



République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de  
La recherche scientifique  
Faculté de génie électrique et d'informatique  
Département d'électrotechnique

# Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en  
électrotechnique

Option : Machine électrique

*THEME*

**COMMANDE DES MOTEURS ASYNCHRONES  
AVEC VARIATEUR VLT 5000 ET  
AUTOMATE TSX57203**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> : BENAODIA NORA**

**M<sup>elle</sup> : CHALLAL KARIMA**

**Dirigé par :**

**M<sup>me</sup> : O. MANSOURI**

**M<sup>r</sup> : M. CHALAL**

**Proposé par :**

**M<sup>r</sup> : M. CHALAL**

**Promotion 2008 /2009**

## Remerciements

*On exprime nos profonds remerciements à notre promotrice M<sup>me</sup> MANSOURI de nous avoir encadrées et d'avoir dirigé ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre co - promoteur M<sup>r</sup> .CHALAL ingénieur en automatique au service maintenance ENIEM , pour tout le temps qu'il nous à accordé tout le long de ce travail.*

*Nous tenant à remercier particulièrement M<sup>r</sup>. MESSAOUDI ingénieur en electrotechnique pour son aide, ses conseils.*

*Nos remerciements vont également à M<sup>r</sup>. TAMAZIRT et M<sup>r</sup>. AMRANI ingénieur en automatique , pour leur précieux conseils et leur patience.*

*Nous remercions vivement les membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail.*

*Enfin un grand merci pour nos familles que nous pourrions jamais les remercier suffisamment..*

# Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I	
I. Introduction.....	2
II. Description de la station .....	2
II.1 Description des bains .....	3
II.1.1 Poste de charge et de décharge.....	3
II.1.2 Bain de dégraissage chimique .....	3
II.1.3 Bain de décapage.....	3
II.1.4 Bain de dégraissage anodique .....	4
II.1.5 Bain de neutralisation.....	4
II.1.6 Bain de zingage acide.....	4
II.1.7 Bain mort.....	4
II.1.8 Bain de passivation.....	4
II.1.9 Bains de rinçage .....	5
II.1.10 Bain de séchage .....	5
II.2 Cycle de traitements des pièces .....	5
II.3 Les accessoires.....	6
II.3.1 Armoire de commande .....	6
II.3.2 Groupes de transport .....	7
II.3.3 Barre porte montage .....	8
II.3.4 Couvre bord.....	8
II.5 Capteurs .....	9
II.5.1 Différents types de capteurs utilisés dans la station .....	9
II.5.2 Les facteurs intervenant dans le choix d'un capteur .....	9
II.6 Réseaux auxiliaires .....	10
II.7 Moteurs électriques asynchrones .....	11
II.7.1. Définition .....	11
II.7.2 Constitution .....	11
II.7.3 Principe de fonctionnement.....	12
II.7.4 Caractéristiques .....	12
III. Principe de fonctionnement.....	15
III.1 Mouvement de translation .....	15
III.2 Mouvement de levage.....	15
IV. Conclusion .....	16

## Chapitre II

I. Introduction.....	17
II. Principaux types de variateurs.....	17
II.1 Redresseur contrôlé.....	17
II.2 Convertisseur de fréquence.....	17
II.3 Gradateur de tension.....	17
III. Principales fonctions des variateurs de vitesse électroniques.....	17
III.1 Accélération contrôlée.....	17
III.2 Variation de vitesse.....	18
III.3 Régulation de vitesse.....	18
III.4 Décélération contrôlée.....	18
III.5 Inversion du sens de marche.....	18
III.6 Protections intégrées.....	18
IV. Constitution.....	19
IV.1 Le module de contrôle.....	19
IV.2 Le module de puissance.....	19
V. Principe de fonctionnement des variateurs de vitesse.....	20
VI. Convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone.....	20
VII. Principe de fonctionnement du VLT 5000.....	22
VIII. Panneau de commande.....	22
VIII.1 Panneau de commande –affichage.....	23
VIII.2 Panneau de commande –voyant d’indication LED.....	23
VIII.3 Panneau de commande –touches de commande.....	24
VIII.4 Configuration des paramètres.....	25
VIII.5 Structure du mode menu comparé au mode menu rapide.....	25
IX. Installation électrique : câble du moteur.....	25
IX.1 Branchement du moteur.....	26
IX.2 Sens de rotation du moteur.....	27
IX.3 Montage des moteurs en parallèle.....	27
X. Installation électrique : câble de commande.....	28
X.1 Commande de frein mécanique.....	28
X.2 Programmation.....	28
X.3 Démarrage de moteur.....	29
XI. Définition d’un automate programmable industriel.....	29
XII. Objectifs à atteindre.....	29
XIII. Structure de base.....	29
XIII.1 L’alimentation.....	29
XIII.2 L’unité centrale.....	30
XIII.2.1 Le processeur.....	30
XIII.2.2 Mémoire utilisateur.....	30
XIII.3 Le Bus.....	31
XIII.4 Les interfaces d’entrées/sorties.....	31
XIII.4.1 Interfaces d’entrées.....	32
XIII.4.2 Interface de sorties.....	32

XIII.5 La console de programmation .....	32
XIII.6 Fonctionnement d'un automate programmable industriel.....	32
IXV. Présentation de l'automate TSX 57203.....	34
XV. Conclusion.....	35

### Chapitre III

I. Introduction.....	36
II. Définition de GRAFCET.....	36
III. Niveaux d'un GRAFCET.....	36
III.1 Niveau 1.....	36
III.2 Niveau 2.....	36
IV. Etapes et actions associées.....	36
IV.1 Etape initiale.....	36
IV.2 L'étape.....	36
IV.3 Actions associées à l'étape.....	37
IV.4 La transition.....	37
IV.5 Réceptivité.....	38
IV.6 Liaisons orientées.....	39
V. Règles d'évolution.....	39
VI. Les règles de construction d'un GRAFCET.....	40
VII. Mise en équation du GRAFCET.....	43
VII.1 Objectif.....	43
VII.2 Mise en équation d'une étape.....	43
VII.3 Choix de séquence.....	44
VIII. Gestion des modes Marche/Arrêt et des Arrêts d'urgences.....	45
IX. Généralisation.....	46
X. Modélisation de l'installation.....	46
X.1 Liste des actions.....	47
X.2 Liste des capteurs.....	47
X.3 Les temporisateurs.....	47
X.4 Les compteurs.....	48
X.5 Les macros étapes.....	48
X.6 Les étapes.....	48
XI. Quelques améliorations proposées pour la station de zingage.....	48
XI.1 Duré du cycle de fonctionnement.....	48
XI.2 La commande des moteurs.....	48
XI.2.1 L'ajout d'un deuxième variateur.....	48
XI.1.2 La substitution d'un variateur de vitesse.....	49
XII. Conclusion.....	50

## Chapitre IV

I. Introduction.....	51
II. Description du logiciel PL7 .....	51
II.1 Présentation des langages PL7 .....	51
II.1.1 Langage à contacts .....	51
II.1.2 Langage liste d'instructions .....	52
II.1.3 Langage littéral structuré.....	52
II.1.4 Langage Grafcet .....	53
III. Structure logicielle PL7.....	53
III.1 Modules fonctionnels .....	54
III.1.1 Vue fonctionnelle.....	54
III.1.2 Services associés à la vue fonctionnelle .....	55
III.2 Mémoire utilisateur.....	55
III.2.1 Structure mémoire des automates Premium.....	55
III.2.2 Rôle de la mémoire mots .....	55
III.2.3 Description de la mémoire bits .....	55
III.3 Présentation de la tâche maître .....	56
III.3.1 Description des sections et des sous-programmes .....	56
IV. Description des langages PL7 (langage à contact LD) .....	57
IV.1 Présentation générale du langage à contacts .....	57
IV.2 Structure d'un réseau de contact .....	57
IV.3 Description d'un réseau de contact .....	58
IV.4 Etiquette d'un réseau de contact.....	58
IV.5 Commentaire d'un réseau de contact .....	59
IV.6 Règles de programmation d'un réseau de contact.....	59
IV.6.1 Pour les blocs fonctions .....	60
IV.6.2 Pour les blocs opération.....	61
V. Fiche de programmation PL7 Pro en langage à contact.....	61
V.1 Ouverture d'un fichier existant.....	61
V.2 Création d'une programmation.....	61
V.3 Ecriture des mnémoniques.....	62
V.4 Ecriture du programme .....	62
V.4.1 Ecriture du programme dans une section.....	63
V.4.2 Test du programme .....	63
V.5 Impression.....	64
V.6 Sauvegarde et sortie.....	65
V.7 Sauvegarde de programme en mémoire EEPROM interne .....	65
VI. Structure du programme de la conduite de l'installation .....	65
Conclusion générale .....	89



# **Introduction générale**

## **Introduction :**

L'exploitation industrielle de la machine asynchrone nécessite la mise en place des moyens de variation de vitesse de rotation dans le but d'entraîner la charge à vitesse variable.

Les moteurs à induction alternative sont essentiellement des moteurs à vitesse constante, depuis les années quatre vingt, l'utilisation des variateurs de vitesse n'a cessée de croître principalement en raison de progrès réalisés en électronique de puissance.

Habituellement, la régulation de la vitesse du moteur asynchrone s'obtient en faisant varier la fréquence de son alimentation. Néanmoins son fonctionnement est accompagné des pertes considérables qui se traduisent par la diminution du rendement du moteur. Pour limiter ces pertes, la fréquence de la tension aux bornes du moteur est modifiée de façon à maintenir le rapport  $(V/F) = \text{constant}$ . Cette technique est réponde il ya une vingtaine d'années, elle n'est devenue technique viable et économique que récemment pour la régulation des variateurs de vitesses.

Elle consiste à maintenir le couple constant. Pour que le moteur asynchrone fonctionne à couple constant quelque soit la vitesse, il est nécessaire de maintenir le flux constant, ceci est possible au moyen d'un convertisseur statique qui délivre au moteur une tension et fréquence qui évoluent simultanément dans les mêmes proportions.

Associés, les produits Télémécanique apportent des solutions de qualité à toutes les fonctions d'automatisme et de contrôle des diverses applications.

Le travail qui nous été proposé consiste à étudier l'installation de traitement de surface au niveau de l'ENIEM, et afin de mettre en évidence ce principe de commande des moteurs asynchrone, ce travail a été structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la description de l'installation et le processus ainsi que le cycle de travail.
- Dans le second nous présent le variateur VLT 5000, son principe de fonctionnement et sa programmation, on présente également des généralités sur l'automate programmable.
- Le troisième chapitre est consacré à la modélisation de la station et on a proposé quelques améliorations au niveau du temps de cycle.
- Dans le quatrième chapitre nous décrivons le langage de programmation PL7 suivi d'un exemple de programmation.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale.



# **Chapitre I**

## **Présentation de l'installation de traitement de surface**

## I. Introduction

Le traitement par le zinc est le moyen le plus souvent utilisé pour la protection des pièces contre la corrosion. Vu ses divers avantages tels que :

- Les propriétés anticorrosion ;
- Le cout de traitement réduit ;
- L'universalité de l'application.

Les performances du revêtement à base de zinc ne cessent de progresser en termes de résistance à la corrosion.

Le traitement de surface des matériaux est une étape importante, il existe plusieurs techniques de traitement telle que : la peinture, le traitement mécanique, la thermodynamique et traitement par voie aqueuse.

La station de traitement que nous allons décrire utilise le traitement par voie aqueuse.

## II. Description de la station [1]

L'installation de zingage fonctionne automatiquement et la zone de travail est limitée au chargement et déchargement des pièces sur les montages. Ces tâches sont effectuées manuellement et exécutées par deux ouvriers.

L'installation est composée d'une suite de cuves formant une chaine de production avec deux chariots qui se déplacent linéairement sur les rails et sert à transporter les pièces fixées sur les montages pour les immerger dans les différents bains de traitement.



**Photos de la station**

## II.1 Description des bains

Les cuves (bains) sont faites de tôles en acier. Elles sont solidement renforcées et indéformables, elles sont divisées en deux parties séparées par une paroi, le revêtement intérieur en PVC, tandis que l'extérieur est protégé par du plastisol. Elles sont conçues de sorte que l'écoulement des fluides par la vanne de vidange disposée en un point bas, se fasse d'une manière rapide et complète.

Les dimensions des cuves sont : 700mm x 3100mm x 1500mm.

La figure (I.1) illustre la disposition des bains:

Poste de charge décharge	Séchoir	Lavage	Passivation	Neutralisation	Dégraissage chimique	Lavage	Décapage	Décapage	Lavage	Dégraissage anodique	Lavage	Neutralisation	Lavage	Lavage chaud	Zingage	Zingage	Zingage	Zingage	Récupération
--------------------------	---------	--------	-------------	----------------	----------------------	--------	----------	----------	--------	----------------------	--------	----------------	--------	--------------	---------	---------	---------	---------	--------------

**Figure I.1 :** Représentation des différents bains.

### II.1.1 Poste de chargement et de déchargement

C'est le dispositif où s'effectuent les tâches de chargement et de déchargement des pièces à traiter. Ce poste est composé de deux chariots fixés au châssis, sur lesquels on pose les barres porte montage.

Ils sont construits à base d'un acier plastifié et un couple d'appuis en plastique.

### II.1.2 Bain de dégraissage chimique

Il permet de nettoyer les pièces de traces de l'huile et de graisse, il est complété par :

- un serpentin pour le chauffage en acier inoxydable ;
- une gaine pour le thermostat ;
- quatre hottes d'aspiration en acier inoxydable placées transversalement ;
- un dispositif pour l'agitation mécanique.

La température de travail est de 70°C.

### II.1.3 Bain de décapage

Il permet de nettoyer la pièce de la rouille à l'aide d'acide sulfurique selon la réaction chimique suivante :



Il est complété par :

- Six hottes d'aspiration placées transversalement à une cuve et complétées de couvercle d'aspiration et un agitateur.

Il se fait à la température ambiante.

L'installation comprend deux bains de décapages identiques.

### II.1.4 Bain de dégraissage anodique

Il permet d'enlever les traces de décapage, de graisse et des impuretés chargées positivement, complété par :

- une armature galvanique en cuivre de section adéquate et isolée avec des crochets ;
- un serpentin en acier inoxydable pour le chauffage ;
- une gaine pour le thermostat ;
- quatre hottes d'aspiration en PVC placées transversalement à la cuve et complète de couvercle d'aspiration.

Il se fait à une température de 40°C.

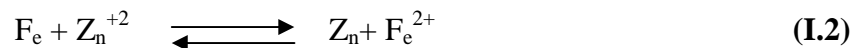
### II.1.5 Bain de neutralisation

Il permet d'enlever les traces de rouilles de décapage, il contient de l'acide chlorique.

Ce bain travail à la température ambiante.

### II.1.6 Bain de zingage acide

Le zingage permet de disposer une couche de zinc sur la surface de la pièce à l'aide d'une réaction chimique suivante :



Il est complété par :

- une contre bride close ;
- une armature galvanique en cuivre de section adéquate et isolée avec des crochets ;
- un serpentin en titane pour le refroidissement ;
- six hauts d'aspiration en PVC placé transversalement à la cuve et complété de couvercle d'inspiration ;
- un agitateur ;
- des barres de zinc sont émergées dans ce bain et sont alimentées via un redresseur permettant d'obtenir des molécules du zinc.

Il se fait à une température de 25°C.

L'installation comprend quatre bains identiques.

### II.1.7 Bain mort

Il est vide, permet de récupérer les gouttes de zinc acide des pièces sortantes du bain de zingage.

Il se fait à une température ambiante.

### II.1.8 Bain de passivation

Permet l'esthétique de la pièce, la cuve complétée par une soufflerie en tube de PVC.

Il se fait à une température ambiante.

### II.1.9. Bains de rinçage :

Il permet de :

- nettoyer la pièce pour subir des traitements chimiques ;
- éviter le mélange de différentes substances des bains ;
- arrêter les réactions chimiques sur les surfaces des pièces.

L'installation comprend deux bains de rinçage :

- **Rinçage à chaud** : comprend un serpentin pour le chauffage et une gaine pour le thermostat, permet d'enlever les traces de chrome.

Il se fait à une température de 50°C.

- **Rinçage à froid** : avec six bains identiques ils sont complétés par un dispositif pour l'alimentation de l'eau avec une vanne de réglage.

Il se fait à une température ambiante.

### II.1.10 Bain de séchage

Construit en tôles d'acier, fonctionne avec un système de ventilation forcé à air chaud, l'air chaud se fait circuler par deux ventilations opposés au radiateur passe contre les pièces pour les sécher.

Un système de hottes soufflantes est attaché autour de la cuve et tout l'ensemble est isolé avec le panneau synthétique protégé par une tôle d'acier peint avec le plastisol donné au pistolet, et cuit au four. L'intérieur du séchoir est peint avec un vernis de base céramique.

La puissance des radiateurs à eau surchauffée est de 42000Kcal /h. La barre porte montage est placée sur le bord supérieur de la cuve, et sur le fond on trouve un manchon de décharge pour l'eau dégouttement. A l'extérieur le séchoir est protégé par du plastisol donné au pistolet et cuit au four, tandis que l'intérieur est peint avec un vernis antiacide à base de céramique.

### II.2. Cycle de traitements des pièces :

L'enchaînement nécessaire au traitement complet d'une pièce se fait par le passage successif dans les différents bains, bain de traitement, bain de rinçage, bain de séchage, on a :

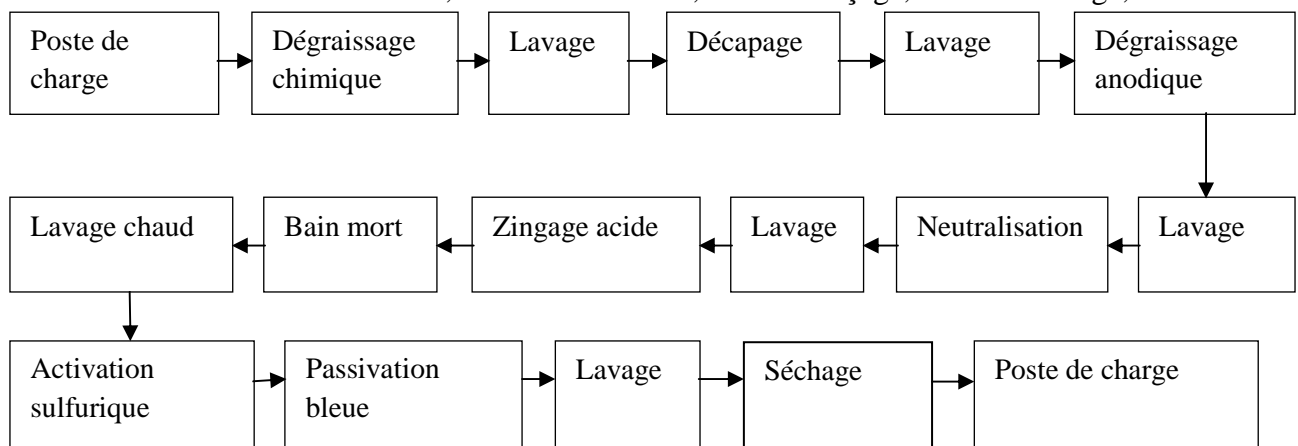


Figure I.2 : Cycle de traitement des pièces.

## II.3 Les accessoires

### II.3.1 Armoire de commande

Elle contient tous les appareils pour les services auxiliaires sur les cuves. Elle est complétée de disjoncteur avec le blocage de la porte, des boutons de marche et d'arrêt, des lampes de signalisation, un automate programmable, deux variateurs de vitesses, l'ensemble de relais et interrupteur et muni d'un pupitre.

#### 1) Pupitre

Il permet de :

- commander l'automatisme par des commandes tout ou rien (TOR) ;
- modifier les paramètres de l'automatisme ;
- gestion des alarmes et des défauts.

#### 2) L'automate programmable API

Il est constitué d'une unité centrale et des modules d'entrées et de sorties. Il gère tout le processus (le mouvement des portiques, l'arrêt d'urgence, le cycle de travail .....).

#### 3) Redresseur [2]

Un redresseur est un convertisseur de l'électronique de puissance qui assure directement la conversion alternatif-continu. Alimenté par une source de tension alternative monophasée ou triphasée, il permet d'alimenter en courant continu le récepteur branché à sa sortie.

On utilise un redresseur chaque fois qu'on a besoin de courant continu alors que l'énergie électrique est disponible en alternatif. Comme c'est sous cette forme que l'énergie électrique est presque toujours générée et distribuée, les redresseurs ont un très vaste domaine d'application.

L'installation de zingage comprend deux redresseurs, le premier pour alimenter en courant continu les plaques de zinc immergées dans les bains de zingage afin que réaction s'effectue par l'électrolyse. Le deuxième pour alimenter le bain de dégraissage anodique.

#### 4) variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un dispositif électronique destiné à commander la vitesse d'un moteur électrique. Il est constitué principalement d'un convertisseur statique et d'une partie électronique de commande.

##### 4.1) Variation de vitesse des moteurs alternatifs [3]

Dans un moteur à courant alternatif, la vitesse mécanique du rotor est liée à la fréquence du courant au stator. Ce lien mathématique rend possible une commande de la vitesse du rotor par la commande de la fréquence du courant au stator. C'est ce que l'on appelle la condition de synchronisme qui s'exprime différemment selon que l'on considère une machine synchrone ou machine asynchrone :

Pour la machine synchrone, la condition de synchronisme est:

$$n_s = \frac{60f}{p} \quad (\text{I.1})$$

Avec :

$n_s$  : la vitesse de synchronisme en (tr/ mn).

$f$  : La fréquence d'alimentation en hertz (Hz).

$p$  : Nombre de paire de pôle.

Pour la machine asynchrone, la condition de synchronisme est :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} * 100 \quad (\text{I.2})$$

Avec :

$n$  : la vitesse de l'arbre (vitesse réelle) en (tr/ mn).

$g$  : Le glissement en %.

### II.3.2. Groupes de transport : [1]

- **Guides pour les portiques**

Les guides pour les portiques sont des railles composés de deux tubes en acier et une chaîne qui sert de crémaillère. Ces guides sont fixés à des poteaux accrochés aux cuves.

- **Portique (chariot)**

Pour le déplacement des barres d'une cuve à une autre, on emploie des chariots, chaque chariot est construit en acier inoxydable, équipé de deux moteurs, un pour le soulèvement et l'autre pour le déplacement.

L'équipement électrique comprend aussi des fins de course magnétiques pour la montée, la descente et le contrôle de la position des cuves.

L'installation est munie de deux chariots identiques.

