance à chauffer, ce qui peut provoquer la dégradation des composants qui entraînera des pannes et l'arrêt de la production.

Pour remédier à ce problème, et pour éviter ces désagréments, l'armoire doit être munie d'une bonne ventilation et une bonne aération.

III.2.6.2. Méthode de choix de la ventilation :

Le débit est calculé à partir de la formule suivante :

$$D = 3,1 \left(\frac{P}{\Delta t} - K * S \right) \tag{eq III.13}$$

Avec :

P : puissance à dissiper dans l'enveloppe (W).

Δt : l'écart de la température entre l'intérieur et l'extérieur de l'armoire.

S : surface extérieure de l'armoire.

K : coefficient de tôle (K=5,5 W/m²/°C) tôle peinte [3].

Estimation de la puissance dissipée :

Tableau 14 estimation de la puissance

Organes	Dissipation	Nombre	Dissipation total (W)
Fusible gG<12A	3	16	48
Contacteur > 10 Kw	3/pole	32	288
Disjoncteur <10	2	3	3.9
Disjoncteur <20	2.5	2	5
Disjoncteur <25	3.2	5	16

Disjoncteur <32	3.7	4	14
Disjoncteur <160	60	1	60
Démarrateur progressif	(1-η) * puissance 0,09*22000	1	1980
API	(1-η) * puissance 0,12*48	1	5,76

La température a l'intérieur de l'armoire doit être inférieure à 50°C, pour nous elle sera fixée à 43°C, et la température extérieure peut atteindre 36°C.

Donc :

- $\Delta t=7C$
- $S = 4.24m^2$
- $K=5.5w/m^2/^\circ C$
- $P=2361$

$$D=3.1((2361/7)-5.5*4.24)$$

$$D=974m^3/h$$

3. Les essais :

Une fois l'étape de la conception finie, nous entamons les tests sur l'armoire, ces tests se font comme suit :

- D'abord on teste le bon branchement des composants et on s'assure qu'aucun n'a été mal effectuée en testant la continuité des fils (les entrées et les sorties) à l'aide d'un multimètre,
- Ensuite on regarde la réponse des voyants de signalisation s'ils s'allument convenablement.

Après avoir effectué ces étapes, on effectue le branchement de l'alimentation de l'armoire et on observe

- Les voyants de la présence de tension et on s'assure qu'ils s'allument.
- Examine les fusibles.
- Examine le disjoncteur général.
- On vérifie la partie puissance et de la partie commande.

III.4. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons effectué le dimensionnement des différents éléments de l'armoire électrique, et nous avons calculé les différents paramètres pour bien choisir la protection qui doit figurer dans l'armoire.

Le respect de ces étapes est primordial pour assurer une bonne fiabilité de l'armoire électrique, du point de vue fonctionnement, sécurité et facilité de manipulation et maintenance.

Conclusion générale

Conclusion général

Conclusion générale :

Notre projet de fin d'étude effectué au sein de l'entreprise EASM et à l'usine ENIEM a été dans le but de contribuer à l'étude et à l'amélioration d'une chaîne de production.

Grace aux informations fournies par le personnel de l'entreprise, nous avons pu faire une étude matérielle de la machine. En passant par plusieurs phases, avons essayé de faire l'étude et le dimensionnement de l'armoire et la réalisation d'un programme approprié en step7, ou encore une supervision pour notre machine.

Ce stage nous a été très enrichissant, il nous a permis entre autre de :

- Mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre cursus.
- Découvrir le monde industriel.
- Nous mettre en condition avec le monde du travail.
- Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel.
- Maitriser certains instrument et outils indispensables tel que la programmation en Step7, la réalisation des schémas de câblages avec Xrelais ou bien encore la construction d'un Grafset avec le logiciel Automgen8.
- Découvrir la technique de supervision par Wincc flexible.