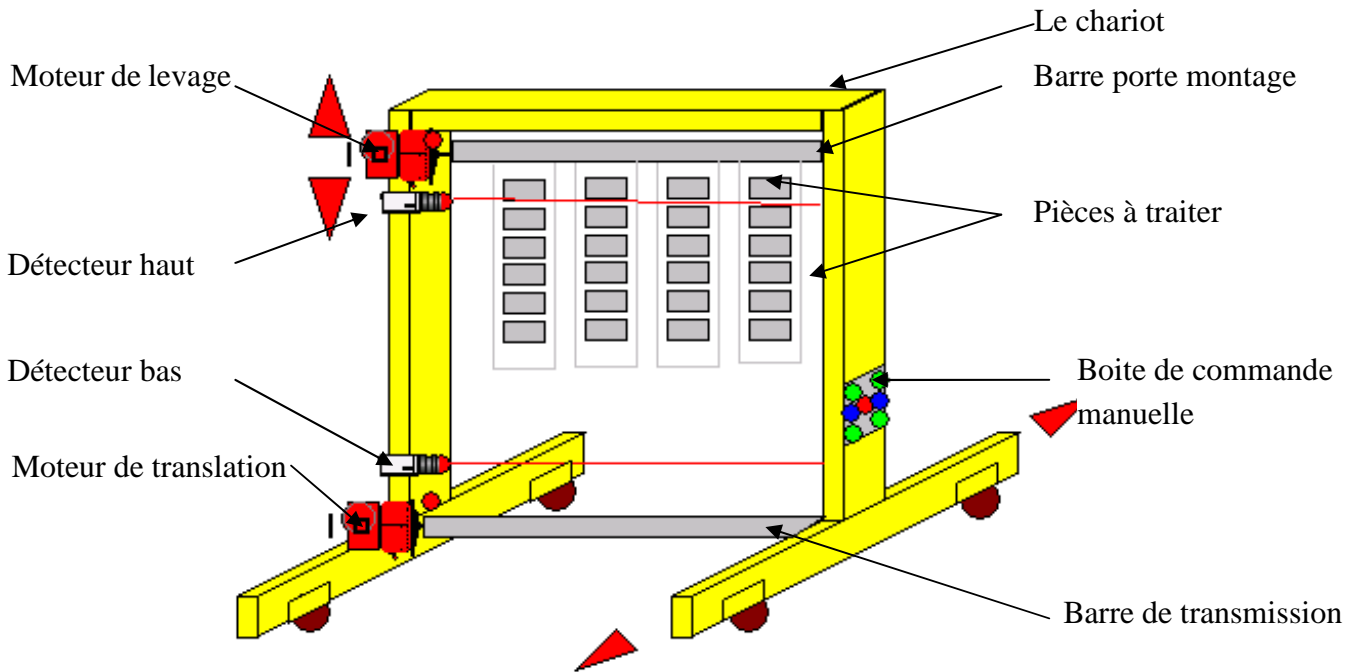


Figure I.3 : Représentation d'un portique.

- **Câble feston**

L'alimentation des moteurs et les portiques est faites avec un câble feston, la longueur du câble feston permet le déplacement du premier portique entre le premier et le quinzième bain et entre le vingtième et le quinzième bain pour le deuxième portique.

- **Cames de contrôles**

Groupe de toutes les cames nécessaires pour l'arrêt des chariots sur les cuves et le comptage des positions. Elles sont fixées aux rails pour rendre le réglage plus facile.

- **Dispositif de sécurité**

Les systèmes de transmission des chariots sont protégés par des carters. Pour chaque mouvement de fin de course, il existe des suretés qui surveillent les dispositifs électriques de contrôle de chariot.

### II.3.3 Barre porte montage

Les barres portes montage sont faites en cuivre, elles sont complétées de crochets pour transport et des guides en bronze pour les appuyer sur les cuves.

### II.3.4 Couvre bord

Ils sont en PVC utilisées pour l'égouttement entre les cuves.

## II.5 Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente, cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisée à des fins de mesure ou de commande. L'information délivrée par le capteur soit logique (deux états), numérique (valeur discrète) ou analogique (dans ce cas il faut un module de conversion analogique- numérique).

On trouve différents types de capteurs :

- capteur actif : il se sur la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à une grandeur physique (courant ou tension), tel que le capteur de position, de température, de vitesse ...
- capteur passif : en fonction de caractère de l'information délivré on parle d'un capteur logique appelée aussi de type TOR.

### II.5.1 Différents types de capteurs utilisés dans la station

#### ➤ Capteur de position

Ce sont des capteurs de contact, l'information donnée par ce type de capteur est de type TOR.

#### ➤ Capteur optique (photoélectrique)

C'est un capteur photoélectrique, il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux, cela provoquera l'amplification d'un signal pour être exploité par la partie commande.

#### ➤ Capteur inductif

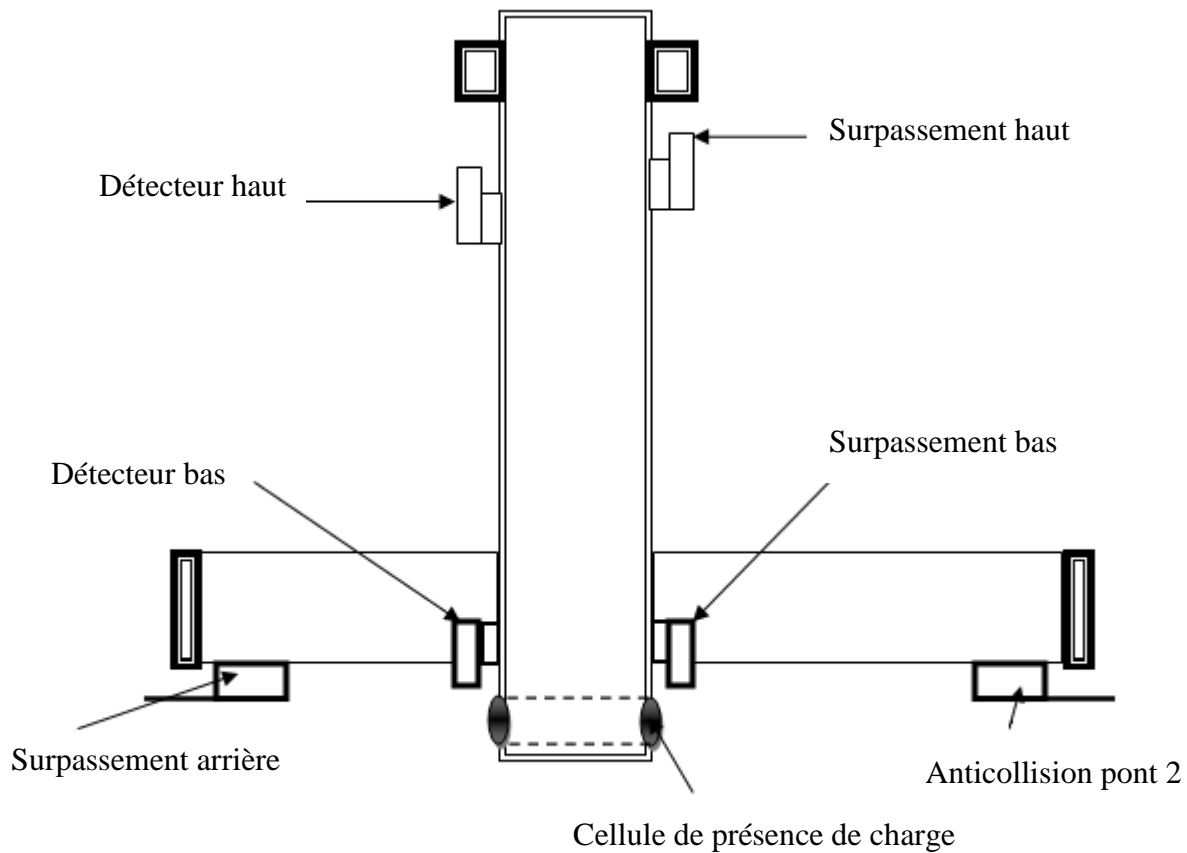
Ces capteurs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré, par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il ya une perturbation de ce champ puis atténuation. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie.

### II.5.2. Les facteurs intervenant dans le choix d'un capteur

Pour choisir correctement un capteur, il faut définir :

- Le type d'événement à détecter ;
- La nature d'événement ;
- l'environnement de l'événement ;
- grandeur d'événement.

Le positionnement des différents capteurs sur l'un des portiques est représenté sur la figure ci dessous :



**Figure I.3 :** positionnement des capteurs.

## II.6. Réseaux auxiliaires :

### ➤ Collecteur pour l'alimentation de l'eau

C'est un long tube en PVC comme pour toutes les lignes. Ce tube est branché aux différentes cuves de rinçage à travers des vannes d'alimentation pour le réglage.

### ➤ Collecteur pour l'eau de refroidissement

Les dispositifs de refroidissement sont connectés aux tubes en série avec l'alimentation de l'eau de rinçage.

### ➤ Collecteur de l'eau de décharge

Le tuyau d'évacuation des eaux de décharge est relié aux cuves et les bacs de trop plein. Le collecteur est fait en tubes de PVC complété de supports et mamelons de jonction, de la tuyauterie de raccordement des vannes, du trop plein.

➤ **Collecteur de l'eau surchauffée**

Le collecteur de l'eau surchauffée est fait de tubes en fer qui sont thermiquement isolés. Les deux lignes (allée et retour), sont fixées aux cuves avec des étriers en acier. Chaque dispositif de chauffage est connecté au collecteur à travers un groupe de réglage pneumatique qui est commandé automatiquement.

➤ **Système d'aspiration**

Le système d'aspiration comprend des ventilateurs, avec des hottes d'aspiration qui sont reliées aux collecteurs.

Pour cette installation on a :

- 2 aspirateurs ;
- 2 collecteurs en PVC avec un diamètre final de 600 mm ;
- 14 jonctions en tube flexible de diamètre 150 mm ;
- 14 jonctions en tube flexible.

➤ **Pompe de filtration**

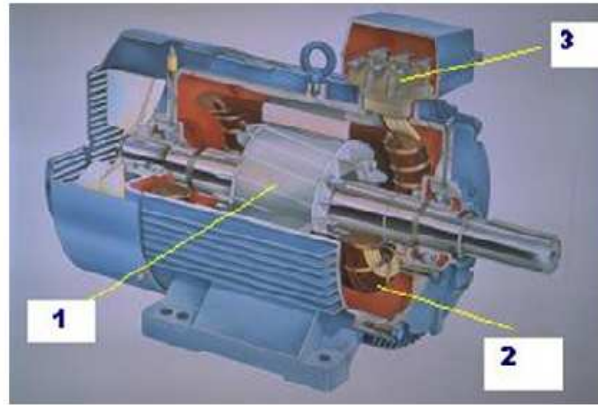
Certains bains ont besoin d'une filtration périodique qu'on effectue avec des pompes. Généralement le débit horaire des pompes est calculé pour le double de la capacité des bains. Pour cette installation on prévoit deux pompes filtre, avec un débit de 1500 l/h pour les bains de zingage.

## **II.7 Moteurs électriques asynchrones**

### **II.7.1 Définition [4]**

La machine asynchrone, de par sa simplicité de conception et d'entretien à la faveur des industriels depuis son invention par **Nicolas Tesla**, quand il découvrit les champs magnétiques tournant engendrés par un système de courant polyphasé.

D'autre part, à la différence du moteur à courant continu où il suffit de faire varier la tension d'alimentation de l'induit pour faire varier la vitesse, le moteur asynchrone nécessite l'utilisation de courants alternatifs de fréquence variable.



- 1 : rotor : circuit magnétique tournant  
 2 : stator : circuit magnétique fixe + 3 enroulements  
 3 : plaque à bornes pour l'alimentation et le couplage

**Figure I.4:** *moteur asynchrone.*

Les moteurs asynchrones triphasés sont des moteurs les plus fréquemment utilisés dans l'industrie. Ils possèdent en effet plusieurs avantages : simplicités, robustesse, pris peu élevé et entretien facile.

### II.7.2 Constitution [5]

Le moteur asynchrone triphasé (moteur à induction) comprend deux parties, le stator (fixe) et le rotor (tournant) :

- Le stator :

Comporte une carcasse en acier renfermant un empilage de tôles identiques qui constitue un cylindre vide, ces tôles sont percées de trous qui forment des encoches dans lesquelles on loge un bobinage triphasé.

- Le rotor :

Se compose d'un cylindre de tôles poinçonnées à leurs périphériques extérieures pour former les encoches destinées à recevoir des conducteurs, il existe deux types de rotor, le rotor bobiné et le rotor à cage d'écureuil :

- Rotor bobiné :

Comprend un bobinage triphasé semblable à celui du stator, placé dans les encoches.

- Rotor à cage d'écureuil : [7]

L'enroulement est remplacé par des barres conductrices en aluminium ou en cuivre réunie à leurs extrémités par des anneaux conducteur formant ainsi une cage d'écureuil.

Les barres sont généralement inclinées d'un pas dentaire pour améliorer ces performances du moteur lors du démarrage. Un tel rotor est très robuste comparé à un rotor bobiné.

De plus, sa construction est particulièrement économique, la cage étant généralement réalisée avec de l'aluminium fondu que l'on coule dans les encoches à l'avance. Les moteurs utilisés dans la station sont à cage.

- Entrefer : est l'espace entre le stator et le rotor, il est d'ordre de 0,4 à 2mm.

### II.7.3 Principe de fonctionnement [6]

Lorsqu'une tension est appliquée à l'enroulement du stator, le courant passe à travers ce dernier, créant un champ magnétique tournant. La vitesse de ce champ magnétique tournant dépend du nombre de pôles du stator et de la fréquence de l'alimentation qu'il reçoit. Cette vitesse est qualifiée de vitesse de synchronisme [Ns]. Le champ magnétique tournant induit une f.e.m. Dans le rotor par induction, étant donné que le rotor est un ensemble fermé de conducteurs, le courant circule à l'intérieur.

### II.7.4 Caractéristiques

Le glissement (**g**) : Le rotor tourne à la vitesse  $\Omega$  plus petite que la vitesse de synchronisme  $\Omega_s$ , on dit que le rotor glisse par rapport aux champs tournants. Ce glissement  $g$  va dépendre de la charge :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} \quad (\text{I.3})$$

Avec :

$$\Omega_s = 2\pi n_s / 60 \text{ en [rd/s].}$$

$$\Omega = 2\pi n / 60 \text{ en [rd/s].}$$

- **Fonctionnement à vide**

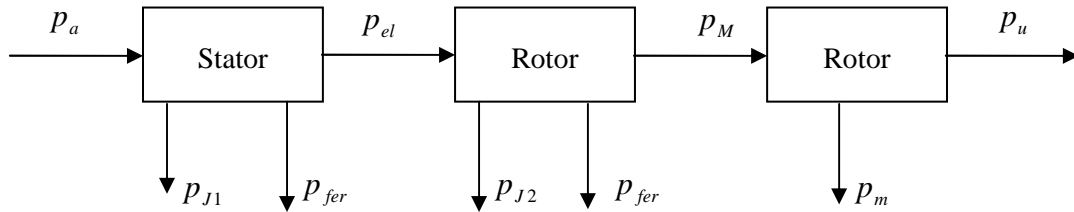
Le glissement est nul et le moteur tourne à la vitesse de synchronisme donc

$$g=0.$$

- **Fonctionnement en charge**

Le moteur fournit de la puissance active.

- Bilan des puissances [7]



**Figure. I.5 :** bilan énergétique.

a) Puissance électrique absorbée :

$$P_a = 3U_1 I_1 \cos \varphi \quad (\text{I.4})$$

$U_1$  : tension de phase du stator.

$I_1$  : courant de phase du stator.

Une partie de cette puissance est dissipée sous forme de chaleur par effet joule à travers les enroulements du stator.

b) Les pertes au stator :

➤ Perte par effet joule :

$$P_{J1} = 3R_1 I_1^2 \quad (\text{I.5})$$

$R_1$  : résistance entre deux bornes du stator.

En plus de ces pertes on a les pertes fer d'où la relation suivante :

$$P_{\text{stator}} = P_{J1} + P_{\text{fer}} \quad (\text{I.6})$$

En diminuant les pertes totales du stator de puissance absorbée, on obtient la puissance électromagnétique disponible à travers l'entrefer :

$$P_{el} = P_a - P_{\text{stator}} \quad (\text{I.7})$$

c) Perte au rotor :

$$P_{J2} = g P_{el} \quad (\text{I.8})$$

d) Puissance mécanique :

$$P_M = P_{el} - P_{J2} \quad (\text{I.9})$$

e) Puissance utile :

$$P_u = P_M - P_m \quad (\text{I.10})$$

➤ Expression du couple :

-couple électromagnétique  $C_{el}$  :

$$C_{el} = P_{el} / \Omega_s \quad (\text{I.11})$$

-couple mécanique  $C_{me}$  :

$$C_{me} = P_M / \Omega \quad (\text{I.12})$$

➤ e rendement :

$$\eta = P_u / P_a \quad (\text{I.13})$$

Notre installation comprend deux moteurs de translation, deux moteurs de levage et quatre agitateurs pour les bains de zingage.

### 1) moteur de translation [1]

Le moteur de translation est un moteur asynchrone triphasé, muni d'un réducteur de vitesse et possède deux sens de rotation.

### 2) moteur de levage

Les moteurs de levage sont des moteurs asynchrones triphasés à double sens de rotation, muni de réducteur de vitesse.

### 3) agitateur

Les agitateurs sont des moteurs asynchrones triphasés, muni de réducteur de vitesse à une seule vitesse de rotation et un seul sens de rotation.

## III. Principe de fonctionnement de station

### ➤ La commande du portique

La commande des portiques est assurée par l'automate programmable, il gère les mouvements des portiques, de translation et de levage. C'est aussi l'automate qui gère les alarmes et les dispositifs de sécurité de la station. Il permet de faire varier le cycle de fonctionnement et modifie le mode de traitement des pièces selon des exigences également.

### III.1 Mouvement de translation

Le mouvement de translation est assuré par le moteur de translation, et pour le contrôle de vitesse des portiques au milieu des bains, car à ce niveau, le moteur ralentit avant qu'il s'arrête, ceci est assuré par le variateur de vitesse.

### III.2 Mouvement de levage

Le mouvement de levage est assuré par le moteur de levage pour la montée et la descente des portiques. Il est commandé par le variateur de vitesse qui assure son ralentissement avant son arrêt, ce moteur fait un arrêt de 3s à la fin de levage avant le démarrage de moteur de translation, cela pour éviter l'égouttement des pièces.

#### ➤ Le temps de cycle

Le cycle de travail des deux portiques est conçu de manière à traiter le maximum de pièces, le temps de cycle est le temps minimum que mettent les portiques pour effectuer des opérations sur les bains. Ce temps est réparti aux différentes étapes d'attente et d'émersion :

- Le temps d'émersion des pièces dans les différents bains, ce temps ne peut être modifié pour raison de qualité (pour le bain de zingage la pièce reste 22mn et 30secondes) ;
- Le temps d'attente des deux portiques pendant le cycle afin d'éviter la collision entre les deux portiques.

Le temps de cycle minimum est de 6minutes et 38 secondes.

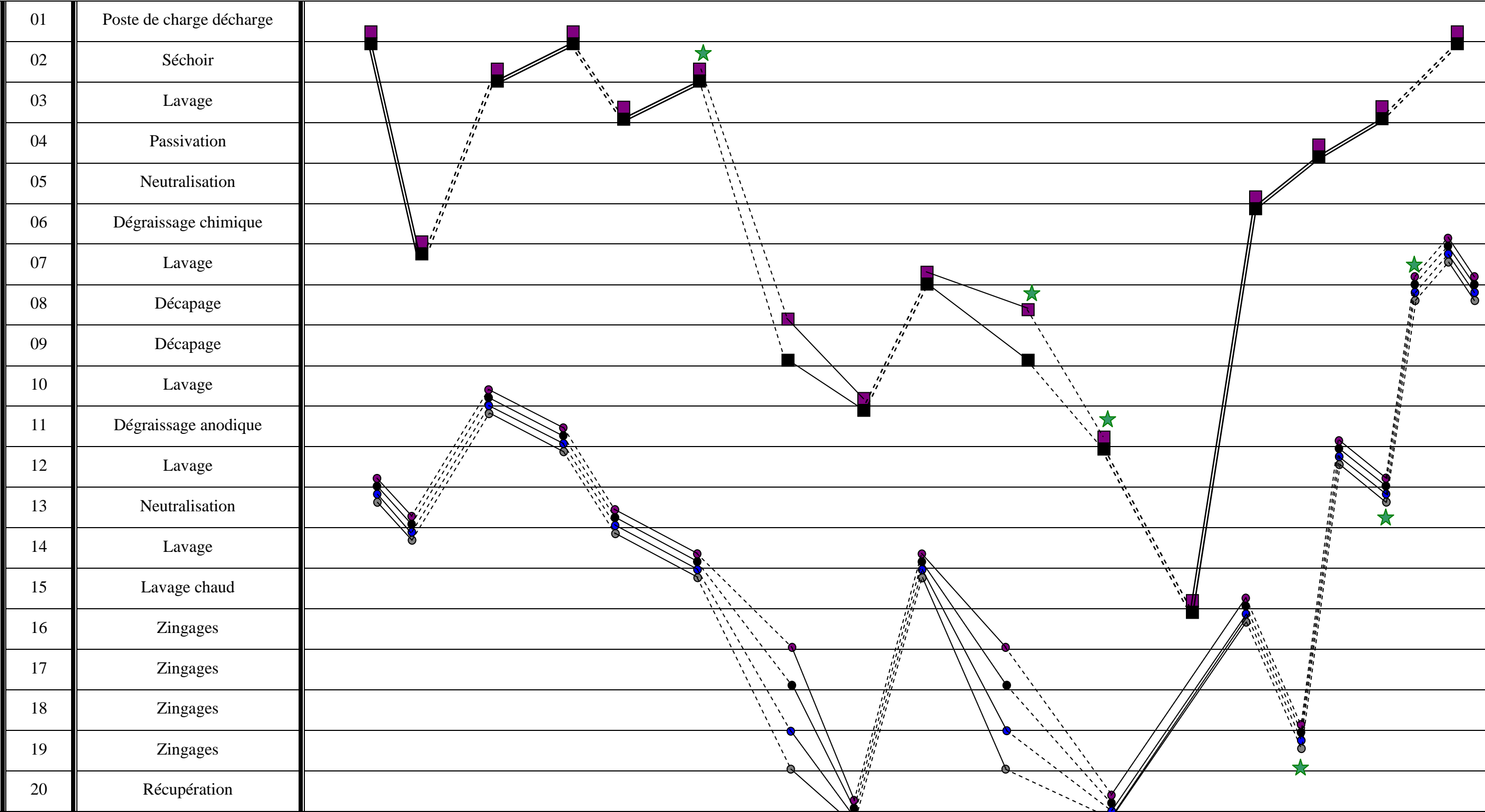
#### ➤ Les étapes à suivre lors de la mise en marche de la station peuvent être citées comme suit :

- le contrôle de position des portiques ;
- la vérification des alarmes ;
- tourner le commutateur en position Auto ;
- validation de la position des ponts ;
- validation des chargements des pièces ;
- activation de démarrage automatique ;
- activation du bouton départ cycle.

### IV. Conclusion :

A travers l'étude que nous avons accompli sur la station, nous a permis de comprendre son principe de fonctionnement ainsi ses différents constituants. Cependant, cette station présente quelques insuffisances au niveau de la commande des moteurs par un seul variateur de vitesse, ainsi que le temps du cycle est jugé lent. Ces insuffisances peuvent être améliorées, ce qui sera l'objet de prochain chapitre.

**DIAGRAMME DE FONCTIONNEMENT DES DEUX PORTIQUES**



■ : Portique1      ——— : Chargé.  
● : Portique2      - - - - - : Vide.  
★ : Attente



# **Chapitre II**

## **Présentation du variateur VLT5000 et automate TSX57203**

## **I. Introduction**

La commande des moteurs électriques par des ensembles de commutation tout ou rien est une solution bien adaptée à l'entraînement d'une grande variété de machine. Mais elle s'accompagne de contraintes qui peuvent s'avérer gênantes pour certaines applications. Aujourd'hui, les variateurs de vitesse électronique suppriment ces inconvénients, et font naturellement partie intégrante de tout type d'installation automatisée. Ce chapitre est consacré à l'étude du variateur VLT 5000, sa programmation et son branchement avec les moteurs, ainsi qu'une présentation générale sur l'automate programmable.

## **II. Principaux types de variateurs [8]**

Un variateur est un convertisseur d'énergie dont le rôle consiste à moduler l'énergie électrique fournie au moteur. Les types de variateur les plus couramment utilisés sont les suivants :

### **II.1 Redresseur contrôlé**

Il fournit, à partir d'un réseau alternatif monophasé ou triphasé, un courant continu avec un contrôle de la valeur moyenne de la tension.

La variation de cette tension est obtenue en modifiant l'angle de retard à l'amorçage des semi-conducteurs de puissance. Ce type de variateur alimente des moteurs à courant continu, la plus souvent à excitation séparée.

### **II.2 Convertisseur de fréquence**

Il fournit, à partir d'un réseau alternatif monophasé ou triphasé à fréquence fixe, une tension alternative de valeur efficace et de fréquence variables selon une loi  $U/f = \text{constante}$ .

### **II.1 Gradateur de tension**

Il fournit, à partir d'un réseau alternatif monophasé ou triphasé, un courant alternatif de fréquence fixe égale à celle du réseau avec un contrôle de la valeur efficace de la tension. La variation de cette tension est obtenue en modifiant l'angle de retard à l'amorçage des semi-conducteurs de puissance.

Il est couramment utilisé comme démarreur progressif pour les moteurs asynchrones à cage standard dans la mesure où un couple de démarrage élevé n'est pas nécessaire, et peut également être employé comme variateur de vitesse pour les moteurs asynchrones à cage résistante ou à bagues.

## **III. Principales fonctions des variateurs de vitesse électroniques**

### **III.1 Accélération contrôlée**

La mise en vitesse du moteur est contrôlée au moyen d'une rampe d'accélération linéaire. Cette rampe est généralement réglable et permet par conséquent de faire varier le temps de mise en vitesse.

### III.2 Variation de vitesse

Un variateur de vitesse peut ne pas être en même temps régulateur. Dans ce cas, c'est un système qui possède une commande avec amplification de puissance, mais de boucle de retour. Il est dit "en boucle ouverte".

La vitesse du moteur est définie par une grandeur d'entrée (tension ou courant) appelée consigne ou référence. Pour une valeur donnée de la consigne, cette vitesse peut varier en fonction des perturbations (variation de la tension d'alimentation, de la charge, de la température).

La plage de vitesse s'exprime en fonction de la vitesse nominale.

### III.3 Régulation de vitesse

Un régulateur de vitesse est un variateur asservi. Il possède un système de commande avec amplification de puissance et une boucle de retour. Il est dit "en boucle fermée".

La vitesse du moteur est définie par une consigne. La valeur de la consigne est en permanence comparée à un signal de retour, image de la vitesse du moteur. Ce signal est généralement délivré par une génératrice tachymétrique ou un générateur d'impulsions monté en bout d'arbre du moteur. Si un écart est détecté suite à une variation de la vitesse, la valeur de la consigne est automatiquement corrigée de façon à ramener la vitesse à sa valeur initiale.

Grâce à la régulation, la vitesse est pratiquement insensible aux perturbations.

La précision d'un régulateur est généralement exprimée en % de la valeur nominale de la grandeur à réguler.

### III.4 Décélération contrôlée

Quand un moteur est mis hors tension, sa décélération est due uniquement au couple résistant de la machine (décélération naturelle). Les variateurs électroniques permettent de contrôler la décélération au moyen d'une rampe linéaire, généralement indépendante de la rampe d'accélération. La rampe peut être réglée de manière à obtenir un temps de passage de vitesse en régime établi à une vitesse intermédiaire ou nulle :

- inférieur au temps de décélération naturelle

Le moteur doit développer un couple résistant qui vient s'ajouter au couple résistant de la machine,

- supérieur au temps de décélération naturelle

Le moteur doit développer un couple moteur inférieur au couple résistant de la machine.

### III.5 Inversion du sens de marche

Elle peut être commandée à vitesse nulle après décélération sans freinage électrique, ou avec freinage électrique pour obtenir une décélération et une inversion rapides.

### III.6 Protections intégrées

Les variateurs modernes assurent en général la protection thermique des moteurs et leurs propres protections. A partir de la mesure du courant, un microprocesseur calcule l'élévation de la température du moteur et fournit un signal d'alarme ou de déclenchement en cas d'échauffement excessif.

Les variateurs, et notamment les convertisseurs de fréquence, sont d'autre part fréquemment équipés de protections contre :

- les courts-circuits entre phases et entre phase et terre,
- les surtensions et les chutes de tension,
- les déséquilibres de phases,
- la marche en monophasé.

#### **IV. Constitution**

Les variateurs de vitesse électroniques sont composés de deux modules généralement regroupés dans une même enveloppe :

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

##### **IV.1 Le module de contrôle**

Sur les variateurs modernes, toutes les fonctions sont commandées par un microprocesseur qui exploite les réglages, les ordres transmis par un opérateur ou par une unité de traitement, et les résultats de mesures comme la vitesse, le courant etc. A partir de ces informations, le microprocesseur gère l'allumage des composants de puissance, les rampes d'accélération et de décélération, l'asservissement de vitesse, la limitation de courant, les protections et sécurités.

Les réglages (consignes de vitesse, rampes, limitation de courant...) se font, suivant les produits, par potentiomètres, par claviers, à partir d'automates ou de PC par l'intermédiaire d'une liaison série.

Les ordres (marche, arrêt, freinage...) peuvent être donnés par des interfaces de dialogue homme/machine, des automates programmables, des PC...

Les paramètres de fonctionnement et les informations d'alarme et de défauts peuvent être visualisées sur les voyants, des diodes électroluminescentes, des afficheurs 7 segments ou à cristaux liquides, des écrans vidéo...

Des relais souvent affectables donnent des informations de :

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

L'ensemble des circuits de mesure et de contrôle.

##### **IV.2 Le module de puissance**

Le module de puissance est principalement constitué de :

- composants de puissance ;
- interfaces de tension et/ou courant ;
- sur les gros calibres, un ensemble de ventilation.

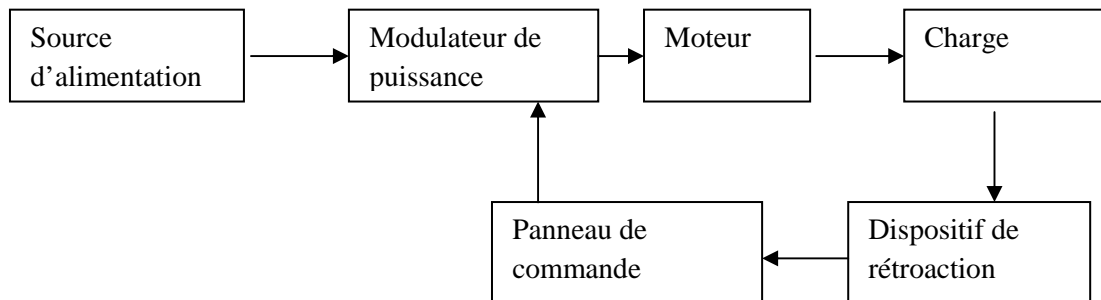
Les composants de puissance sont des semi-conducteurs (diode, transistor, thyristor...) fonctionnant en tout ou rien, dont comparables à des interrupteurs statiques pouvant prendre les deux états passant ou bloqué.

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

### V. Principe de fonctionnement des variateurs de vitesse [6]

Tout variateur de vitesse est constitué d'un moteur, d'un dispositif de réglage, d'un détecteur et d'un panneau de commande.

Le schéma fonctionnel d'un variateur de vitesse :



**Figure II.1** : schéma fonctionnel d'un variateur de vitesse.

Le dispositif de réglage module de puissance partant de la source vers le moteur. La consigne de vitesse peut être augmenté ou diminué à l'aide du panneau de commande. Un dispositif de rétroaction transmet à l'entraînement des informations sur la vitesse réelle, le couple et la puissance, ainsi que la direction du moteur et de la machine. Le modulateur de puissance peut être utilisé en combinaison avec d'autres dispositifs dans certaines applications.

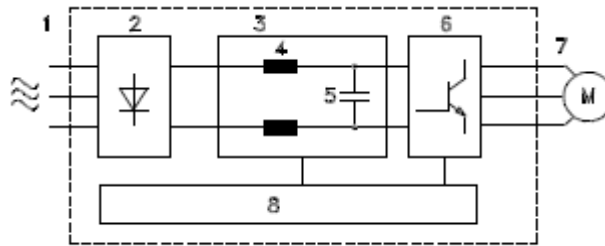
### VI. Convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone

Pour disposer d'un couple quel que soit la vitesse, il est nécessaire de maintenir le flux constant. Ceci nécessite que la tension et la fréquence évoluent simultanément et dans les mêmes proportions.

Le convertisseur de fréquence, alimenté à tension et fréquence fixes par le réseau, assure au moteur, en fonction des exigences de vitesse, son alimentation en courant alternatif à tension et fréquence variables.

Le circuit de puissance est constitué par un redresseur et un onduleur qui, à partir de la tension redressée, produit une tension d'amplitude et fréquence variables.

- le redresseur permet d'obtenir un courant continu à partir d'un courant alternatif ;
- L'onduleur (à modulation de largeur d'impulsion MLI) utilise six transistors, permet de créer un système triphasé de tension alternative dont on pourra faire varier la valeur efficace et la fréquence.



**Figure II.2 :** Schéma d'un variateur de vitesse

### 1. Tension de secteur

Il est alimenté par une tension alternative triphasée : de 220V, 50Hz.

### 2. Redresseur

Un pont redresseur (pont de diodes) redresse la tension alternative en tension continue.

### 3. Circuit intermédiaire

Il limite la perturbation envoyée par l'entrée.

### 5. Condensateur du circuit intermédiaire

Utilisé pour le lissage de la tension intermédiaire.

### 6. Onduleur

Pont d'onduleur (pont de transistors) convertit la tension continue en tension alternative de fréquence variable.

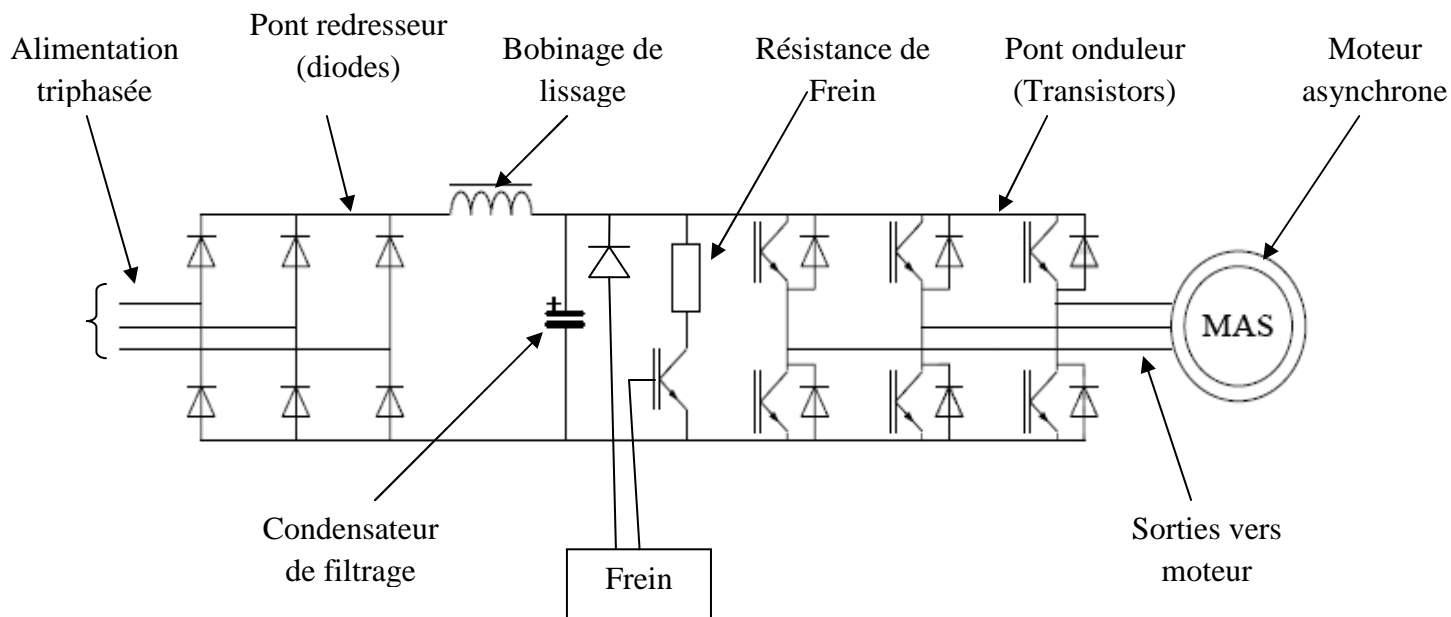
### 7. Tension de moteur (sortie)

Tension alternative variable dépend de la tension d'alimentation de 0 à 100% de la tension d'alimentation et la fréquence variable de ]0 132Hz].

### 8. Carte de commande

Dispositif de commande par microprocesseur du variateur de vitesse avec génération du profil d'impulsions par lequel la tension continue est convertie en tension alternative et de fréquence variable.

La représentation interne d'un variateur de vitesse est représentée sur la figure suivante :

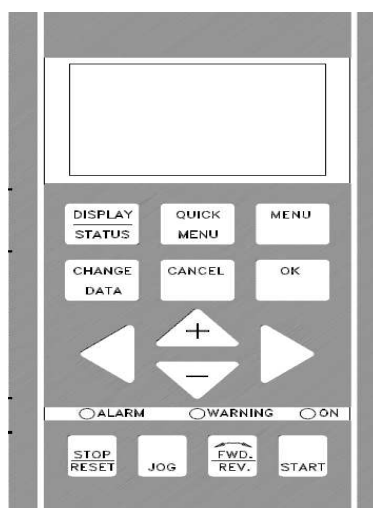


**Figure II.3 :** Schéma interne d'un variateur de vitesse

### VII. Principe de fonctionnement du VLT 5000 [9]

Le VLT 5000 est doté d'un système de contrôle de l'onduleur appelé VVC (Voltage Vector Control = la commande vectorielle de tension). Le VVC commande un moteur asynchrone en délivrant une fréquence variable avec une tension correspondante. En modifiant la charge du moteur, sa magnétisation et sa vitesse sont également modifiées.

### VIII. Panneau de commande



**Figure II.4 :** Panneau de commande

Le panneau de commande est situé en face avant du VLT 5000. Il peut être installé à une distance maximale de 3 mètres du variateur.

Les fonctions du panneau de commande sont réparties en trois groupes :

- L'afficheur.
- Les touches de programmation.
- Les touches de commande en mode local.

L'afficheur comporte quatre lignes .en cours de fonctionnement il peut indiquer quatre variables d'exploitation et trois états de fonctionnement.

Pendant la programmation, toutes les informations nécessaires à la configuration rapide et efficace des paramètres du variateur sont affichées.

Trois témoins indiquant respectivement le variateur sous tension, l'avertissement et l'alarme complète l'écran d'affichage.

Tout les paramètres peuvent être modifiés avec le panneau de commande sauf si le paramètre 018 est réglé sur verrouillé.

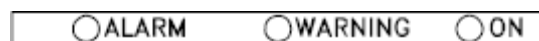
### VIII.1 Panneau de commande –affichage

L'écran d'affichage est un écran retro-éclairé comportant au total quatre lignes alphanumériques et une indication du sens de rotation (flèche), le processus en cours ainsi que le processus éventuellement en cours de programmation.

- 1<sup>ère</sup> ligne : affiche en continu jusqu'à trois variables d'exploitation en fonctionnement normal ou un texte qui explique la deuxième ligne.
- 2<sup>ème</sup> ligne : affiche en continu la valeur et le nom d'une variable d'exploitation (sauf en cas d'avertissement ou d'alarme)
- 3<sup>ème</sup> ligne : est vide, est utilisée en mode menu pour afficher le numéro et le nom soit du groupe ou du paramètre sélectionné ;
- 4<sup>ème</sup> ligne : utilisée en fonctionnement normal pour afficher un texte d'état ou en mode de changement de données pour afficher l'état ou la valeur du paramètre choisi.

Une flèche indique le sens de rotation du moteur.

### VIII.2 Panneau de commande –voyant d'indication LED



**Figure II.5 :** *Voyant d'indication.*

En bas du panneau de commande se trouvent un voyant rouge (alarme), un voyant jaune (avertissement), et un voyant vert (tension).

En cas de dépassement de certaines valeurs limites, le voyant d'alarme et ou d'avertissement s'allument et un texte d'état et d'alarme s'affiche sur le panneau de commande.

Le voyant d'indication (LED) de tension est activé lorsque le variateur de fréquence est sous tension ou relié à une alimentation 24 V extrême avec le rétro-éclairage de l'écran d'affichage allumé.

### VIII.3 Panneau de commande – touches de commande

Les touches de commandes sont réparties selon leur fonction. Ainsi, les touches comprises entre l'écran d'affichage et témoins sont utilisées pour le paramétrage et le choix de l'indication de l'afficheur en fonctionnement normal.

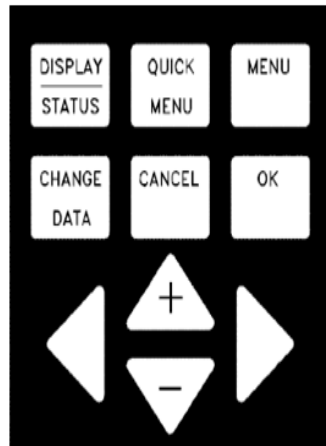


Figure II.6 : Les touches de commande

Les touches de commandes en mode local sont placées sous les voyants.



Figure II.7 : Les touches de commande en mode local.

### VIII.4 Configuration des paramètres

Le domaine de travail très diversifié d'un variateur de vitesse est obtenu par grand nombre de paramètres qui permettent d'adapter la fonctionnalité à une utilisation spécifique. Afin d'offrir une meilleure vue d'ensemble de nombreux paramètres, il est possible de choisir entre deux modes de programmation : un mode menu et un mode menu rapide. Le premier mode donne accès à l'ensemble des paramètres. Avec le second, l'utilisateur parcourt l'ensemble des paramètres essentiels et nécessaires à la mise en œuvre du variateur de vitesse pour

s'adapter à la plupart des cas. Quelque soit le mode de programmation choisi, la modification d'un paramètre dans un mode est automatiquement visible aussi bien en mode menu qu'en mode menu rapide.

### VIII.5 Structure du mode menu comparé au mode menu rapide

Chaque paramètre a un nom et un numéro qui restent les mêmes dans les deux modes de programmation.

En mode menu, les paramètres sont repartis en groupe, le premier chiffre du numéro des paramètres (en partant de la gauche) indique le numéro du groupe de paramètres concerné.

- La touche [QUICK MENU] permet d'accéder aux paramètres les plus importants du variateur. Après la programmation, le variateur est dans la plupart des cas, près on fonctionnement. Il est possible de parcourir le menu rapide à l'aide des touches [+ /-] et de modifier les valeurs des données en appuyant sur [CHANGE DATA] + [OK].
- Le mode menu permet de choisir et de modifier l'ensemble des paramètres. Certains paramètres sont cependant "condamnés" en fonction du choix effectué dans le paramètre 100 configuration.

## IX. Installation électrique : câble du moteur

Afin de respecter les spécifications CEM en matière d'émission, le câble du moteur doit être blindé sauf indication contraire pour le filtre RFI concerné. Il est capital d'utiliser un câble moteur aussi court que possible pour réduire au strict minimum le niveau d'interférences et les courants de fuite.

Le blindage du câble du moteur doit être raccordé au boîtier métallique du variateur de vitesse et à celui du moteur. Le raccordement des blindages doit être effectué sur une surface aussi grande que possible. Les différents dispositifs de montage des variateurs de vitesse le permettent. Il convient d'éviter des extrémités de blindage tressé car elles détériorent l'effet de blindage aux fréquences élevée ; si le montage d'un disjoncteur ou de relais moteur impose une telle interruption, continuer le blindage en adoptant une impédance HF aussi faible que possible.

En augmentant la section du câble, la capacité, et donc le courant de fuite, augmente d'où la nécessité de réduire la longueur du câble.

### IX.1 Branchement du moteur

Le VLT 5000 permettent d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés.

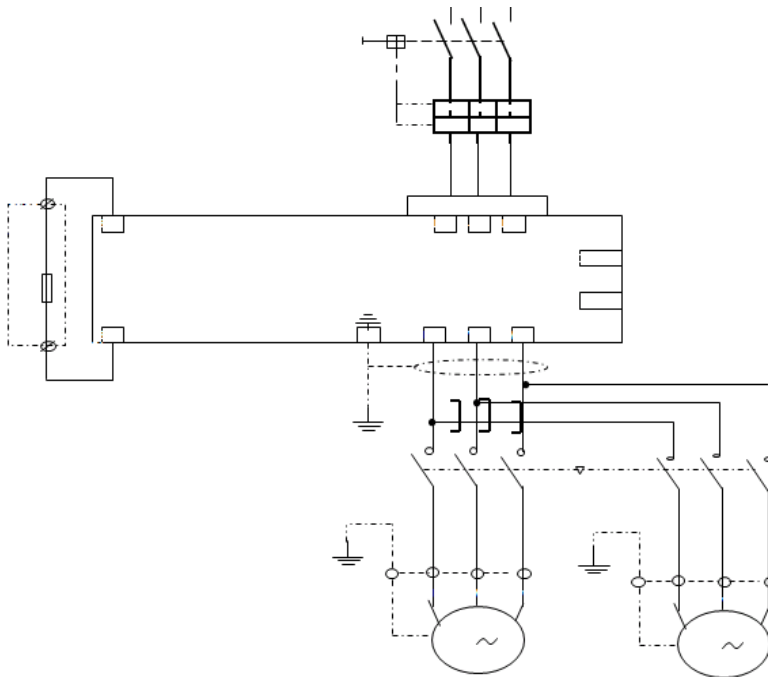


Figure II.8 : Schéma de couplage du moteur.

Les moteurs de petite taille sont généralement montés en étoile (200/400, D/Y).

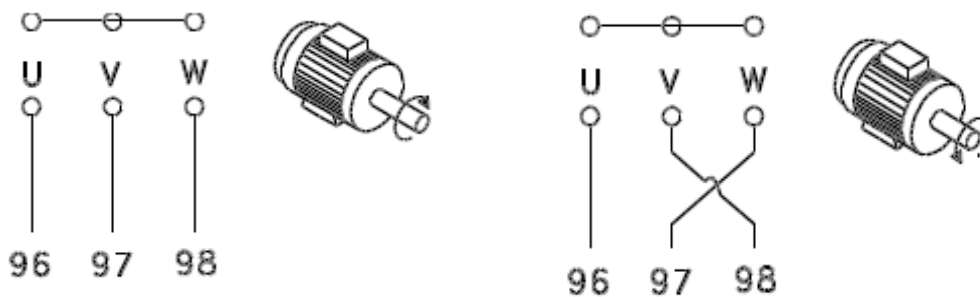
Les moteurs de grande taille sont montés en triangle (400/690, D/Y)

Le schéma de branchement du moteur au variateur est représenté sur la figure suivante :



**Figure II. 9 :** Schéma de branchement du moteur au variateur.

### IX.2 Sens de rotation du moteur



**Figure II.10 :** Schéma du sens de rotation du moteur

Le réglage effectué en usine correspondant à une rotation dans le sens horaire quand la sortie du variateur de fréquence est raccordée comme suit :

- Borne 96 relié à la phase U ;
- Borne 97 relié à la phase V ;
- Borne 98 relié à la phase W.

Le sens de rotation du moteur peut être modifié par inversion de deux phases du côté moteur.

### IX.3 Montage des moteurs en parallèle

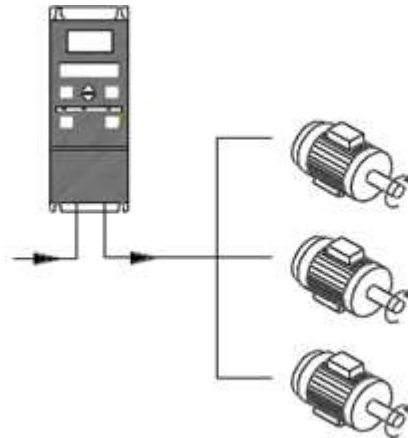


Figure II.11 : Schéma de montage des moteurs en parallèle

Le variateur de vitesse peut commander plusieurs moteurs montés en parallèle. Si les vitesses de rotation des moteurs doivent être différentes, il est nécessaire d'installer des moteurs de vitesse nominale différente.