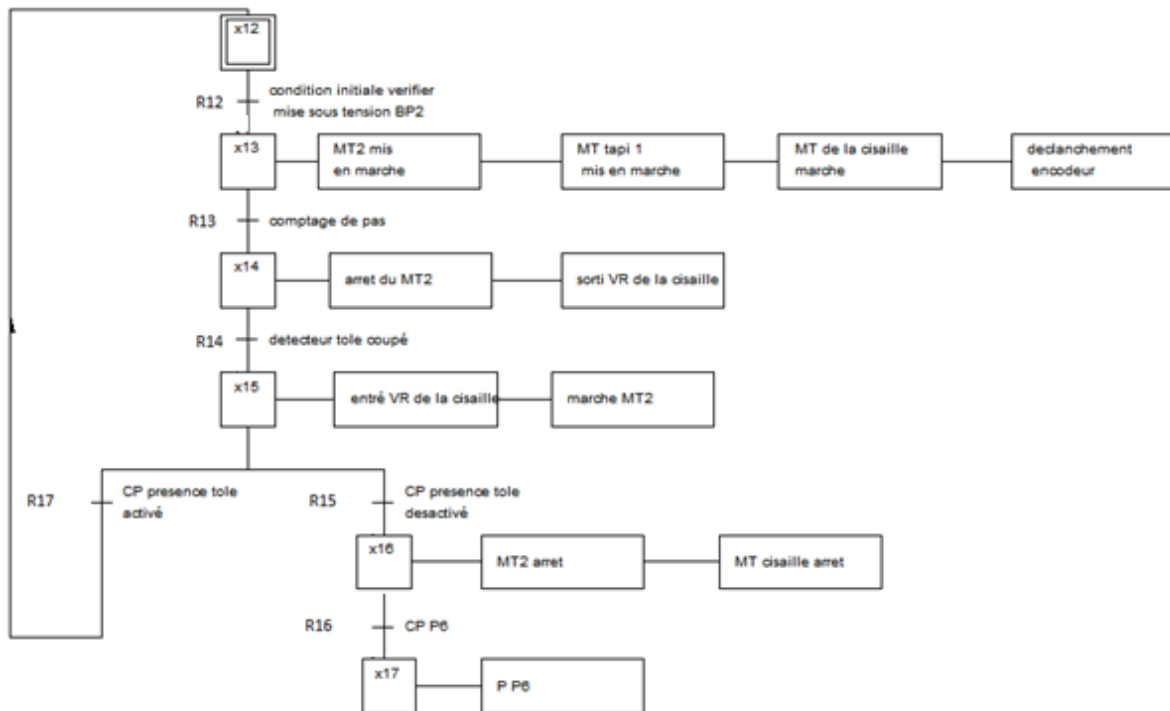
Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et de la confiance placée en nous. Et que notre mémoire sera utile aux étudiants des différents cycles qui nous succéderont.



Annexe

Dans cette Annexe on a décidé de faire le programme de la cisaille

Programmation de la cisaille



Grafcet de la cisaille

Pour faciliter la traduction du programme grafcet au step7, la notation des étapes de travail est primordiale

Inscription des étapes dans les tableaux :

Transition	Étape	Action
R12=DCY.X1 R13=EC.X2 R14=CP5.X3 R15=CP6.X4 R16=CP6.X5 R17=CP P6.X6	X12=R4+INIT+X12.R12 X13=R12+X13.R13 X14=R13+X14.R14 X15=R14+X15.R15.R16 X16=R15+X16.R16 X17=R16+X16	X13= $\overline{MT2}$ +MT3+TR1+EC X14= $\overline{MT2}$ +VR X15= \overline{VR} +MT2 X16= $\overline{MT2}$ + $\overline{MT3}$ X17=P P6