Les vitesses des moteurs peuvent varier simultanément et le rapport entre la vitesse nominale est maintenu sur toute la plage.

La valeur du courant total consommé par les moteurs ne doit dépasser la valeur maximale du courant de sortie nominal en continu ( $I_{VLT,N}$ ) du variateur de vitesse.

Si les tailles des moteurs sont très différentes, le fonctionnement peut être perturbé au démarrage et à faible vitesse.

Dans les systèmes comportant des moteurs montés en parallèle, la protection thermique interne n'est pas utilisable. Il est donc nécessaire d'équiper les moteurs d'un dispositif de protection supplémentaire, tel que des relais thermiques convenant à l'utilisation du variateur de vitesse.

### X. Installation électrique : câble de commande

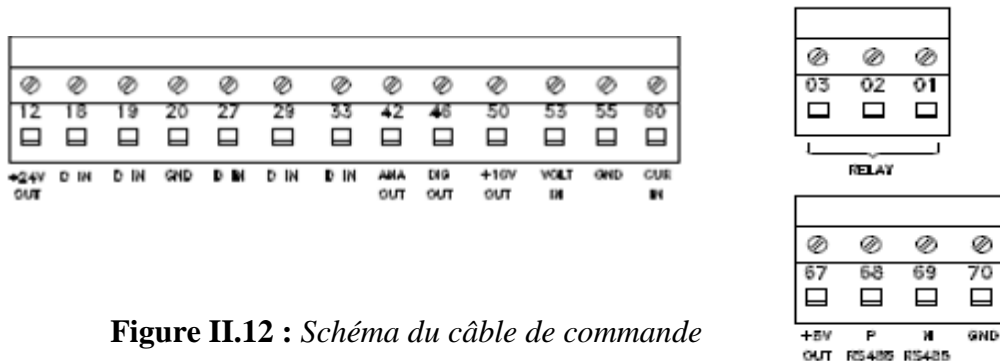


Figure II.12 : Schéma du câble de commande

Les câbles de commande doivent être blindés, le blindage doit être relié au châssis variateur de vitesse à l'aide d'étriers. Normalement, le blindage doit être également relié au châssis de

l'appareil de commande, en présence de câble de commande très long et de signaux analogiques, dans de rares cas, en fonction de l'installation, des boucles de mise à la terre de 50Hz peuvent se produire en raison de communication de bruit des câbles d'alimentation. Il peut alors être nécessaire de rompre le blindage et éventuellement d'insérer un condensateur 100nF entre le blindage et le châssis.

### **X.1 Commande de frein mécanique**

Dans les applications de levage / abaissement, il est nécessaire de pouvoir commander un frein électromécanique.

Pour commander le frein, il faut utiliser une sortie de relais (borne 01à04) ; la sortie doit rester fermée (hors circuit) pendant tout le temps où le variateur de vitesse n'est pas capable de maintenir le moteur, par exemple à cause d'une charge trop importante. Le paramètre 323 ou 326 (sorties de relais 01,04) sélectionner la commande de frein mécanique [32] ou la commande de frein étendue [34] pour les applications avec frein électromécanique.

Dans une situation où le variateur de vitesse est en tant d'alarme ou en cas de surtension ou de dépassement de limite de courant, le frein mécanique est immédiatement mis en circuit.

### **X.2 Programmation**

Le variateur de vitesse est programmé sur le panneau de commande en suivant les étapes ci-dessous :

Appuyer sur la touche [QUICK MENU]. Le menu rapide apparaît sur l'affichage .les paramètres sont choisis au moyen de curseur haut et du curseur bas ;

Appuyer sur la touche [CHANGE DATA] pour modifier la valeur du paramètre, les valeurs de données sont modifiées en utilisant le curseur haut et le curseur bas. Appuyer sur [OK] pour mémoriser le réglage du paramètre ;

Définir la langue désiré dans le paramètre 001, on a six possibilité : Anglais, Allemand, Français, Danois, Espagnol et Italien ;

Définir les paramètres du moteur selon la plaque du moteur :

- Puissance du moteur : paramètre 102.
- Tension du moteur : paramètre 103.
- Fréquence du moteur : parametre104.
- Courant du moteur : paramètre 105.
- Vitesse du moteur : parametre106

Définir la plage de fréquence et le temps de rampe :

- Référence min : paramètre 204.
- Référence max : paramètre 206.
- temps de montée de la rampe : paramètre 207.
- temps de descente de la rampe : parametre208

Définir le site de fonctionnement : paramètre 002 en mode local.

### X.3 Démarrage du moteur

Appuyer sur la touche [START] pour démarrer le moteur. Définir la vitesse du moteur au paramètre003. Vérifier si le sens de rotation est celui indiqué dans l'affichage ; il peut être modifié par échange de deux phases du câble ;

Appuyer sur la touche [STOP] pour arrêter le moteur ;

Choisir l'adaptation automatique du moteur (AMA) ou réduite au parametre107 ;

Appuyer sur la touche [START] pour démarrer l'adaptation automatique du moteur (AMA) ;

Appuyer sur la touche [DISIPLYSTATUS] pour quitter le menu.

## XI. Définition d'un automate programmable industriel [8]

Un automate programmable est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme et s'apparente par conséquent aux machines de traitement de l'information.

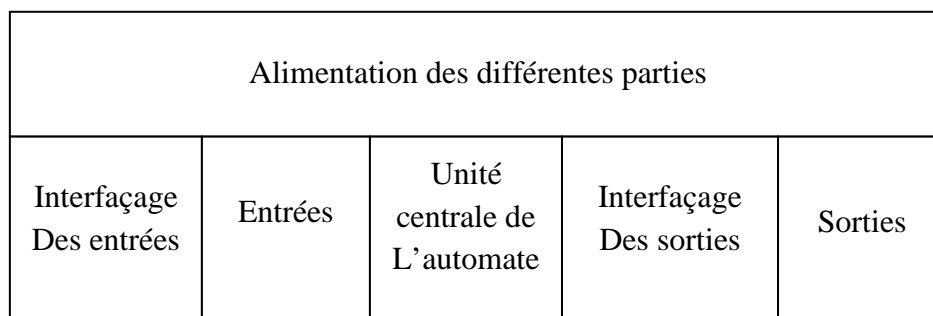
## XII. Objectifs à atteindre [8]

La vocation d'un automate programmable est d'être un outil proche de l'utilisateur, il doit donc accomplir des fonctions telles que :

- Le dialogue avec l'opérateur ;
- Le traitement des informations ;
- La liaison avec la partie opérative.

## XIII. Structure de base

La structure de base d'un automate programmable repose sur ces éléments fonctionnels principaux : l'unité centrale, l'interface d'entrée/sorties, les entrées/sortie, la console. La liaison électrique entre ces éléments est réalisée par un bus. Un bloc d'alimentation fournit les tensions nécessaires au fonctionnement de l'ensemble.



**Figure II.13 :** Structure matérielle d'un API

### XIII.1 L'alimentation

L'API est alimentée à partir du réseau alternatif (220), la CPU (processeur) et tous les autres composants utilisent une tension continue de 24V. Le module d'alimentation convertit la tension du réseau en tension de service.

### XIII.2 L'unité centrale

Elle s'occupe de la gestion et du contrôle.

Elle est constituée d'un micro processeur, d'une unité arithmétique et logique, des registres et des mémoires et d'un bus de communication.

#### XIII.2.1 Le processeur

Le processeur, ou unité centrale (UC), a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties ;
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement ;
- Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

#### XIII.2.2 Mémoire utilisateur [8] [10]

Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi des données qui peuvent être :

- Des informations susceptibles d'évoluer en cours de fonctionnement de l'application, C'est le cas par exemple des résultats de traitement effectués par le processeur et rangés dans l'attente d'une utilisation ultérieure. Ces données sont appelées variable interne, ou mots internes ;
- Des informations qui n'évoluent pas en cours de fonctionnement, mais qui peuvent en cas de besoin être modifiées par l'utilisateur : textes à afficher, valeurs de présélection..., ce sont les mots constants ;
- Les mémoires d'états des entrées/sorties, mises à jour par le processeur à chaque tour de scrutation du programme.

L'élément de base de la mémoire est le bit (abréviation en anglais (binary digit) du chiffre binaire) qui peut prendre les deux états logiques 0 et 1. Les bits sont regroupés en mots (16 bits) et en octets (8 bits), identifiés chacun par une adresse.

Technologie des mémoires :

- RAM (Random Acces Memory) : mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer (contient le programme) ;
- ROM (Read Only Memory) : mémoire morte accessible uniquement en lecture ;
- EPROM : mémoire morte reprogrammable effacement aux rayons ultraviolets ;
- EEPROM : mémoire morte reprogrammable effacement électrique.

### XIII.3 Le Bus [8]

Le bus est un ensemble de conducteurs qui réalisent la liaison entre les différents de l'automate. Dans un automate modulaire, il se présente sous forme d'un circuit imprimé situé

en fond de bac et supporte des connecteurs sur lesquels viennent s'enficher les différents modules : processeur, extension mémoire, interfaces et coupleurs.

Il est organisé en plusieurs sous-ensembles destinés chacun à véhiculer un type bien défini d'informations :

- Bus de données pour les signaux d'entrées/sorties ;
- Bus d'adresses des entrées/sorties ;
- Bus de commande pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges... etc.
- Bus de distribution des tensions issues du bloc d'alimentation.

#### **XIII.4 Les interfaces d'entrées/sorties [10]**

- Les entrées : ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs. Elles peuvent être logique (T.O.R), analogiques, ou numériques.
- Les sorties : ce sont des circuits spécialisés capables de commander en toute sécurité pour l'automate les circuits extérieurs. Elle peuvent être logiques (T.O.R), analogiques, ou numériques.
- Interfaçage des entrées/sorties : ce sont des circuits chargés d'adapter en tension et en courant les signaux entre l'unité centrale et les entrées/sorties.

##### **XIII.4.1 Interfaces d'entrées**

Elles sont destinées à :

- Recevoir l'information en provenance des capteurs,
- Traiter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

##### **XIII.4.2 Interface de sorties**

Elles sont destinées à :

- Commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système
- Adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.

#### **XIII.5 La console de programmation [11]**

Permet d'écrire et de modifier le programme. Elle peut être soit un PC soit un clavier spécial muni d'un afficheur.

#### **XIII.6 Fonctionnement d'un automate programmable industriel [10]**

- L'automate lit en permanence et à grande vitesse les instructions du programme dans la mémoire.
- Selon la modification des entrées, il réalise les opérations logiques entre les informations d'entrées et de sorties,
- Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10 ms. Ce temps est très inférieur au temps d'évolution d'une séquence.

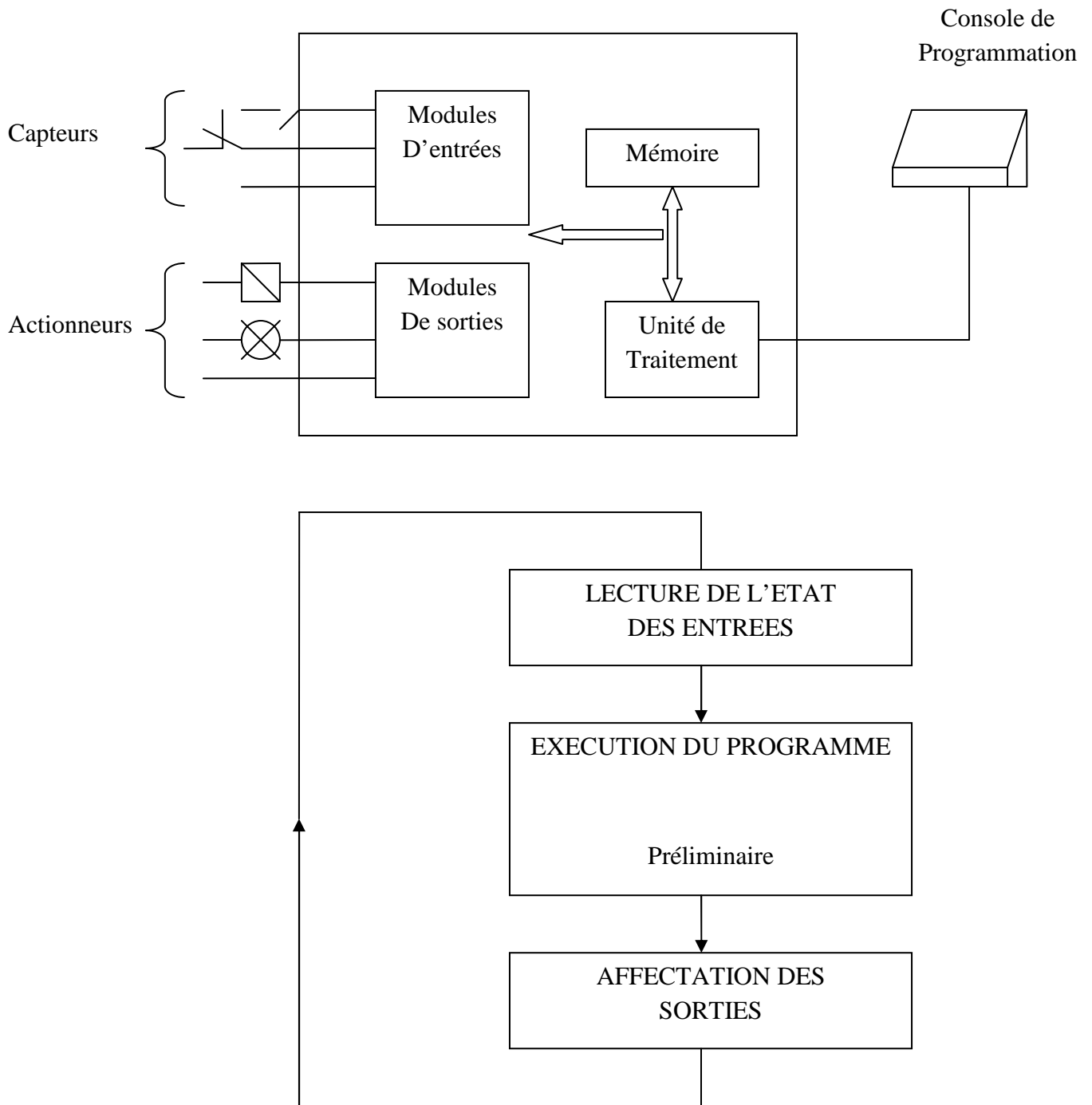


Figure II.14 : Schéma de fonctionnement d'un automate industriel

A partir d'un problème d'automatisme donné, dans lequel on a défini les commandes, les capteurs et le processus à réaliser, il faut :

- Etablir le GRAFCET (ou l'organigramme, le schéma à contact, logigramme, équations logiques...);
- Ecrire le programme (écriture des instructions) ;

Rentrer le programme à l'aide de la console de programmation ;

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

### IXV. Présentation de l'automate TSX 57203 [12]

La station de zingage est équipée d'un automate TSX 57203 avec une large gamme de processeurs qui sont intégrables sur racks TSX RKY.

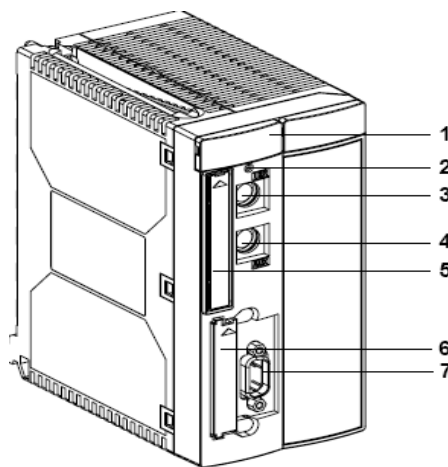
Les processeurs TSX gèrent l'ensemble d'une station automate constituée de :

- Modules d'entrées/sorties ;
- Modules analogiques ;
- Modules métier (comptage, commande, communication).

Chaque processeur intègre :

- Une mémoire RAM interne sauvegardée qui peut recevoir le programme application et qui peut être étendue par une carte d'extension mémoire PCMCIA (RAM ou FLASH EPROM) ;
- Un horodateur ;
- 2 prises terminal (TER et AUX) ;
- Un emplacement pour une carte de communication PCMCIA ;
- Une liaison FIPIO ;
- Une liaison Ethernet.

Description physique des processeurs TSX 57203



**Figure II.15 :** Processeur TSX 57203

1. Bloc de visualisation comprenant 4 ou 5 voyants selon modèle (RUN, ERR, I/O, TER).
2. Bouton RESET à pointe de crayon provoquant un démarrage à froid de l'automate.
3. Prise terminal TER permettent le raccordement d'un périphérique autoalimenté ou non.
4. Prise de dialogue opérateur AUX permettent le raccordement d'un périphérique autoalimenté.
5. Emplacement pour carte d'extension mémoire au format PCMCIA type 1.
6. Emplacement pour carte de communication au format PCMCIA type 3 pour raccordement au processeur d'une voie de communication.
7. Connecteur SUB D 9 points pour raccordement du bus FIPIO maître.
8. Connecteur RJ 45 pour raccordement au réseau Ethernet.
9. Bloc de visualisation de l'ETYPORT comprenant 6 voyants :
  - voyants RUN (vert),
  - ERR (rouge) ;
  - COL (rouge) ;
  - STS (jaune) ;
  - TX (jaune) ;
  - RX (jaune).

**Rappel catalogue**

Rack TSX RKY 12EX : 8

Rack TSX RKY 4 EX/6EX/8EX : 16

Emplacement modules : 87[111]

E/S analogiques en rack : 80

Voies métier : 24

Boucle de régulation : 30

Mémoire interne : 48 (K mot)

Extension mémoire : 160 (K mot)

L'emplacement des modules du l'automate TSX 57203 est comme suit :

87 emplacements avec 8 racks TSXRKY 12 EX,

111 emplacements avec 16 racks TSXRKY 4EX/6EX/8EX

**XV. Conclusion**

Grâce aux progrès réalisés en électronique de puissance, il est possible de contrôler non seulement la vitesse, mais également le couple des moteurs asynchrone, les variateurs de vitesse peuvent satisfaire à toute les exigence des performances des applications. Dans ce chapitre, nous avons fait une étude bien détaillée sur le variateur utilisé dans l'installation, et on a décrit les principales composantes d'un système automatisé.

Pour choisir un automate le plus adapté au bon fonctionnement du système automatisé, il est nécessaire de modéliser le système, le grafcet est un moyen de le faire, c'est ce que nous allons présenté dans le chapitre suivant.





# **Chapitre III**

## **Modélisation de l'installation de traitement de surface**

## I. Introduction

La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier des charges (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur qui propose des solutions. Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème, d'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi l'ADEPA (Agence pour Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) a créé le **GRAFCET**.

## II. Définition du GRAFCET [13]

Le GRAFCET (**G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

## III. Niveaux d'un GRAFCET [13] [14]

### III.1 Niveau 1

Appelé aussi le niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et des actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée, les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, nous associons le verbe à l'infinitif pour les actions.

### III.2 Niveau 2

Appelé aussi le niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détail de la technologie des actionneurs des prés actionneurs et des capteurs. La présentation des actions et des réceptivités est décrite en abréviation, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

## IV. Etapes et actions associées

### IV.1 Etape initiale

L'étape initiale se représente en doublant le cadre de l'étape.

### IV.2 L'étape

- L'étape correspond à une situation élémentaire ayant un comportement stable : pendant une étape, les organes de commande et les capteurs ne changent pas d'état.
- L'étape se représente par un carré repéré par un nombre, placé de préférence dans la moitié supérieure.



Etape



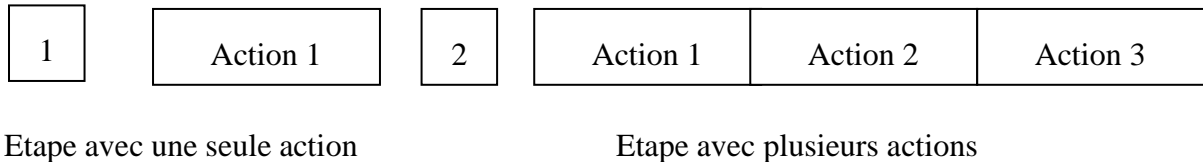
Etape initiale



Etape active

### IV.3 Actions associées à l'étape

- On précise pour chaque étape les actions à effectuer et leur enchaînement lorsque l'étape est active ;
- Les actions à effectuer sont décrites de façon littérale ou symbolique, à l'intérieur d'un ou plusieurs rectangles de dimension quelconque reliés à la partie droite de l'étape ;
- Les actions peuvent être de nature diverse :

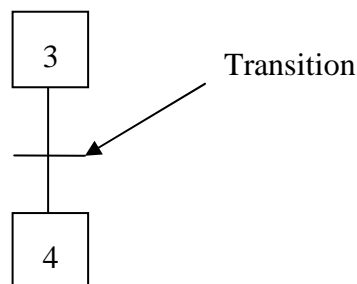


**FigureIII.1 : Les actions**

### IV.4 La transition

Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens vrai ou faux), sans notion de durée. La condition est définie par une réceptivité qui est généralement une expression booléenne (c à d avec des ET et des OU) de l'état des capteurs.

On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison verticale.



**FigureIII.2 : Les transitions**

### IV.5 Réceptivité [11]

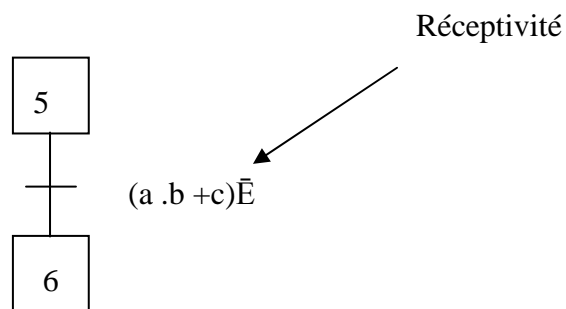
C'est la condition de transition associée à la transition.

La réceptivité ne peut avoir que deux états : elle est soit vraie (état 1) soit fausse (état 0).

L'expression logique de la réceptivité s'écrit à droite de la barre de transition.

La réceptivité regroupe des informations d'origines diverses :

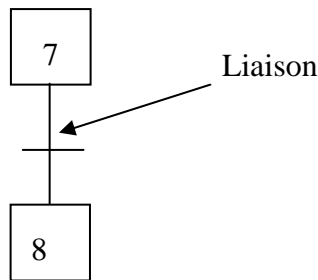
- Par l'opérateur à partir du pupitre de commande où sont disposés :
  - Des boutons poussoirs ;
  - Des interrupteurs ;
  - Des sélecteurs de mode de marche ;
  - Un bouton « coup de poing » d'arrêt d'urgence ;
  - Des claviers de terminaux, etc.....
  
- Par la machine ou par l'installation où sont positionnés :
  - Des capteurs fins de course (interrupteurs de position),
  - Des détecteurs de présence (détecteur de proximité),
  - Des détecteurs de phénomènes physiques (pression, température, etc.....)



**Figure III.3 :** Les réceptivités

#### IV.6 Liaisons orientées

- Les liaisons indiquent les voies d'évolution du grafcet,
- Elles sont horizontales ou verticales,
- Dans le cas général, les liaisons qui se font du haut vers le bas ne comportent pas de flèches. De plus, pour éviter toute ambiguïté, il est préférable d'éviter les croisements continus des lignes de liaison.



**Figure III.4 :** *Les liaisons orientées*

#### V. Règles d'évolution

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, et est régie par 5 règles :

➤ **Règle 1 :** relative à la situation initiale au **GRAFCET** :

La situation initiale caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative et correspond à l'étape active au début de fonctionnement.

➤ **Règle 2 :** relative au franchissement d'une transition :

Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives.

Elle ne peut être franchie que :

- Lorsqu'elle est validée,
- Et que la réceptivité associée à la transition est vraie.

➤ **Règle 3 :** relative à l'évolution des étapes actives :

Le franchissement d'une transition provoque :

- L'activation de l'étape suivante,
- La désactivation de l'étape précédente.

➤ **Règle 4** : Relative aux évolutions simultanées :

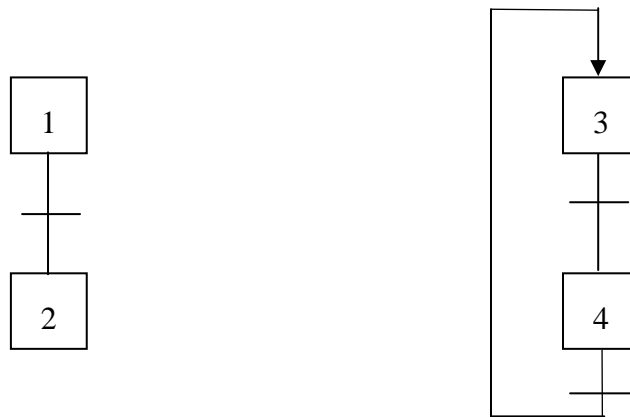
Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies  
La durée limite dépend “ temps de réponse ” nécessaire à l’application.

➤ **Règle 5** : relative à l’activation et à la désactivation simultanée d’une même étape :

Si une étape doit être à la fois activée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne seraient pas réinitialisés. Cette règle est prévue pour lever toute ambiguïté dans certains cas particuliers qui pourraient arriver dans certains cas.

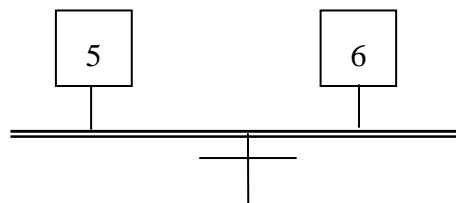
## VI. Les règles de construction d’un GRAFCET

On relie les étapes et les transitions, qui doivent strictement alterner, grâce à des arcs orientés. Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical. Les arcs orientés sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d’une flèche vers le haut lorsque la liaison est orientée vers le haut.



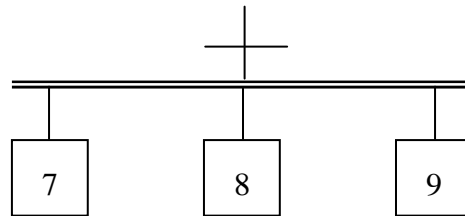
**FigureIII.5** : Les arcs orientés

Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l’aide d’une double barre horizontale appelée convergence « en ET » (ou synchronisation).



**FigureIII.6** : convergence en ET

Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs allant vers ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelé divergence « en ET ».



**FigureIII.7 :** Divergence *en ET*.

Lorsque plusieurs transitions sont reliées à une même étape dans le sens « vers étapes » (respectivement dans le sens « d'étape », on regroupe les arcs par un simple trait horizontal et l'on parle de convergence (respectivement divergence) « en OU ».

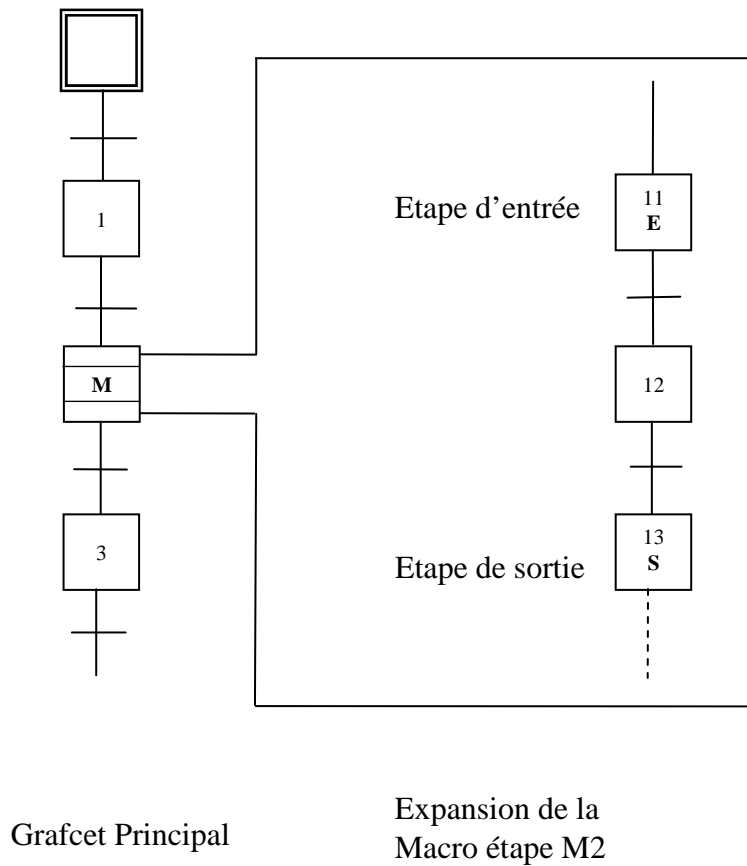


**FigureIII.8 :** *convergence et divergence en OU*

On parle d'étape aval (respectivement d'étape amont) à une transition lorsque cette étape est avant (respectivement après) la transition au sens de la liaison orientée. De même on parlera de transition amont et de transition aval à une étape.

- **La macro étape :**

Le but de cette particularité de Grafcet est d'éviter la surcharge du Grafcet principale par des détails de fonctionnement à l'intérieur d'une étape. Les détails de réalisation sont décrits et définis par autre diagramme appelé « expansion » de la macro étape.



**FigureIII.9 :** *La macro étape*

- **La séquence répétée :**

Dans un système automatisé, certaines séquences peuvent revenir de façon répétitive dans le cycle. Pour éviter de répéter ces mêmes actions, il est possible d'utiliser un programme. Celui-ci est écrit sous la forme d'un Grafcet indépendant, connecté au Grafcet principale.

## VII. Mise en équation du GRAFCET [14]

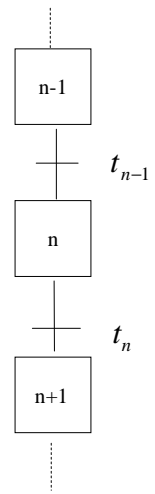
### VII.1 Objectif :

Soit la partie du grafcet représentée par la figure ci-contre. Pour décrire l'activité de l'étape  $n$ , on utilise la notation suivante :

$$\begin{cases} X_n = 1 \text{ si l'étape } n \text{ est active.} \\ X_n = 0 \text{ si l'étape } n \text{ est inactive.} \end{cases}$$

La réceptivité  $t_n$ , étant une variable binaire, elle a pour valeur :

$$\begin{cases} t_n = 0 \text{ si la réceptivité est fausse.} \\ t_n = 1 \text{ si la réceptivité est vraie.} \end{cases}$$



Les règles d'évolution du GRAFCET sont le point de départ des équations logiques.

**BUT : Déterminer les variables qui interviennent dans l'activation de l'étape  $n$  :**

### VII.2 Mise en équation d'une étape

- **2<sup>ème</sup> règle:**

Une transition est soit **validée**, soit **non validée**. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que :

- ✓ Lorsqu'elle est validée (activation de l'étape précédente).
- ✓ Et que la réceptivité associée à la transition est **VRAIE**.

La traduction de cette règle donne la condition d'activation de l'étape  $n$  :

$$CAX_n = X_{n-1}.t_{n-1}$$

- **3<sup>ème</sup> règle :**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

La traduction de cette règle donne la condition de désactivation de l'étape  $n$  :

$$CDX_n = X_n.t_n$$

- Si la CA et la CD de l'étape n sont fausses, l'étape n reste dans son état, c'est ce qu'on appelle l'effet mémoire. C'est-à-dire que l'état de  $X_n$  à l'instant  $t + \delta t$  dépend de l'état de  $X_n$  à l'instant t

D'après ces trois points, on peut donc écrire :  $X_n = f(CAX_n, X_n, CDX_n)$

Il est alors possible d'écrire la table de vérité de l'activité de l'étape n :  $X_n$

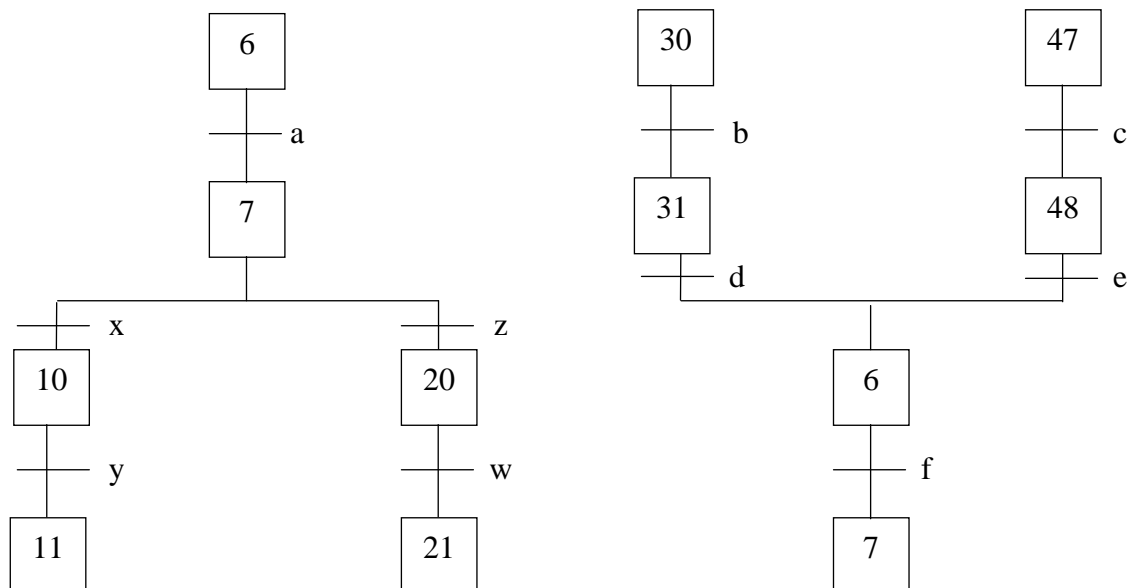
$X_n(T)$	$CAX_n$	$CDX_n$	$X_n(T + \delta T)$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Equation de  $X_n$  :

$$X_n = CAX_n + \overline{CDX_n} \cdot X_n$$

Où  $X_n = X_{n-1} \cdot t_{n-1} + \overline{X_{n+1}} \cdot X_n$

### VII.3 Choix de séquence



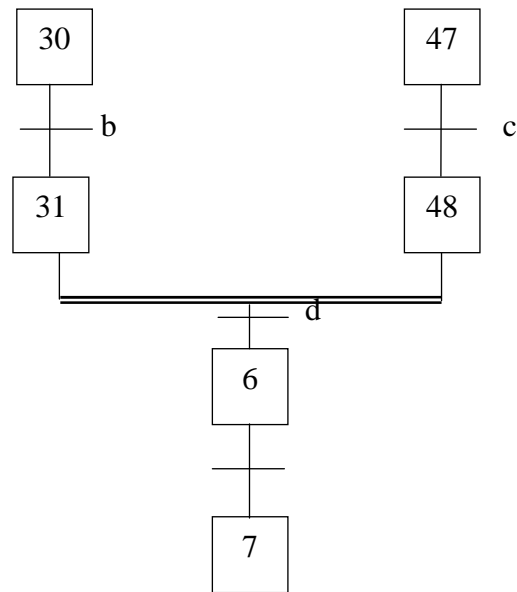
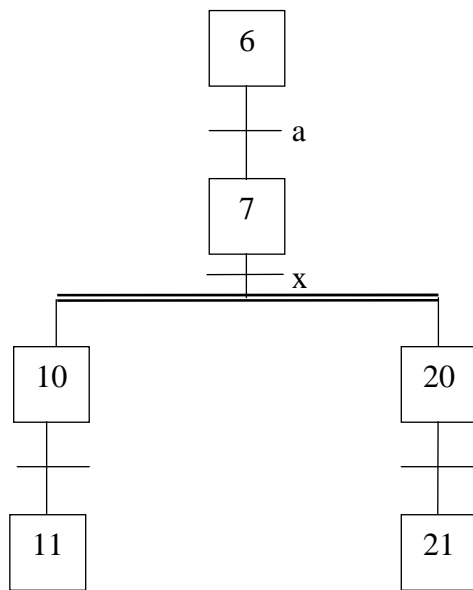
Divergence en OU

Convergence en OU

Etape	$CAX_n$	$CDX_n$
7	$X_6 \cdot a$	$X_{10} + X_{20}$
10	$X_7 \cdot x$	$X_{11}$
20	$X_7 \cdot z$	$X_{21}$

Etape	$CAX_n$	$CDX_n$
31	$X_{30} \cdot b$	$X_6$
48	$X_{47} \cdot c$	
6	$X_{31} \cdot d + X_{48} \cdot e$	$X_7$

Séquences parallèles



Début de ET

Fin de ET

Etape	$CAX_n$	$CDX_n$
7	$X_6 \cdot a$	$X_{10} \cdot X_{20}$
10	$X_7 \cdot x$	$X_{11}$
20		$X_{21}$

Etape	$CAX_n$	$CDX_n$
31	$X_{30} \cdot b$	$X_6$
48	$X_{47} \cdot c$	
6	$X_{31} \cdot X_{48} \cdot d$	$X_7$

VIII. Gestion des modes Marche/Arrêt et des Arrêts d'urgences

A l'initialisation du GRAFCET, toutes les étapes autres que les étapes initiales sont désactivées. Seules les étapes initiales sont activées.

Soit la variable Init telle que :

- **Init = 1** : initialisation du GRAFCET : Mode ARRET
- **Init = 0** : déroulement du cycle : Mode MARCHÉ

Soient les variables Arrêt d'urgence (AUdur et Audoux) telles que :

- **AUdur = 1** désactivation de toutes les étapes.
- **AUdoux = 1** désactivation des actions, les étapes restent actives.

**IX. Généralisation**

- **Equation d'une étape i initiale**

$$CAX_i$$

$$X_{i-1} \cdot t_{i-1} + \overline{Init}$$

$$CDX_i$$

$$X_{i+1} \cdot \overline{Init}$$

Equation de  $X_i$

$$X_i = (CAX_i + \overline{CDX}_i \cdot X_i + \overline{Init}) \cdot \overline{AUdur}$$

- **Equation d'une étape non initiale**

$$CAX_i$$

$$X_{i-1} \cdot t_{i-1} \cdot \overline{Init}$$

$$CDX_i$$

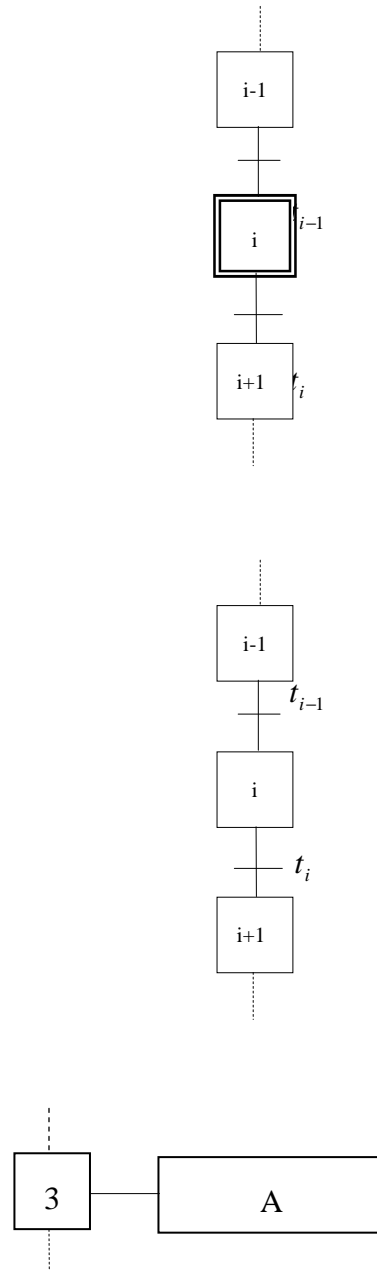
$$X_{i+1} + \overline{Init}$$

Equation de  $X_i$

$$X_i = (CAX_i + \overline{CDX}_i \cdot X_i) \cdot \overline{Init} \cdot \overline{AUdur}$$

- **Equation des actions**

$$A = X_3 \cdot \overline{AUdoux} + \overline{A}$$



**X. Modélisation de l'installation [1]**

Les notations des actions et des capteurs utilisés dans l'installation sont respectivement représentées dans les tableaux suivants :

**X.1. Liste des actions**

Les actions	Portique 1	Portique 2
Mouvement de levage haut Mouvement de levage bas Mouvement de translation avant Mouvement de translation arrière Freinage du moteur de translation avant Freinage du moteur de translation arrière	MLV1-H MLV1-B MTR1-AV MTR1-AR FMTR1-AV FMTR1-AR	MLV2-H MLV2-B MTR2-AV MTTR2-AR FMTR2-AV FMTR2-AR

### X.2. Liste des capteurs :

Les capteurs	Portique 1	Portique 2
Détecteur haut Détecteur bas Cellule présence charge Détecteur poste Détecteur comptage avant Détecteur comptage arrière Zone de chargement Détecteur surpassement haut Détecteur surpassement bas Détecteur surpassement arrière Détecteur surpassement avant Anti collision pont 2 Pont 1 en hors sécurité Disjoncteur puissance Disjoncteur frein Contact platine	DT110DETH DT111DETB LL112PC DT113P DT114DTAV DT115DTAR PC117ZCH DT160SUH DT161SUB DT162SUAR / DT163ACP2 DT165EHS DJ270VLT DJ280F	DT310DETH DT311DETB LL312PC DT313DETP DT314DTAV DT315DTAR / DT360SUH DT361SUB / DT363SUAV / DT365EHS DJ470VLT DJ480F

### X.3 Les temporisateurs

- Temporisateur pour les attentes du portique 1.
  - TM0 : attente entre le mouvement de levage haut et le mouvement de translation avant,
  - TM1 : attente entre le mouvement de levage bas et le mouvement de translation avant,
  - TM2 : attente entre le mouvement de levage bas et le mouvement de translation avant
  - TM3 : attente entre le mouvement de translation avant frein et le mouvement de translation avant.
- Temporisateur pour les attentes du portique 2
  - TM4 : attente entre le mouvement de levage haut et le mouvement de translation avant,

TM5 : attente entre le mouvement de translation avant frein et le mouvement de translation arrière.

TM6 : attente le mouvement de levage bas et le mouvement de translation arrière.

TM7 : attente entre le mouvement de translation arrière frein et le mouvement de translation arrière.

#### **X.4 Les compteurs**

- C1 et dc1 sont respectivement compteur avant et arrière du portique 1.
- C2 et dc2 sont respectivement compteur avant et arrière du portique 2.

#### **X.5 Les macros étapes**

- M1 et M2 sont respectivement macros étapes de décharge et charge du portique 1.
- M3 et M4 sont respectivement macros étapes de décharge et charge du portique 2.

#### **X.6 Les étapes**

La structure de ce grafset se décompose en deux suites de séquences exécutables simultanément

- Les étapes allant de 1 à 55 décrivent le fonctionnement du portique 1.
- Les étapes allant de 56 à 118 décrivent le fonctionnement du portique 2.

### **XI. Quelques améliorations proposées pour la station de zingage**

Après avoir illustré le mode de fonctionnement d'une manière exacte et précise de l'installation de zingage, nous avons constatés que sa commande n'est pas optimale car elle présente quelques insuffisances susceptibles d'être amélioré tel que le temps de cycle qui est jugé lent.

#### **XI.1 Duré du cycle de fonctionnement**

Le temps de cycle de fonctionnement est de 6mn et 38s, ce temps est reparti en différentes étapes et attentes :

Le temps d'émersion des pièces dans les différents bains ne peut pas être modifié pour les exigences de qualités.

Le temps d'attente que font les portiques dans certains bains, ne peut pas être modifié pour éviter la collision des portiques.

Le temps de cycle de fonctionnement peut être modifié par l'augmentation des vitesses des moteurs de translation et de levage.

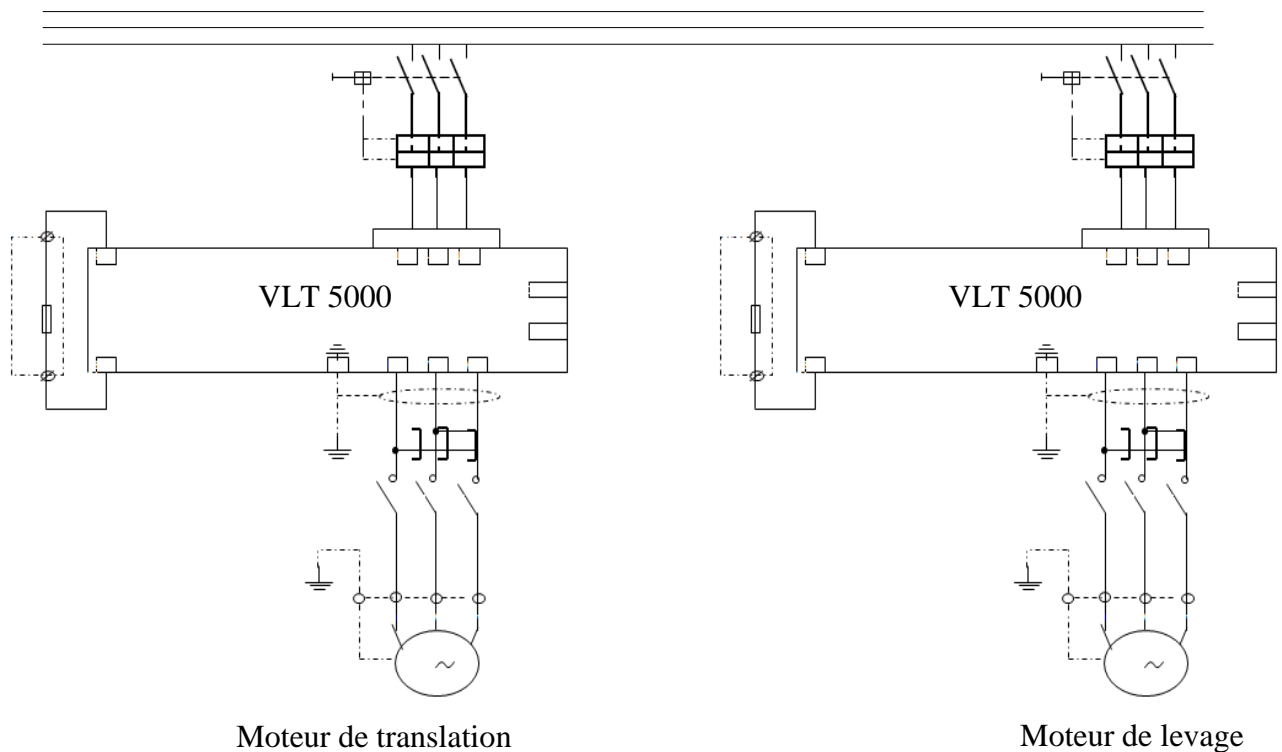
#### **XI.2 La commande des moteurs**

##### **XI.2.1 L'ajout d'un deuxième variateur**

La commande des vitesses de translation et de levage présente des inconvénients, car ces moteurs sont alimentés par un seul variateur de vitesse, donc ces deux vitesses doivent être indépendante l'une de l'autre. Pour commander la vitesse de translation sans toucher la vitesse de rotation, on a proposé une amélioration portée sur l'ajout d'un deuxième variateur de vitesse.