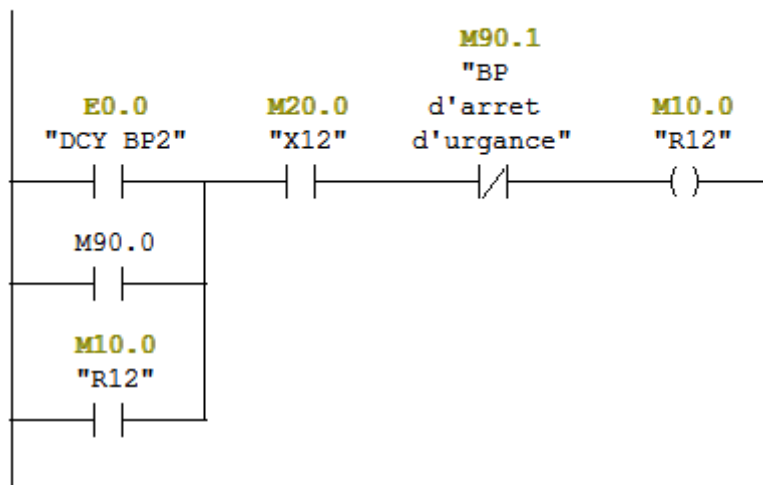
Entrées	Sortie	Transition	Etapes
DCY E1.0	MT2 ON A1.0	R12 M10.0	X12 M20.0
CP5 E1.1	EC A1.1	R13 M10.1	X13 M20.1
CP6 E1.2	MT tapi A1.2	R14 M10.2	X14 M20.2
CP P6 E1.3	MT3 A1.3	R15 M10.3	X15 M20.3
Cmp E1.4	VR sortie A1.5	R16 M10.4	X16 M20.4
	VR rentré A1.4	R17 M10.5	X17 M20.5
	P P6 A1.6		

Table des mnémoniques

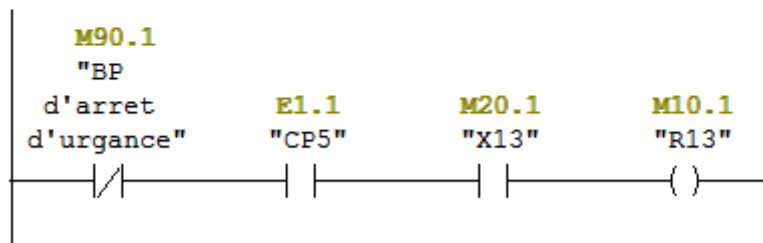
Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- programme cisaille cpu315\Station SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
1		BP d'arrêt d'urga...	M 90.1	BOOL	
2		CmP	E 1.4	BOOL	
3		consigne	M 40.2	BOOL	
4		COUNT	SFB 47	SFB 47	Common counter module
5		CP P6	E 1.3	BOOL	
6		CP5	E 1.1	BOOL	
7		CP6	E 1.2	BOOL	
8		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
9		DCY BP2	E 0.0	BOOL	
1		DEL_SI	SFC 106	SFC 106	Deleting Dynamically Assigned System Instances
1		EC	A 1.1	BOOL	
1		INIT	M 0.0	BOOL	
1		M	M 20.6	BOOL	
1		MT tapi	A 1.2	BOOL	
1		MT2 marche	A 1.0	BOOL	
1		MT3 marche	A 1.3	BOOL	
1		p p6	A 1.6	BOOL	
1		R12	M 10.0	BOOL	
1		R13	M 10.1	BOOL	
2		R14	M 10.2	BOOL	
2		R15	M 10.3	BOOL	
2		R16	M 10.4	BOOL	
2		R17	M 10.5	BOOL	
2		Read Analog Val...	FC 106	FC 106	Read Analog Value 466-1
2		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
2		VR rentré	A 1.4	BOOL	
2		VR sortie	A 1.5	BOOL	
2		X12	M 20.0	BOOL	
2		X13	M 20.1	BOOL	
3		X14	M 20.2	BOOL	
3		X15	M 20.3	BOOL	
3		X16	M 20.4	BOOL	
3		X17	M 20.5	BOOL	
3					