Ce choix est basé sur l'attente de 3s que prend le variateur de vitesse pour exciter un moteur après la désexcitation d'un autre et aussi dans le changement de sens de rotation (marche avant et marche arrière), et ceci nous permet de gagner tout les 3s, et diminuer ainsi le temps de cycle.

Le raccordement des deux variateurs de vitesse avec le moteur de levage et de translation et représenté par le schéma suivant :

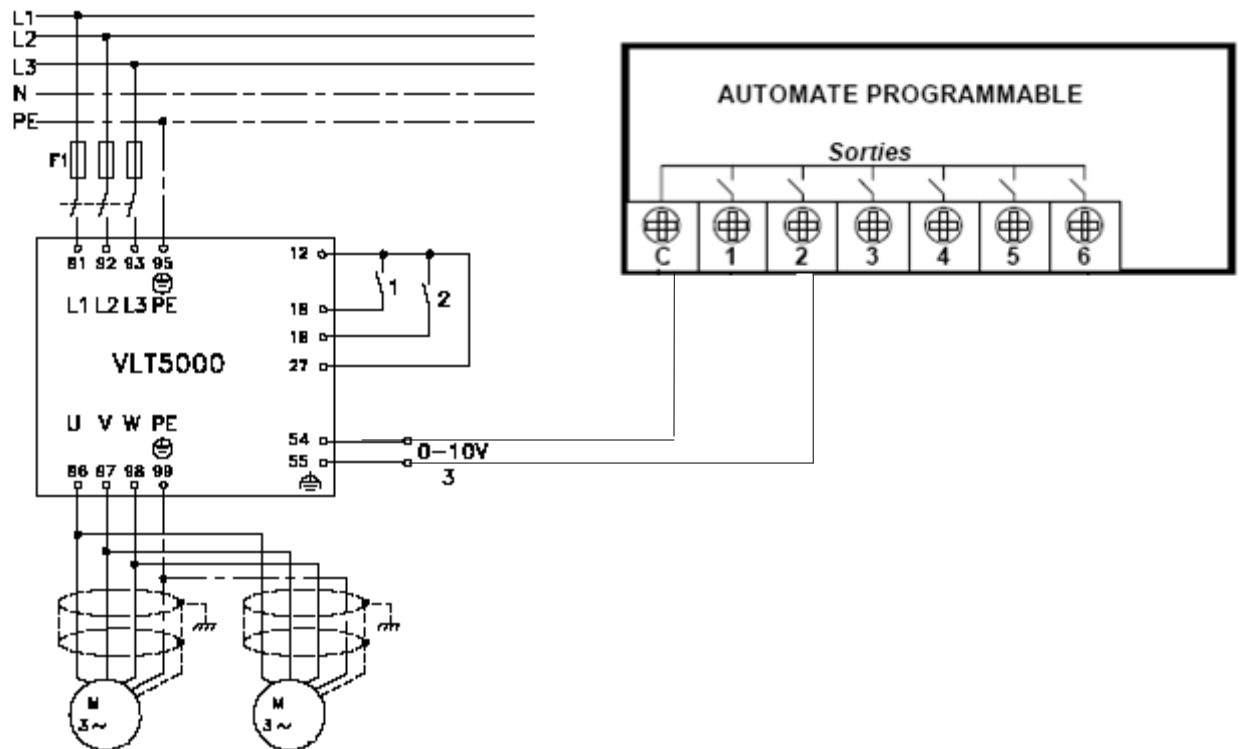


**Figure III.10 :** Schéma de raccordement des deux variateurs avec deux moteurs

D'après ce schéma, les commandes des deux moteurs sont indépendantes l'une de l'autre, ce qui nous fait gagner le temps d'attente que fait un seul variateur. Cette solution paraît coûteuse car on a deux moteurs pour chaque portique donc on aura quatre variateurs de vitesse.

### XI.1.2 La substitution d'un variateur de vitesse

La vitesse de translation des portiques, que ce soit la grande ou la petite vitesse est la même que celle de levage car ces moteurs sont commandés par un seul variateur de vitesse, qui est géré par un automate programmable. La possibilité de différencier la vitesse de translation de la vitesse de levage est de changer le variateur de vitesse d'un autre variateur avec une consigne analogique :



**Figure XI.11** : Schéma de raccordement d'un variateur de vitesse et un automate programmable

Dans ce schéma on voit bien qu'une consigne est liée directement à l'automate. Cet intervalle de tension [0 10V], dont chaque valeur correspond à une vitesse. Donc on peut varier la vitesse de translation et la vitesse de levage, ce qui permet de gagner les temps d'attente et diminuer le temps de cycle de fonctionnement.

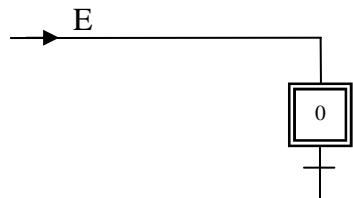
## XII. Conclusion

Le Grafset est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier de charge fonctionnel à un langage d'impulsion optionnel. Il est utilisé dans le secteur industriel en tant qu'outil de programmation de processus du type automates programmable.

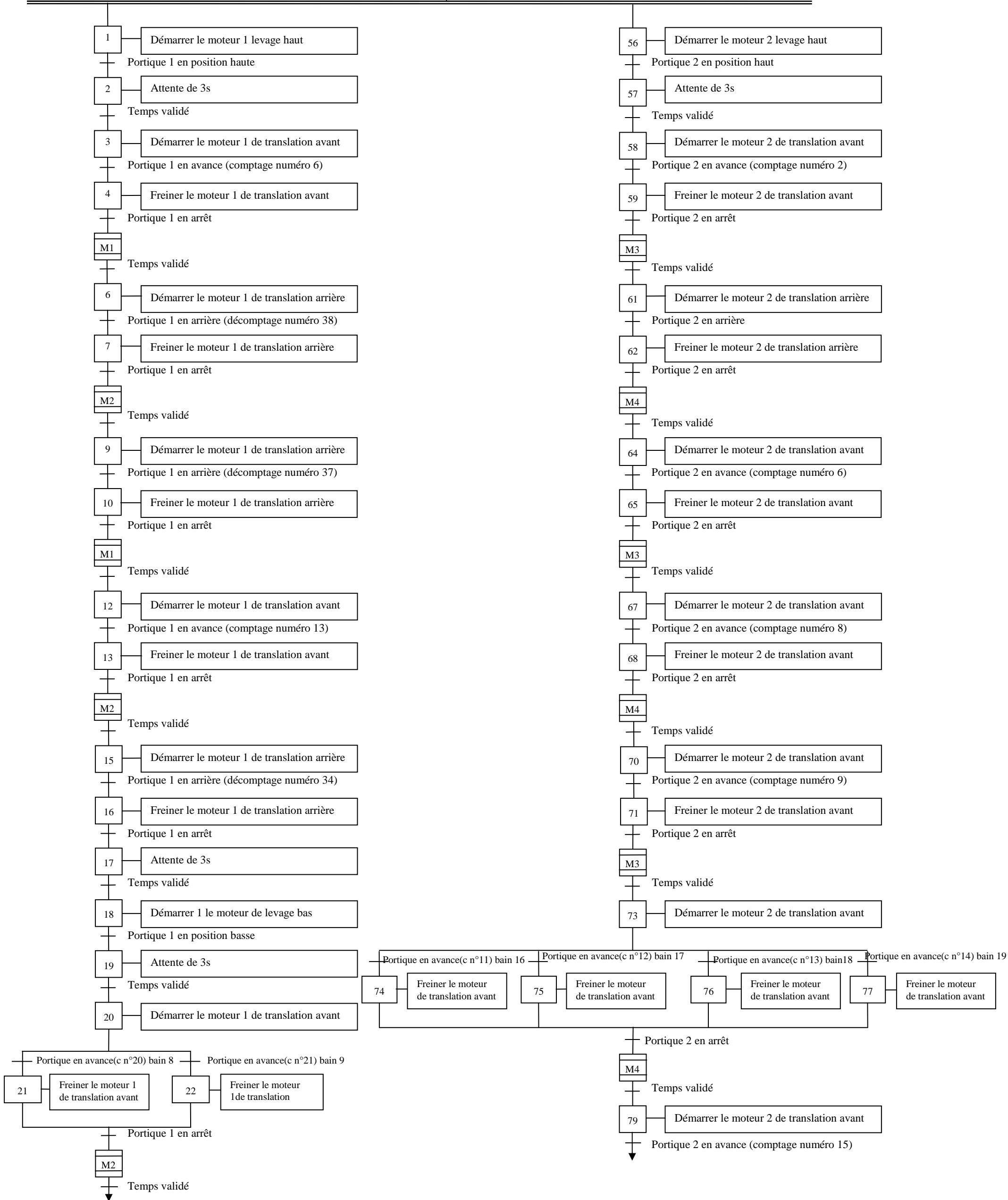
Le Grafset conçu dans ce chapitre possède 118 étapes et 27 macro-étapes, avec l'amélioration proposée on peut gagner le temps d'attente que fait un seul variateur de vitesse, donc on peut minimiser le nombre d'étapes. Le remplacement d'un deuxième variateur sera compensé du côté dépense par le gain de temps ce qui permet l'augmentation de la production.

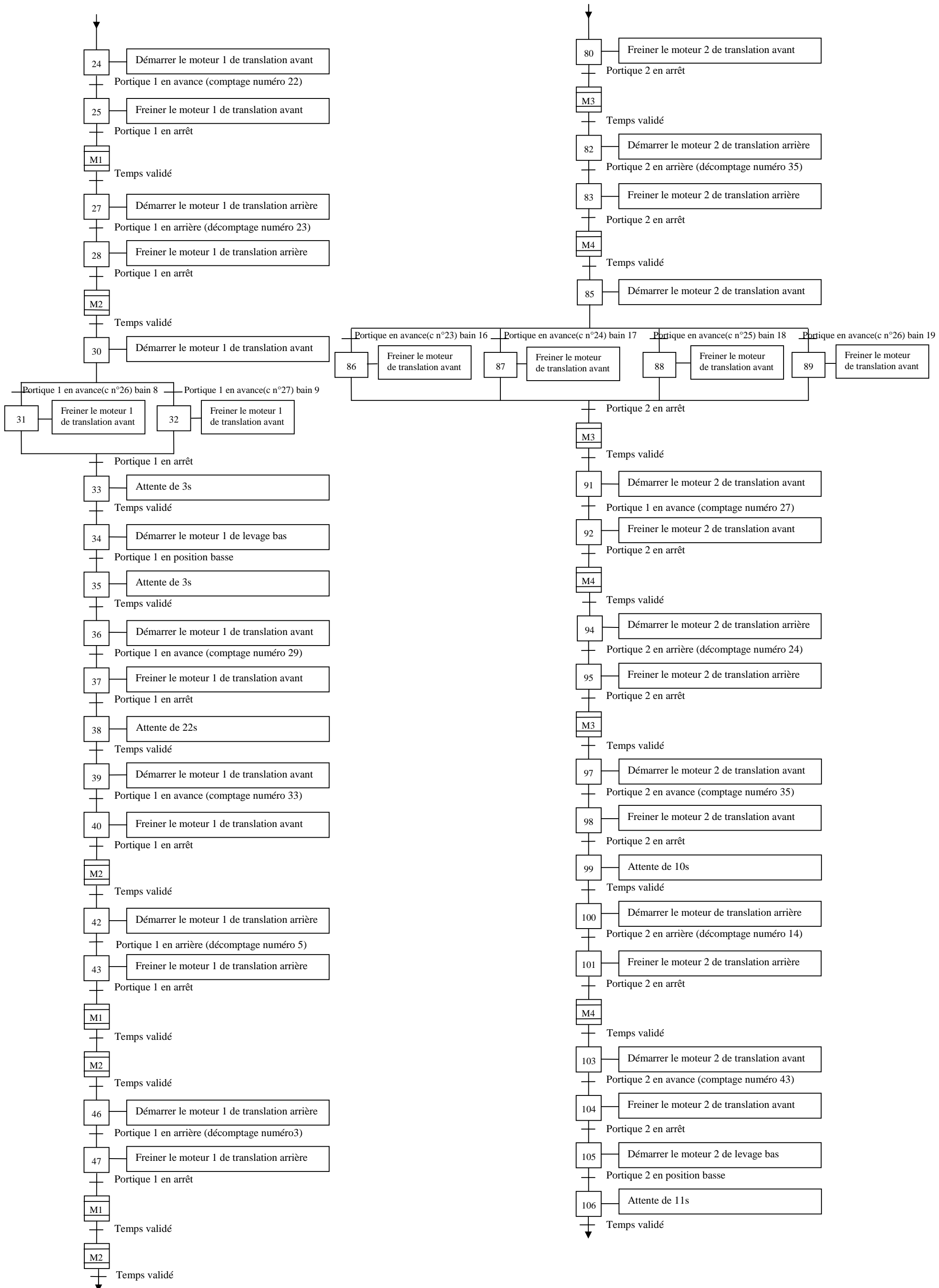


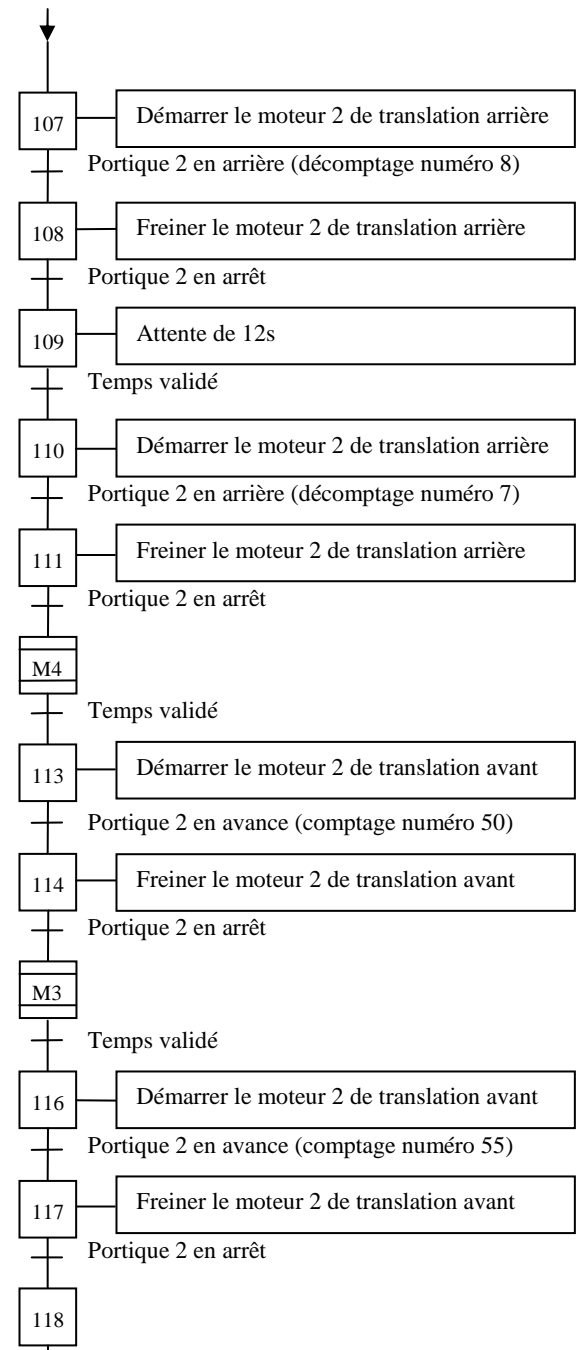
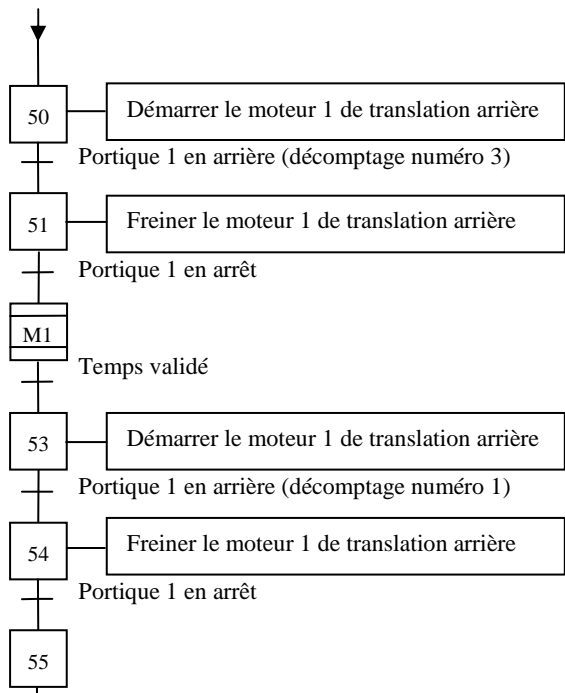
# Grafcet niveau 1



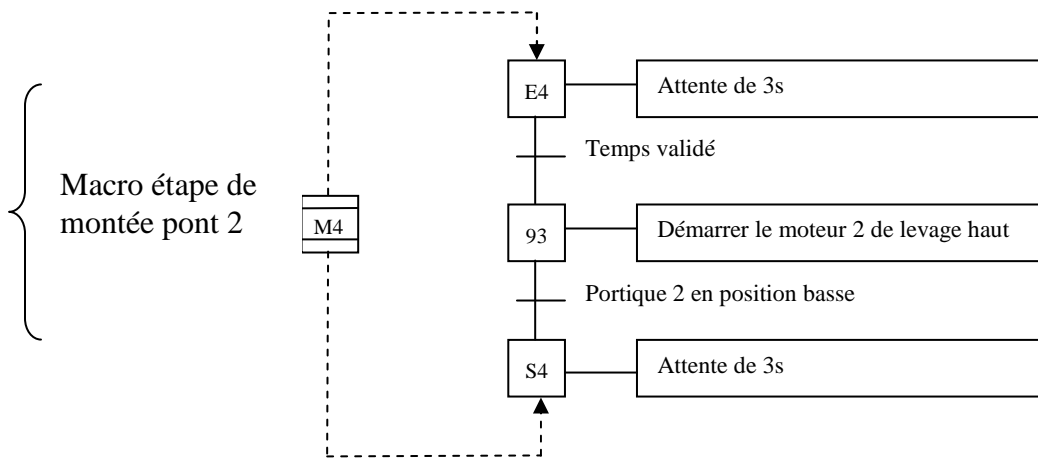
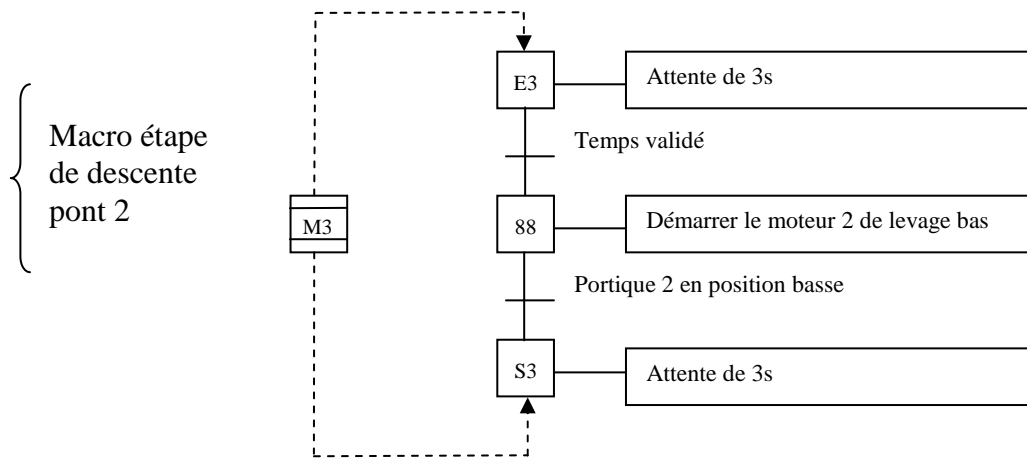
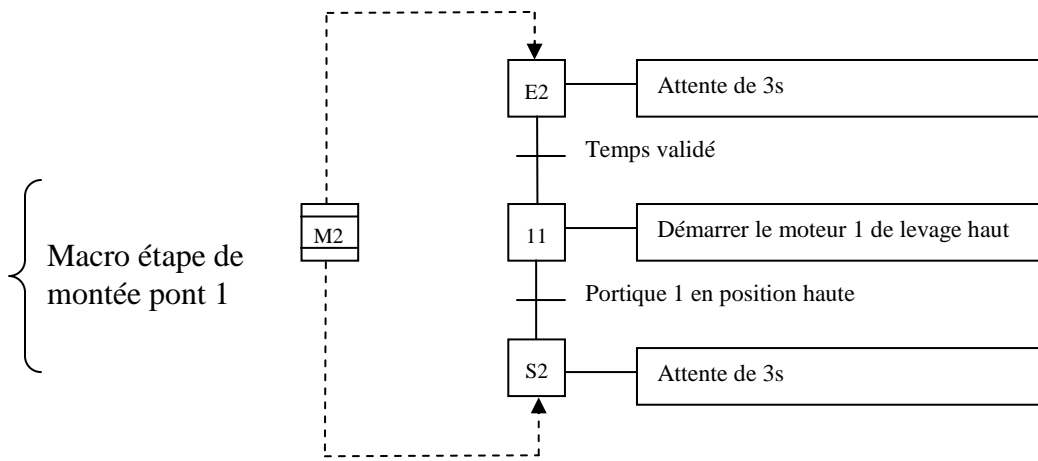
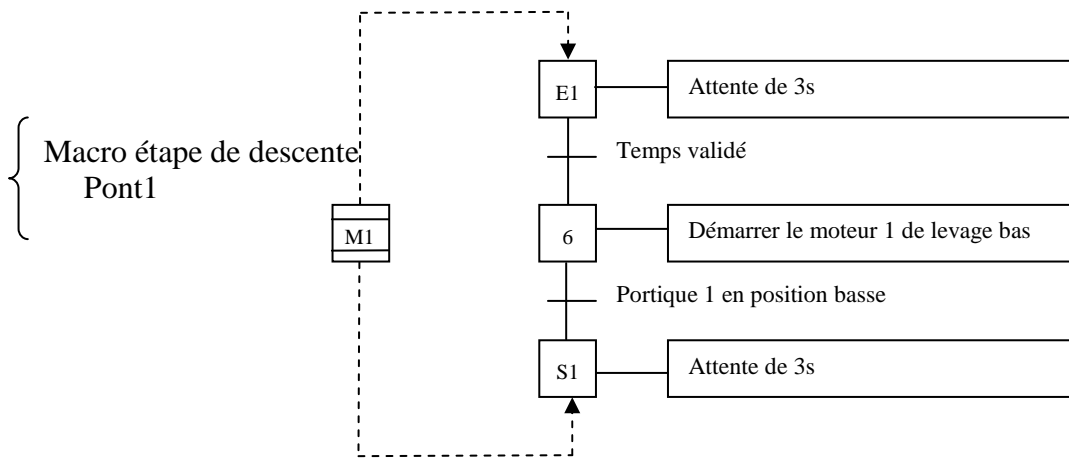
Activer la ligne en automatique.  
 Activer acquittement défaut.  
 Activer départ cycle.  
 Fermer l'arrêt d'urgence.  
 Activer la marche pont OK.  
 Activer BP validation chargement.  
 Position initiale du portique 1 en bain n° 1 et du portique 2 en bain n° 12





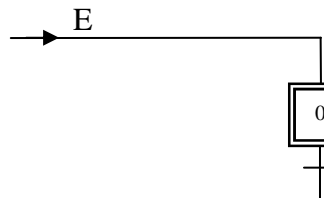


E ←



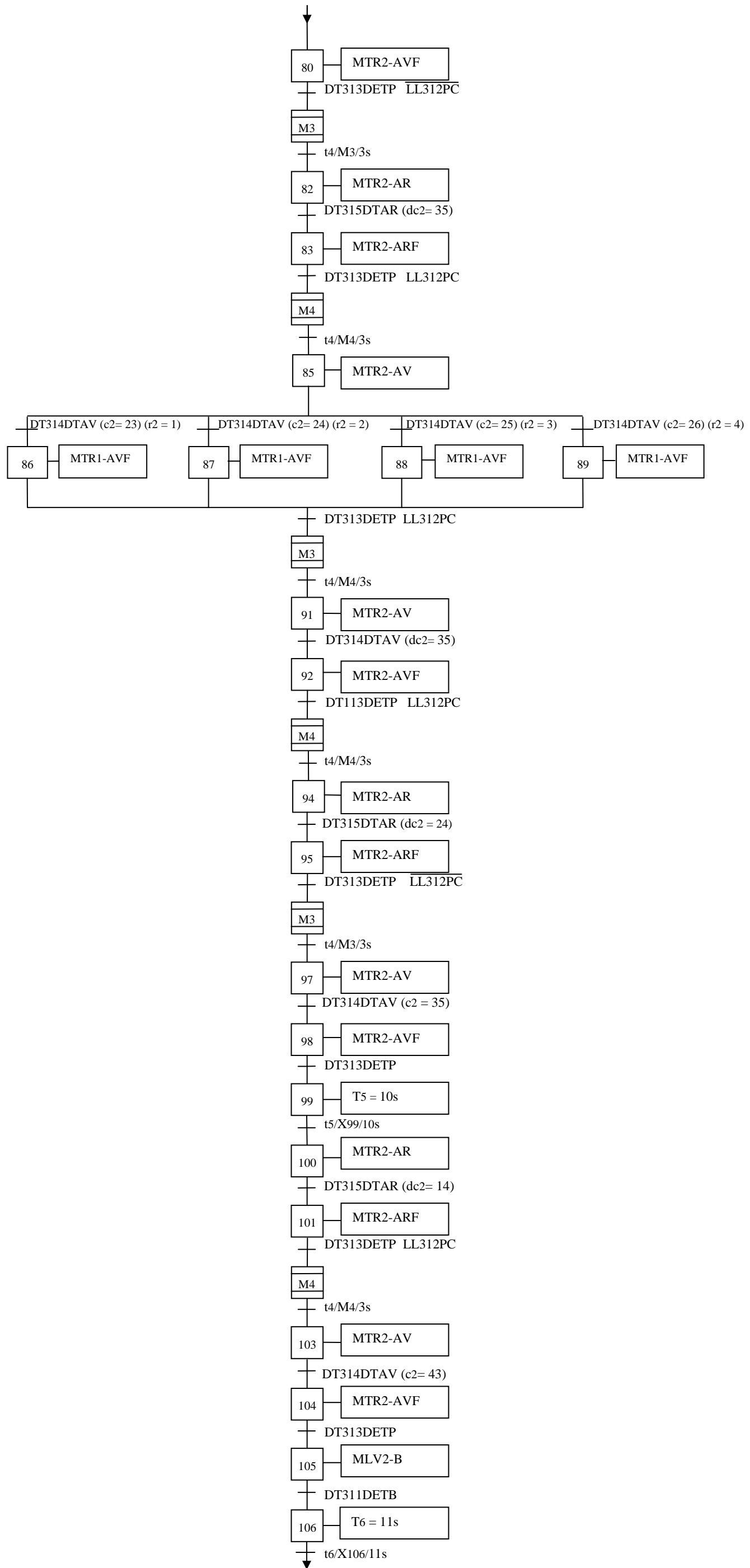
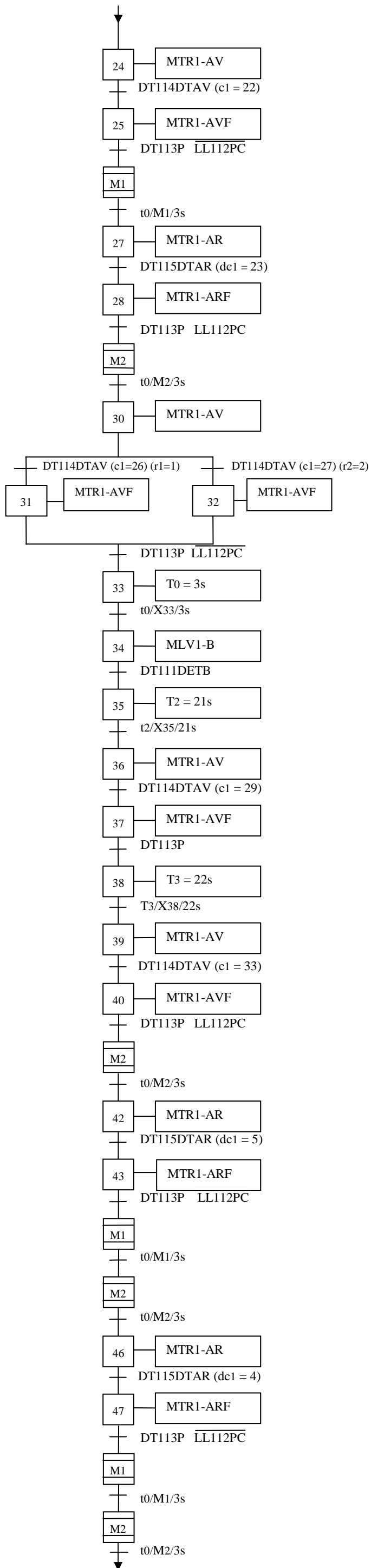
**Macro étapes du Grafcet niveau 1**

Grafset niveau 2

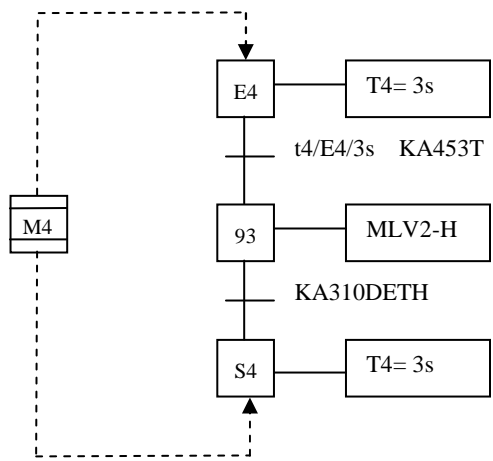
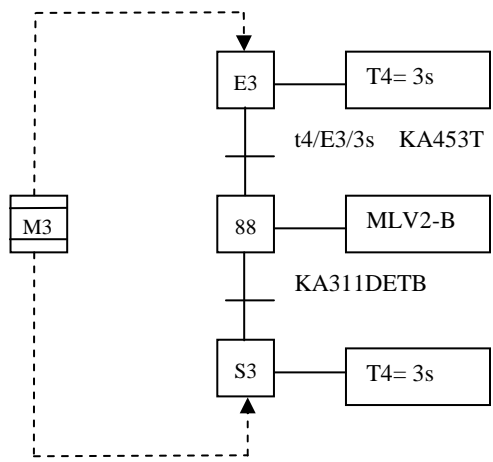
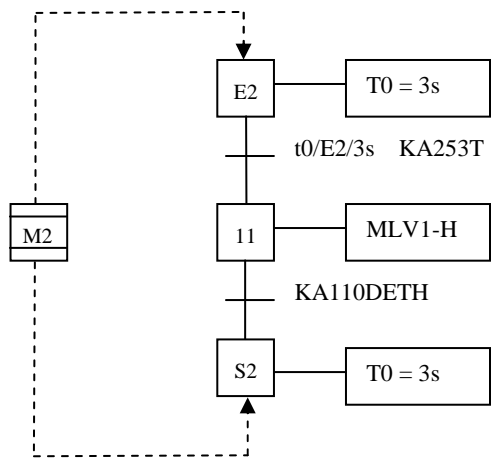
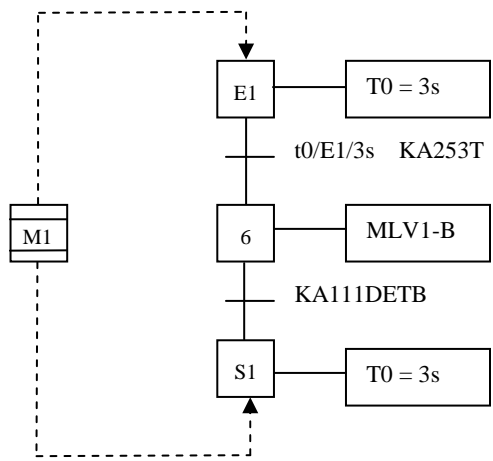


Pr1 en b n°1 Pr2 en b n°12  
KA31A1 S30ACD S31DCY S900VCH SAU71P1









**Macro étapes du Grafcet niveau 2**



# **Chapitre IV**

## **Présentation du logiciel PL7 et conception d'un programme**

## I. Introduction

Avec le développement des automates programmables, de nouvelles interfaces sont apparues permettant d'élargir les possibilités du dialogue entre l'homme et la machine. Basées sur des échanges de messages numériques et alphanumériques et sur la représentation de machines ou d'installations par de l'imagerie animée, elles apportent non seulement une aide significative pour la conduite d'exploitation, mais aussi une aide au diagnostic et de larges possibilités de suivi de production et de contrôle de qualité, ce qui est assuré par un programme mis en œuvre sur un logiciel de programmation compatible avec l'automate choisi. Notre station de zingage est gérée par un automate de marque Schneider, et le logiciel qui lui est compatible est le PL7 qui fait l'objet de ce chapitre.

## II. Description du logiciel PL7

### II.1 Présentation des langages PL7

Le PL7 est un logiciel de programmation destiné à la conception et la mise en œuvre des applications pour les automates du type télé mécanique, il propose 4 langages de programmation :

- Langage à contacts ;
- Liste d'instructions ;
- Littéral structuré ;
- Grafset.

Ces langages peuvent être mixés au sein d'une même application. Une section de programme peut être écrite en langage à contacts, une autre en littéral...etc.

Ces langages contenant de :

- Des blocs fonctions prédéfinis (Temporisations, Compteurs,...) ;
- Des fonctions métiers (analogique, communication, comptage...) ;
- Des fonctions spécifiques (gestion du temps, chaîne de caractères...).

Les objets du langage sont symbolisables à l'aide de l'éditeur de variables ou en ligne dans les éditeurs de programme.

#### II.1.1 Langage à contacts

Le langage à contacts (LD) est un langage graphique. Il permet la transcription de schémas à relais, il est adapté au traitement combinatoire. Il offre les symboles graphiques de base : contacts, bobines, blocs.

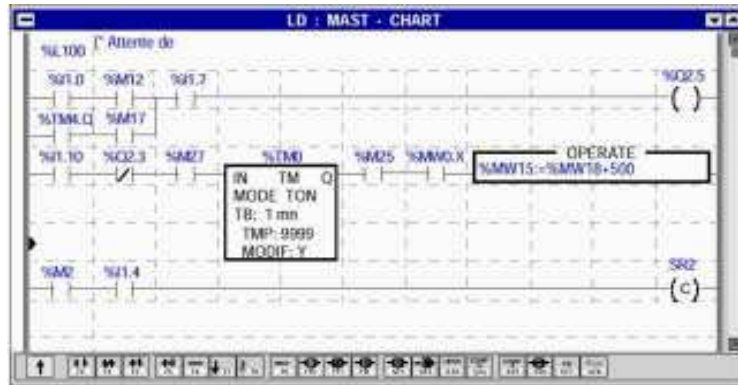


Figure IV.1 : Réseau de contact

### II.1.2 Langage liste d'instructions

Le langage liste d'instructions (IL) est un langage « machine » booléen qui permet l'écriture de traitements logiques et numériques.



Figure IV.2 : Programme en langage liste d'instruction

### II.1.3 Langage littéral structuré

Le langage littéral structuré (ST) est un langage de type « informatique » permettant l'écriture structurée de traitements logiques et numériques.

```

(* Recherche du premier élément non nul dans un tableau de 32 mots
Détermination de sa valeur (%MW10), de son rang (%MW11)
Cette recherche s'effectue si %M0 est à 1
%MTest mis à 1 si un élément non nul existe, sinon il est mis à 0 *)

IF %M0 THEN
  FOR %MW 99 := 0 TO 31 DO
    IF %MW10 [%MW99] > 0 THEN
      %MW 10 := %MW10 [%MW99]
      %MW 11 := %MW 99
      %M1 := TRUE
      EXIT: (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE
    END_IF
  END_FOR
ELSE
  %M1 := FALSE
END_IF

```

Figure IV.3 : Programme en langage littéral structuré

### II.1.4 Langage Grafcet

Le langage Grafcet permet de représenter graphiquement et de façon structurée le fonctionnement d'un automate séquentiel.

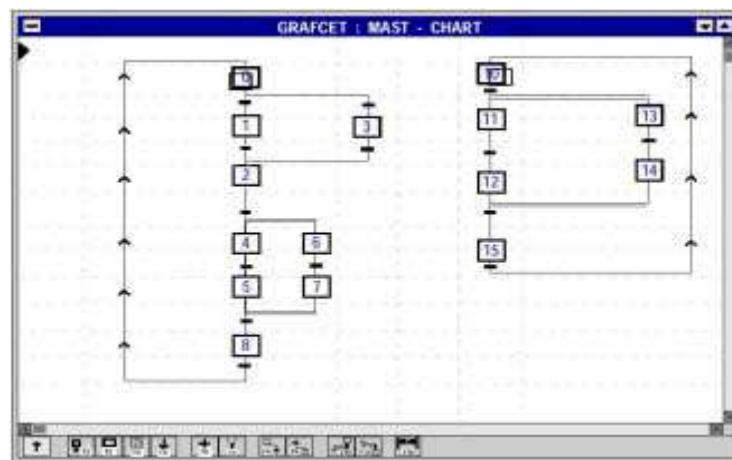


Figure IV.4 : Programme en langage Grafcet

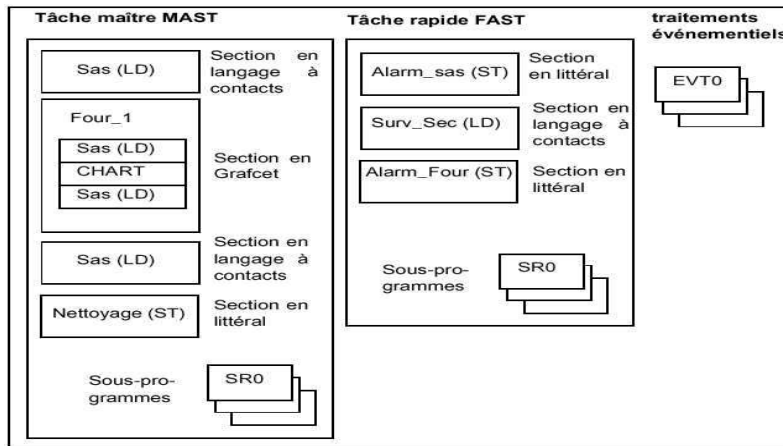
## III. Structure logicielle PL7

Le logiciel PL7 propose deux types de structure :

- Monotâche : c'est la structure simplifiée proposée par défaut, où une seule tâche maître composée d'un programme, constitué de plusieurs sections et de sous-programmes est exécuté ;
- Multitâche : cette structure, mieux adaptée pour des applications temps réel performantes, se compose d'une tâche maître, d'une tâche rapide et de traitements événementiels prioritaires.

Les tâches maîtresses et rapides d'un programme PL7 se composent de plusieurs parties appelées sections et sous-programmes. Chacune de ces sections peut être programmée dans le langage approprié au traitement à réaliser.

L'illustration suivante montre un exemple de découpage d'un programme PL7.



**Figure IV.5 :** Découpage d'un programme PL7

Ce découpage en sections permet de créer un programme structuré et de générer ou incorporer aisément des modules de programme. Les sous-programmes peuvent être appelés depuis n'importe quelle section de la tâche à laquelle ils appartiennent ou depuis d'autres sous-programmes de la même tâche.

### III.1 Modules fonctionnels

Le logiciel PL7 pro permet de structurer une application pour automate Premium en modules fonctionnels.

Un module fonctionnel est un regroupement d'éléments de programme destinés à réaliser une fonction d'automatisme.

#### III.1.1 Vue fonctionnelle

La vue fonctionnelle en modules permet d'avoir une découpe par fonctions cohérentes vis-à-vis du procédé à commander.

La vue structurelle donne une vue de l'ordre d'exécution des sections de programme par l'automate.

L'illustration suivante montre les 2 vues possibles d'une application

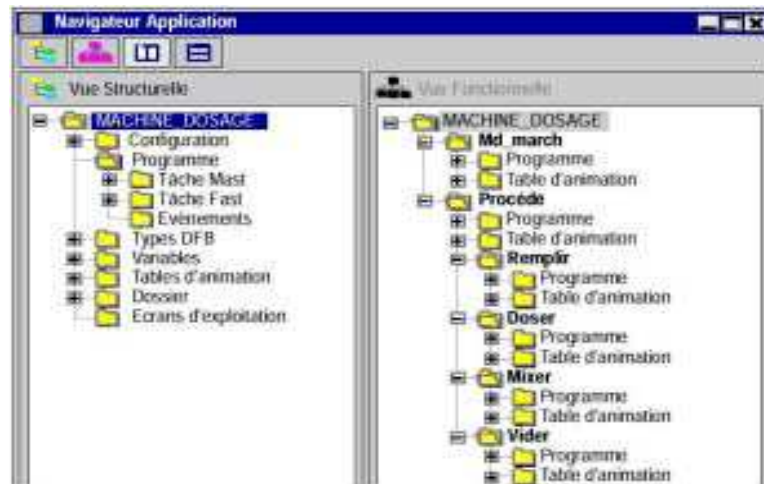


Figure IV.6 : Navigateur d'application

### III.1.2 Services associés à la vue fonctionnelle :

Les services d'exploitation sont disponibles dans l'une ou l'autre vue. En particulier, par une seule commande, il est possible de forcer l'exécution ou non d'un module fonctionnel. Dans ce cas, toutes les sections rattachées au module fonctionnel sont automatiquement forcées.

## III.2 Mémoire utilisateur :

### III.2.1 Structure mémoire des automates Premium :

L'espace mémoire des automates Premium ne comporte qu'un seul ensemble. La mémoire bits est intégrée à la mémoire mots (dans la zone des données), elle est limitée à 4096 bits.

### III.2.2 Rôle de la mémoire mots :

La mémoire mots (16 bits) supporte :

- Les données : données dynamiques de l'application et données système (le système réserve une zone mémoire RAM de 5 Kmots minimum) ;
- Le programme : descripteurs et code exécutable des tâches ;
- Les constantes : mots constants, valeurs initiales et configuration des entrées/sorties.

### III.2.3 Description de la mémoire bits

Cette mémoire bits n'existe pas et son contenu se trouve dans la mémoire mots dans la zone des données de l'application.

Le codage des objets bits PL7 permet le test de front montant ou descendant sur :

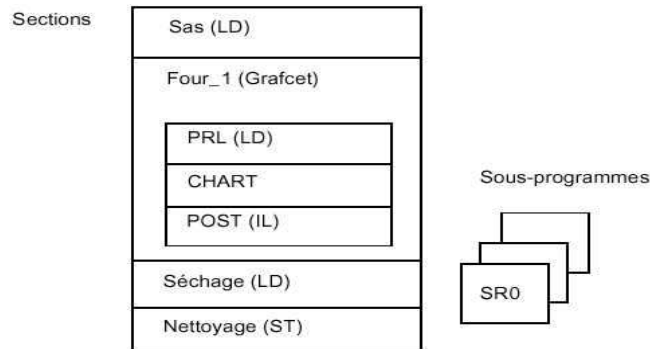
- Les bits d'entrées/sorties ;
- Les bits internes.

## III.3 Présentation de la tâche maître

La tâche maître représente le programme principal, elle est obligatoire quel que soit la structure adoptée monotâche ou multitâche.

Le programme de la tâche maître (MAST) est constitué de plusieurs modules de programme appelés sections, et de sous programmes.

L'illustration suivante montre un exemple de tâche maître comportant 4 sections et 3 sous programmes.



**Figure IV.7 :** La tâche maître

### III.3.1 Description des sections et des sous-programmes

#### Présentation des sections

Les sections sont des entités autonomes de programmation. Les étiquettes de repérage des lignes d'instruction, des réseaux de contacts... sont propres à la section (pas de saut de programme possible vers une autre section).

Elles se programment soit en :

- Langage à contact ;
- Liste d'instruction ;
- Littéral structuré ;
- Grafcet.

Les sections sont exécutées dans leur ordre de programmation dans la fenêtre du navigateur (vue structurelle).

Les sections sont liées à une tâche, une même section ne peut pas appartenir simultanément à plusieurs tâches.

#### ➤ Présentation des sous-programmes :

Les modules sous-programmes se programment aussi comme des entités séparées soit en :

- Langage à contact ;
- Liste d'instruction ;
- Littéral structuré.

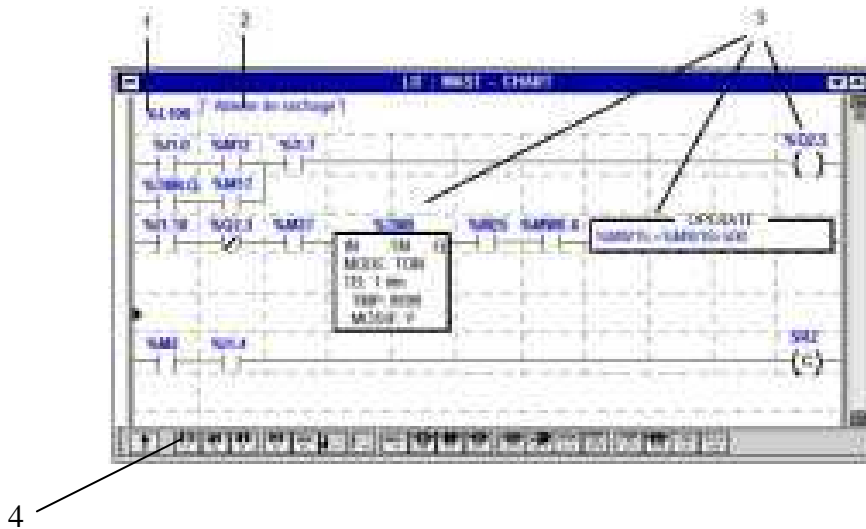
Les appels au sous-programme s'effectuent dans les sections ou depuis un autre sous-programme (8 niveaux d'imbrications maximum).

## IV. Description des langages PL7 (langage à contact LD)

### IV.1 Présentation générale du langage à contacts

Une section de programme écrite en langage à contacts se compose d'une suite de réseaux de contacts exécutés séquentiellement par l'automate.

La représentation d'un réseau de contacts est proche de celle d'un schéma électrique.



**Figure IV.8 :** Zone de langage à contact

1-Etiquette : repère un réseau de contact (optionnel),

2-Commentaire : renseigne un réseau de contact (optionnel),

3-Elément graphiques : ils représentent :

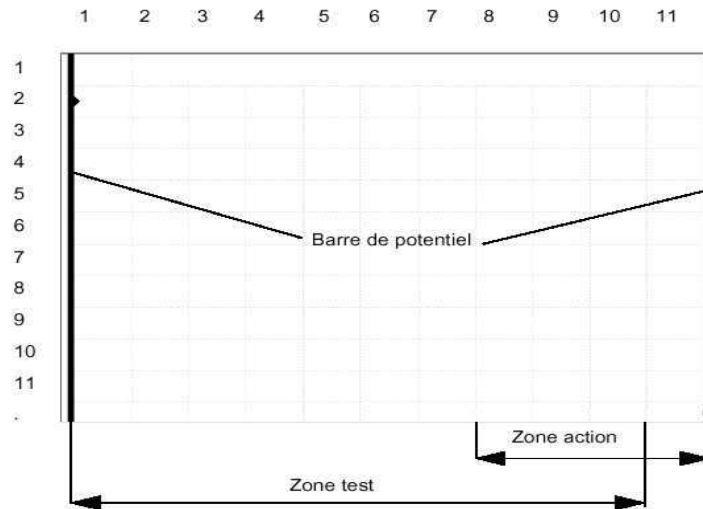
- les entrées/sorties de l'automate (boutons-poussoirs, détecteurs, relais, voyants...);
- Les fonctions d'automatismes (temporisateurs, compteurs...);
- Les opérations arithmétiques, logiques et spécifiques;
- Les variables internes de l'automate.