Programme en LADER de la cisaille

Réseau 1 : Titre :



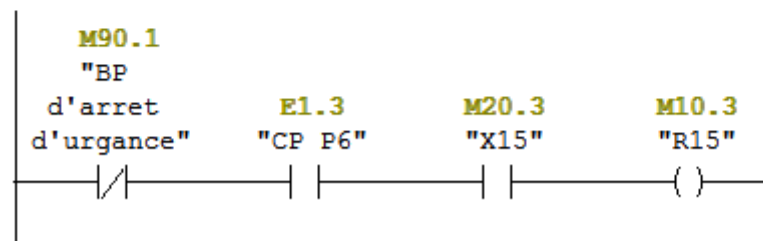
Réseau 2 : Titre :



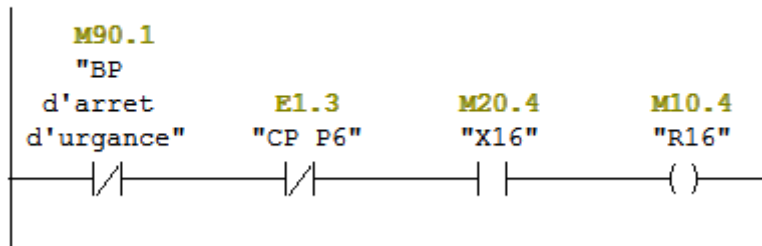
Réseau 3 : Titre :



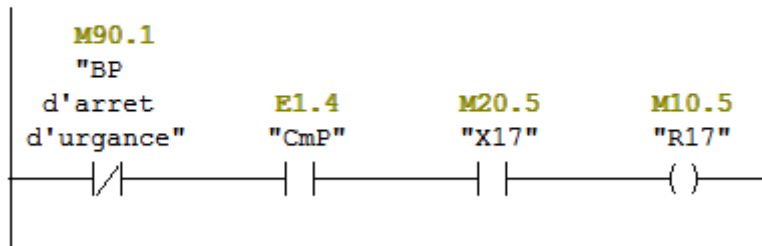
Réseau 4 : Titre :



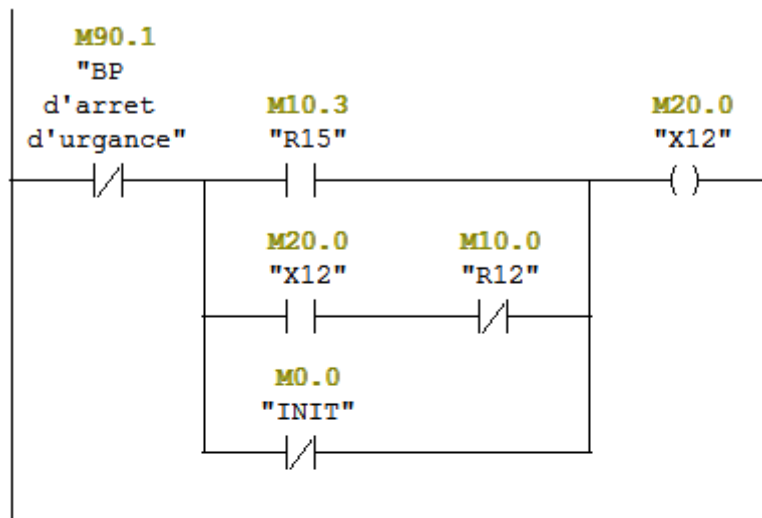
Réseau 5 : Titre :



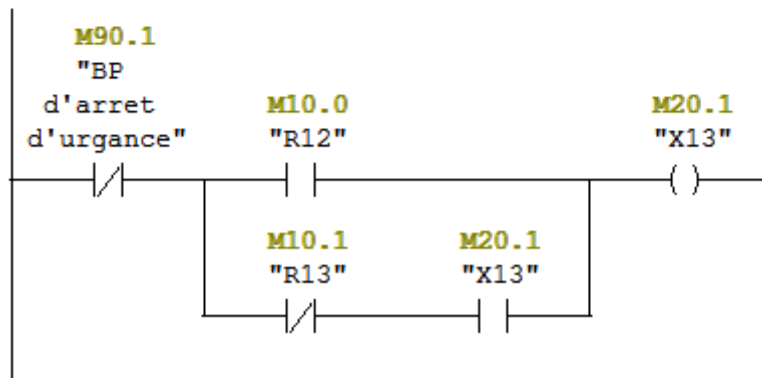
Réseau 6 : Titre :



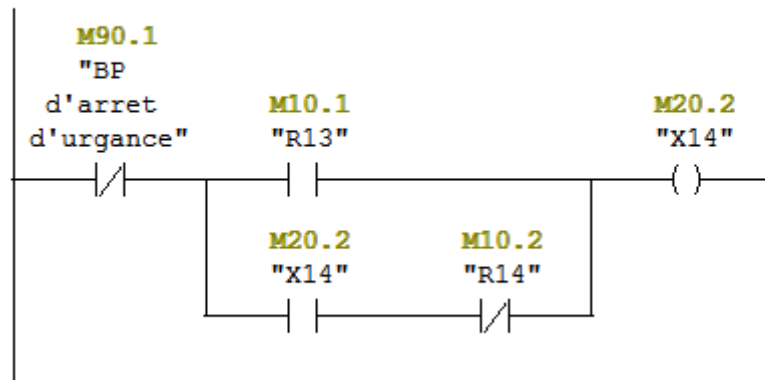
Réseau 7 : Titre :



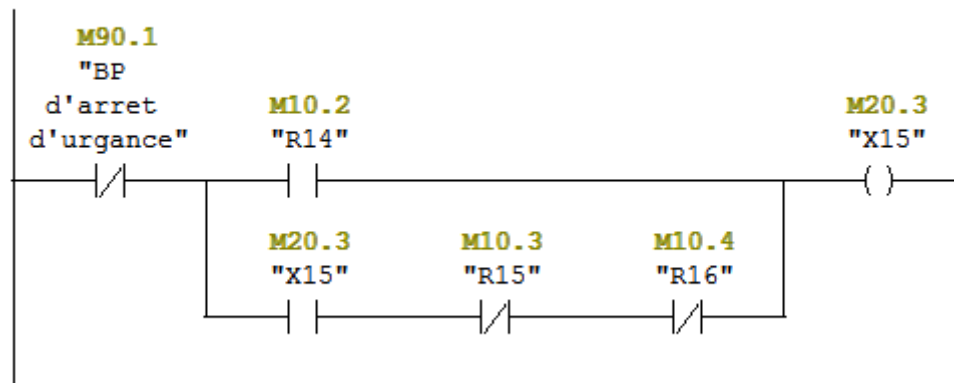
Réseau 8 : Titre :



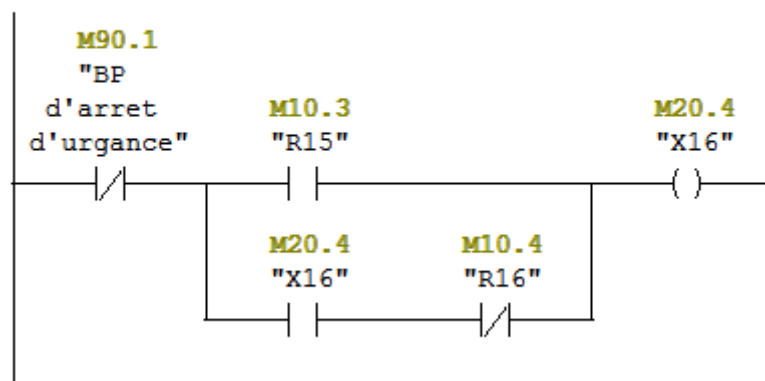
Réseau 9 : Titre :



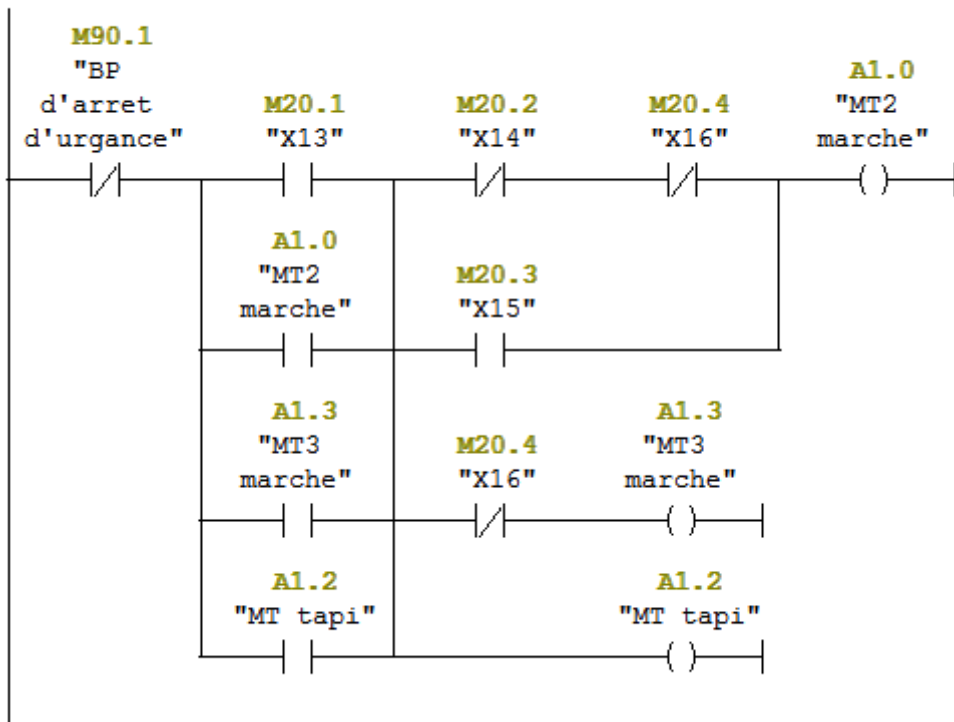
Réseau 10 : Titre :



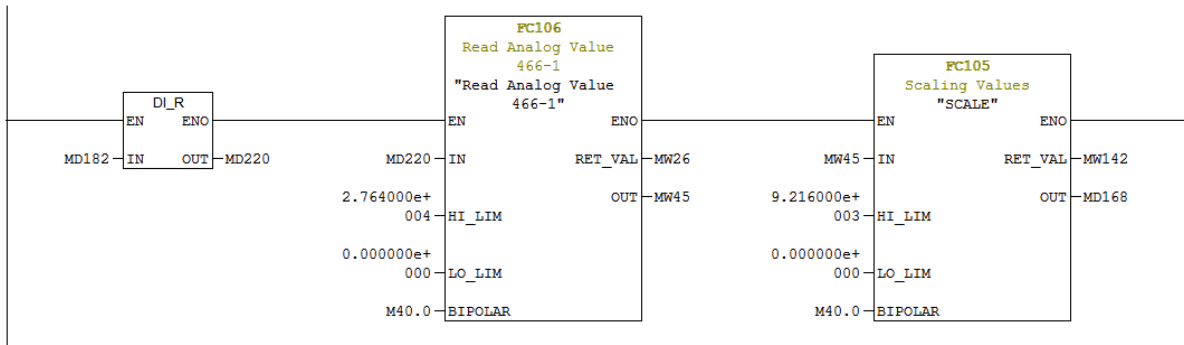
Réseau 11 : Titre :



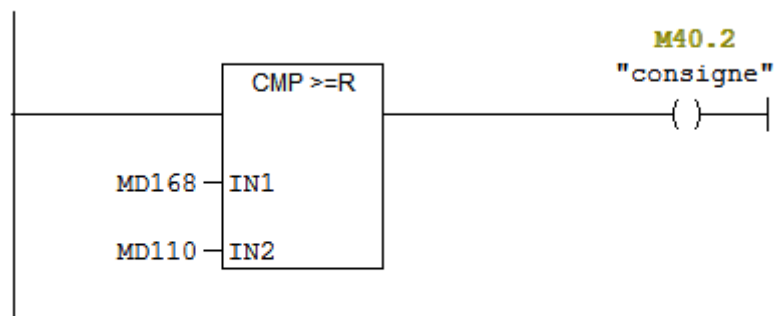
Réseau 12 : Titre :



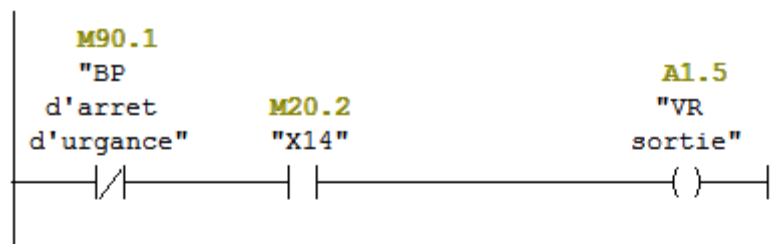
Réseau 14 : Titre :



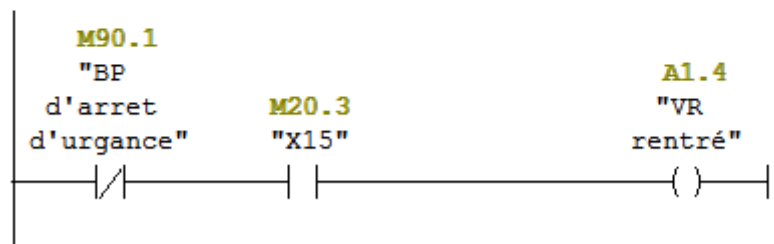
Réseau 15 : Titre :



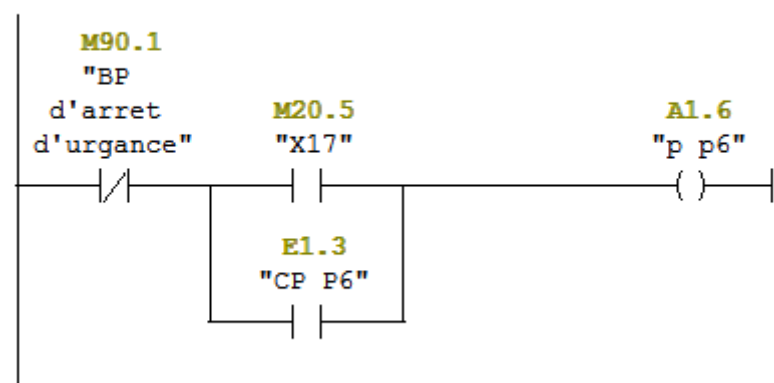
Réseau 16 : Titre :



Réseau 17 : Titre :

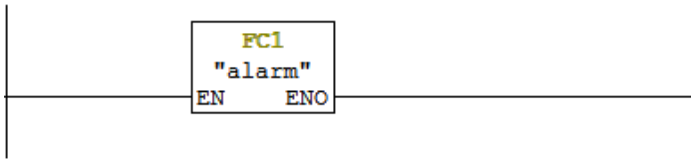


Réseau 18 : Titre :



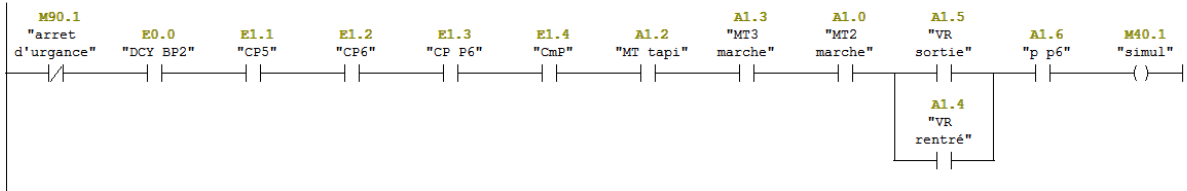
Réseau 19 : Titre :

Commentaire :

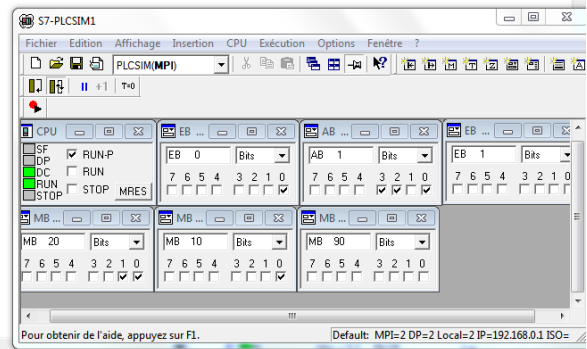
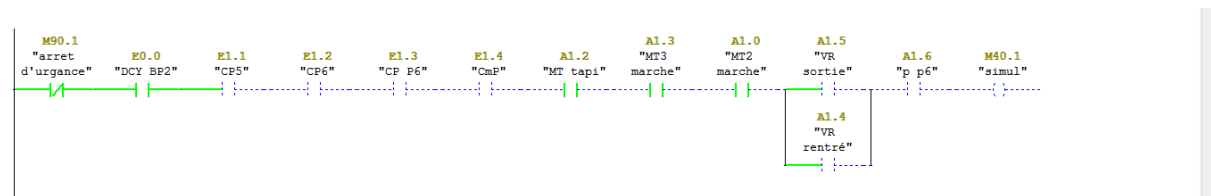


Réseau 20 : Titre :

Commentaire :



Programme après simulation



Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] William Bolton Automate programmable industriel volume 2, 2015 les éditions DUNOD
- [2] William Bolton Automate programmable industriel volume 1, 2010 les éditions DUNOD
- [3] Bourgeois René mémotech volume 7, 2002 les éditions casteilla
- [4] J Berrué initiation a STEP 7, 2004.
- [5] Alain GONZAGA les automates programmables industriels, volume 1, 2004
- [6] Slim BEN SAOUD .les automates programmables industriels, 2005
- [7] roizot sébastien, guide de conception des réseaux électriques industriel schneider électrique, 2000
- [8] manuel SIMATIC STEP7 pour une transition facile de s5 au s7 (SIEMENS) 2010.
- [9] document de formation pour une solution complète d'automatisation, Totally Integrated automation (T I A) MODULE A3 initiation à la programmation d'API avec STEP7, 2004
- [10] manuel SIEMENS S7-300 caractéristique de la CPU du système s7-300 : CPU 315T-2 DP. 2006
- [11] Merlin Gerin le départ moteur dans l'utilisation quotidienne, 2006
- [12] Documentation interne ENIEM, documentation sur la T27
- [13] documents technique Schneider guide BT/HTA 2012
- [14] document technique Schneider .Guide de conception des réseaux électriques industriels 2012
- [15] document technique siemens supervision de process avec plant intelligence 2009
- [16] wincc flexible 2008 compact. Manuel d'utilisation, 2008
- [17] document technique ABB guide installations BT HTA 2000
- [18] document technique interne EASM.
- [19] Benobeidallah Brahim Etude technologique d'une chaine de production et migration du système de commande de SIMATIC S5 vers SIMATIC S7, université de Haute-Alsace France ,2014
- [20] Tiab lydia mémoire de fin cycle, supervision et amélioration d'une chaine de production, université MOULOUD MAMMERI de tizi ouzou, 2015