4-palette d'éléments graphiques.

### IV.2 Structure d'un réseau de contact

Un réseau s'inscrit entre deux barres de potentiel. Le sens de circulation du courant s'établit de la barre de potentiel gauche vers la barre de potentiel droite.

Le dessin ci-après décrit la structure d'un réseau de contact :



**Figure IV.9 :** Structure d'un réseau de contact

### IV.3 Description d'un réseau de contact

Un réseau de contact est composé d'un ensemble d'éléments graphiques disposés sur une grille de 16 lignes maximum et 11 colonnes (pour automates Premium).

Il est réparti en deux zones :

- la zone test, dans laquelle figurent les conditions nécessaires à une action ;
- la zone action, qui applique le résultat consécutif à un enchaînement de test.

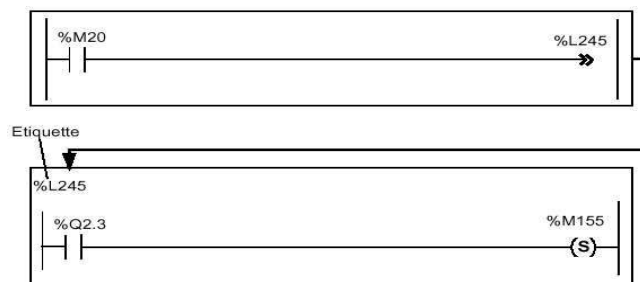
### IV.4 Etiquette d'un réseau de contact

L'étiquette permet de repérer un réseau dans une entité de programme, elle est optionnelle.

Cette étiquette a la syntaxe suivante : %Li avec i compris entre 0 et 999.

Elle se positionne à la partie supérieure gauche devant la barre de potentiel.

Les réseaux de contact suivant illustrent l'utilisation d'une étiquette.



**Figure IV.10 :** Etiquette d'un réseau de contact

**Règles :**

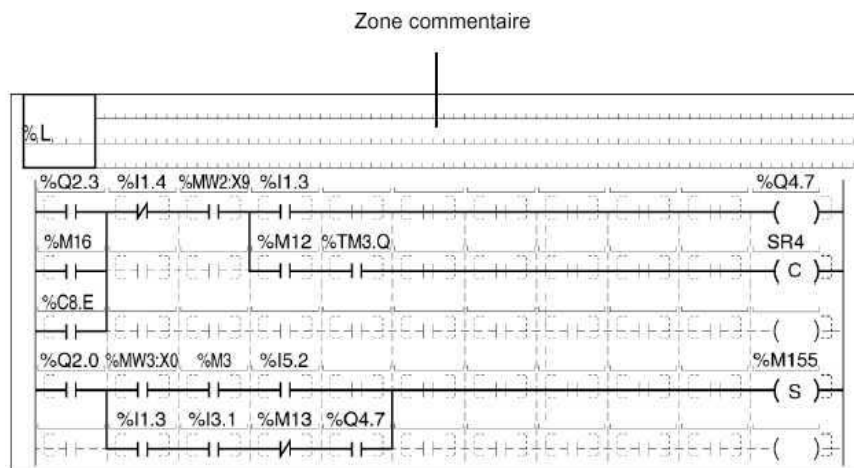
- un repère d'étiquette ne peut être affecté qu'un seul réseau au sein d'une même entité de programme ;
- il est nécessaire d'étiqueter un réseau afin de permettre un branchement après un saut de programme ;
- l'ordre des repères des étiquettes est quelconque, (c'est l'ordre de saisie des réseaux qui est pris en compte par le système lors de la scrutation).

**IV.5 Commentaire d'un réseau de contact**

Le commentaire facilite l'interprétation du réseau auquel il est affecté, mais n'est pas obligatoire.

Syntaxe le commentaire est intégré au réseau et comprend 222 caractères alphanumériques au maximum, encadrés de part et d'autre par les caractères (\* et \*).

Le dessin ci-dessous repère la position du commentaire :



**Figure IV.11 :** *Commentaire d'un réseau de contact*

**Règles :**

- les commentaires s'affichent dans la zone réservée dans la partie supérieure du réseau de contact ;
- en cas de suppression d'un réseau, le commentaire qui lui associe est également supprimé ;
- les commentaires sont mémorisés dans l'automate et sont accessibles à tout moment par l'utilisateur.

**IV.6 Règles de programmation d'un réseau de contact**

La programmation d'un réseau de contact s'effectue à l'aide des éléments graphiques, en respectant les règles de programmation ci-après :

- les éléments graphiques simples de test et d'action occupent chacun une cellule au sein d'un réseau ;

- toute ligne de contact commence sur la ligne de potentiel et doit se terminer sur la ligne de potentiel droite ;
- les tests sont toujours situés sur les colonnes 1 à 10 ;
- les actions sont toujours situées sur la colonne 11 ;

le sens de circulation du courant est le suivant :

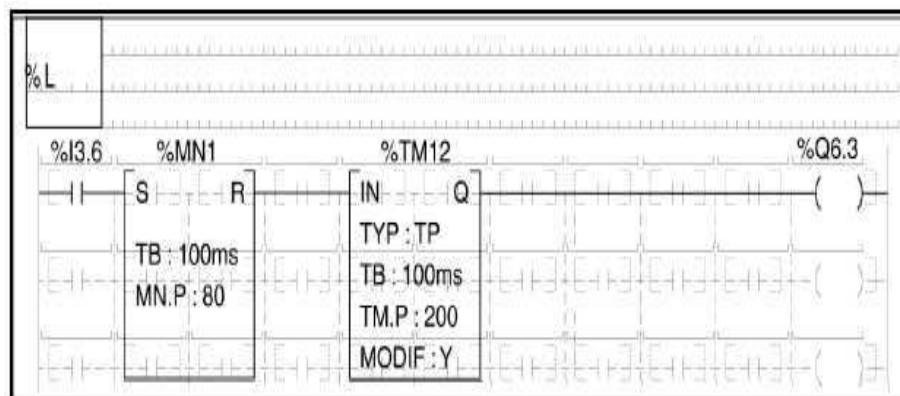
- pour les liaisons horizontales, de la gauche vers la droite ;
- pour les liaisons verticales, dans les deux sens.

#### IV.6.1 Pour les blocs fonctions

Les blocs fonctions standard se positionnent dans la zone test des réseaux de contact.

- Quel que soit le type de bloc fonction utilisé, il doit obligatoirement être relié en entrée à la barre de potentiel gauche, en direct ou à travers d'autres éléments graphiques ;
- Sorties « en l'air » : il n'est pas nécessaire de relier à d'autre éléments graphiques les sorties des blocs fonction ;
- Sorties testables : les sorties des blocs fonction sont accessibles à l'utilisateur sous forme d'objet bit ;
- Les variables internes de blocs et de sorties graphiques sont des objets exploitables à distance depuis une autre partie du programme ;
- Les entrées non câblées des blocs fonction standard sont mises à 0 ;
- Comme pour les éléments graphiques du type contact, il est possible de réaliser des combinaisons de blocs fonction.

L'illustration suivante présente un exemple d'un réseau de contact contenant 2 blocs fonction.



**Figure IV.12 :** Blocs fonction

### IV.6.2 Pour les blocs opération

Les blocs comparaison se positionnent dans la zone test et les blocs opération se positionnent dans la zone action.

- Quel que soit le type de bloc opération utilisé, il doit obligatoirement être relié en entrée à la barre de potentiel gauche, en direct ou à travers d'autres éléments graphiques ;
- Comme pour les éléments graphiques du type contact, il est possible de réaliser des combinaisons de blocs fonction.

L'illustration suivante présente un exemple d'un réseau de contact contenant 2 blocs de comparaison et un bloc opération.

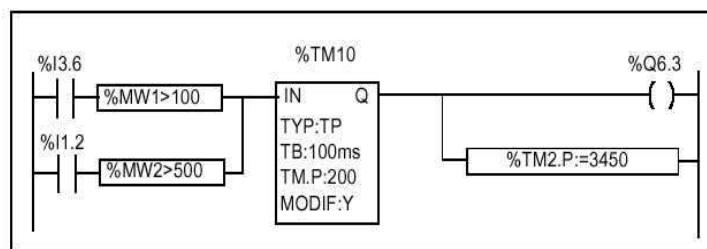


Figure IV.13 : Blocs opération

## V. Fiche de programmation PL7 Pro en langage à contact

Lancez le programme PL7 Pro sous Windows en cliquant 2 fois sur l'icône. Passez au paragraphe 1 ou 2.

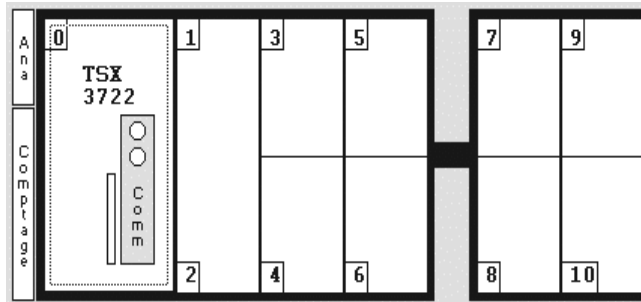
### V.1 Ouverture d'un fichier existant

Cliquez sur « Fichier », puis sur « Ouvrir ». Sélectionnez votre fichier (\*.STX) dans son répertoire et Cliquez sur « OK ». Passez au paragraphe 3.

### V.2 Création d'une programmation

Cliquez sur « Fichier », puis sur « Nouveau », sur « TSX 3722 V5.0 », sur « Non » pour le grafcet et sur « OK ».

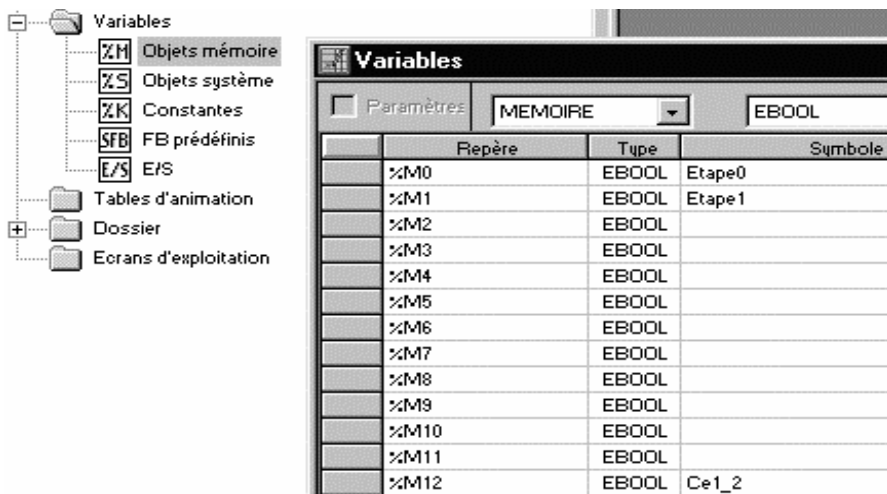
Dans la fenêtre "Navigateur application", double cliquez sur « Configuration », puis sur "Configuration matérielle". Configurez l'automate.



Cliquez sur l'icône "Valider" ✓ et fermez la fenêtre.

### V.3 Ecriture des mnémoniques

Double cliquez sur "variables". Double cliquez sur "Objets mémoire" et remplissez la colonne Symbole.

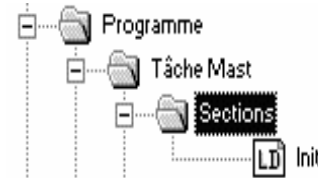
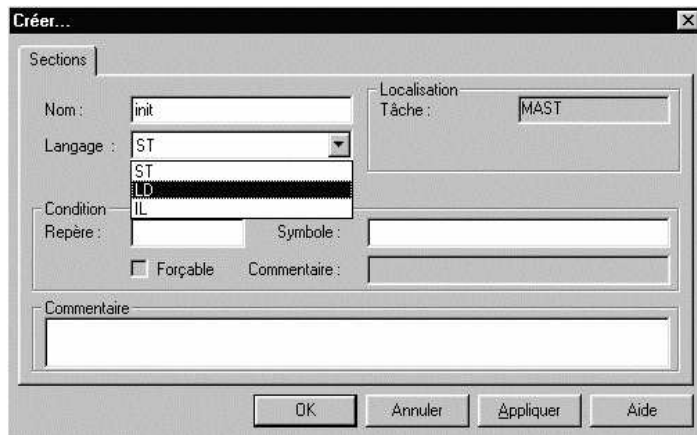


### V.4 Ecriture du programme

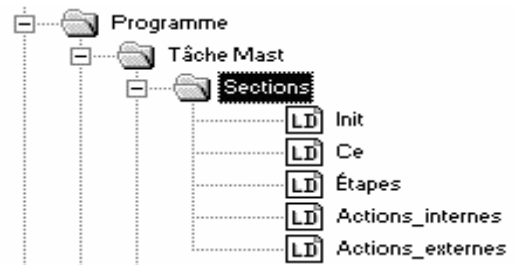
Double cliquez sur "tâche MAST". Cliquez droit sur Section et choisissez "Créer".



Donnez le nom "init" et choisissez le langage LD (LADDER = langage à contacts)



Recommencez en créant les sections "CE", "étapes", "actions internes" et "actions externes".



#### V.4.1 Ecriture du programme dans une section

Double cliquez sur « init ». Dessinez les réseaux en utilisant les icônes en bas de l'écran ou Les touches F2 à F12. Vous pouvez programmer en mnémonique (écrire "etape0" à la place de "%m0").

Validez vos réseaux en appuyant sur la touche « Enter ». Ils deviennent noirs. Fermez la fenêtre on cliquant sur sa croix en haut à droite.

Recommencez pour les autres sections.

#### V.4.2 Test du programme

Cliquez sur « AP » puis sur « Transférer Programme ». Choisir « Console -> Automate » et **cliquez**

sur « OK ». Cliquez sur « AP » puis sur « Connecter ». Cliquez sur « AP » puis sur « Init ». **Cliquez**

sur « AP » puis sur « Run ».

Vous devez créer une table d'animation en faisant un clic droit sur "table d'animation" et en **cliquant** sur "créer".

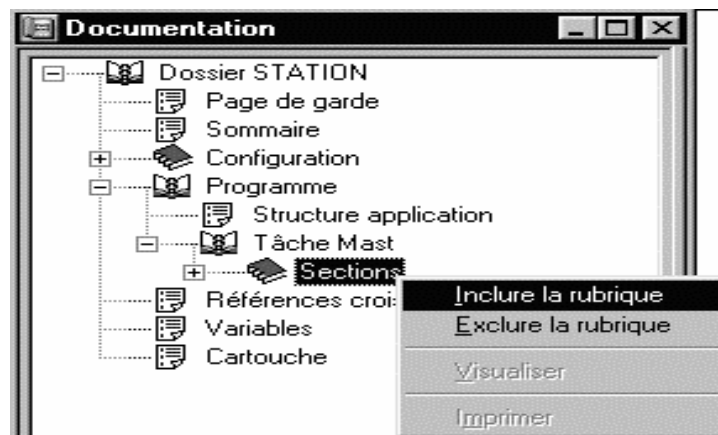


TABLE_1 *						
%%MW0						4/5
Modification	Repère	Symbole / Nom	Valeur courante	Nature	Type	Commentaire
F3 Modifier	%%M0					
F7 0	%%M1					
F8 1	%%M2					
Forçage	%%MW0					

Il ne reste plus qu'à tester le programme et à corriger les erreurs.

### V.5 Impression

Double cliquez sur « Dossier » dans le Visualisez grâce à cette table les étapes de grafcet. Navigateur application. Sélectionnez les rubriques à imprimer par un clic droit et "inclure la rubrique".



Cliquez droit sur « Dossier » puis sur « Constituer le dossier ».



## V.6 Sauvegarde et sortie

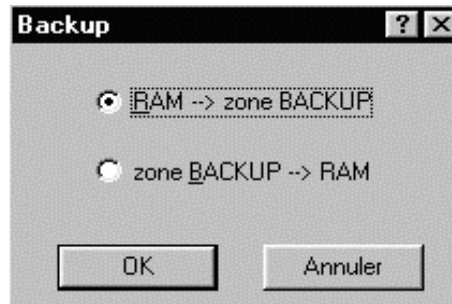
Cliquez sur « Enregistrer sous », sélectionnez le répertoire de votre classe, donnez un nom « xxxxx.STX » (xxxxx correspondant à votre nom) et cliquez sur OK.

Cliquez sur « Fichier » puis sur « Quitter » pour quitter le programme PL7 Pro.

## V.7 Sauvegarde de votre programme en mémoire EEPROM interne

Cette procédure n'est à utiliser que pendant le thème de seconde année.

Cliquez sur "AP" et "Backup".



## VI. Structure du programme de la conduite de l'installation

Le programme actuel du fonctionnement de l'installation est un programme flexible, il est conçu d'une manière à permettre le changement du cycle de travail et du temps des différentes attentes des portiques à travers le pupitre de commande en saisissant les paramètres des portiques sur la table de commande affichée sur l'écran du pupitre.

La conception du programme de l'installation nécessite non seulement la connaissance du logiciel PL7 mais aussi la connaissance de L'XBT L1000 qui est le logiciel de programmation du pupitre de commande.

L'XBT est connecté à un automate par le réseau télémechanique UNITE LWAY. Cet automate qui contrôle l'ensemble de l'installation .le système de pilotage est composé de trois niveaux :

- **Niveau 3** : c'est le niveau XBT, le terminal opérateur est l'outil du suivi en temps réel du fonctionnement de la ligne de traitement de surface.
- **Niveau 2** : c'est le niveau automate. Il gère le pilotage et la synchronisation des différents postes robotisés et manuels. Il acquiert les états et les alarmes pour les remontées au niveau 3.
- **Niveau 1** : c'est le niveau des postes de travail. Ces postes sont de deux types :
  - ✓ manuelle : Avec ou sans pupitre, les postes manuelles sont de trois types différents : poste de chargement des supports, poste de chargement des pièces, Poste de déchargement des pièces.
  - ✓ Automatique (robot).



# **Conclusion générale**

### **Conclusion générale :**

La variation de vitesse par la machine asynchrone est un sujet d'actualité qui donne lieu, chaque année à des nombreux travaux de recherche. Le rapprochement de la communauté automatique et électrotechnique dans des groupements de recherche, les fédérations de laboratoire, a permis d'important progrès.

L'étude que nous avons faite au niveau de l'ENIEM nous a permis de découvrir le monde industriel, d'enrichir nos connaissances sur le plan pratique et le domaine d'automatique et compléter ainsi notre formation théorique universitaire.

Dans ce mémoire, nous avons étudié l'installation de traitement de surface, et proposer quelques améliorations, et cela après avoir constaté que sa commande n'est pas optimal, car elle présente quelques insuffisances.

Après avoir donnée une description générale sur le fonctionnement de la station et le variateur de vitesse qui fait naturellement partie intégrante de tout types d'installation automatisée. Nous avons modélisé la station par un grafcet qui est une méthode de synthèse fiable, simple et surtout, extrêmes puissante pour aborder l'analyse de synthèse complexe, et permet le passage à la programmation en langage PL7.

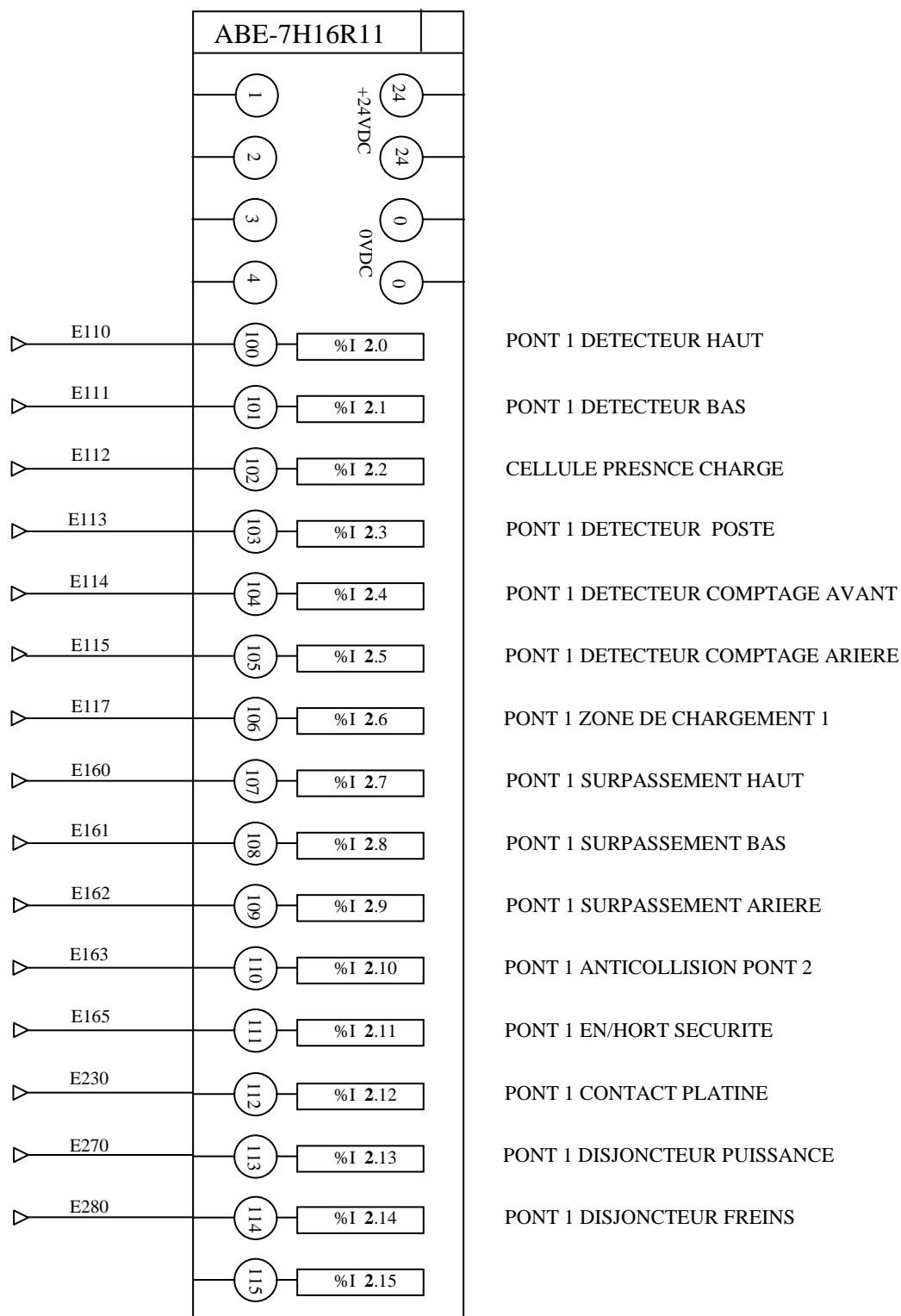
Tout ceci reste évidemment à être amélioré, c'est pour quoi nous laissons le soin à la promotion à venir, nous espérons que ce travail sera un bon support, pour les étudiants intéressés par l'automatisme.

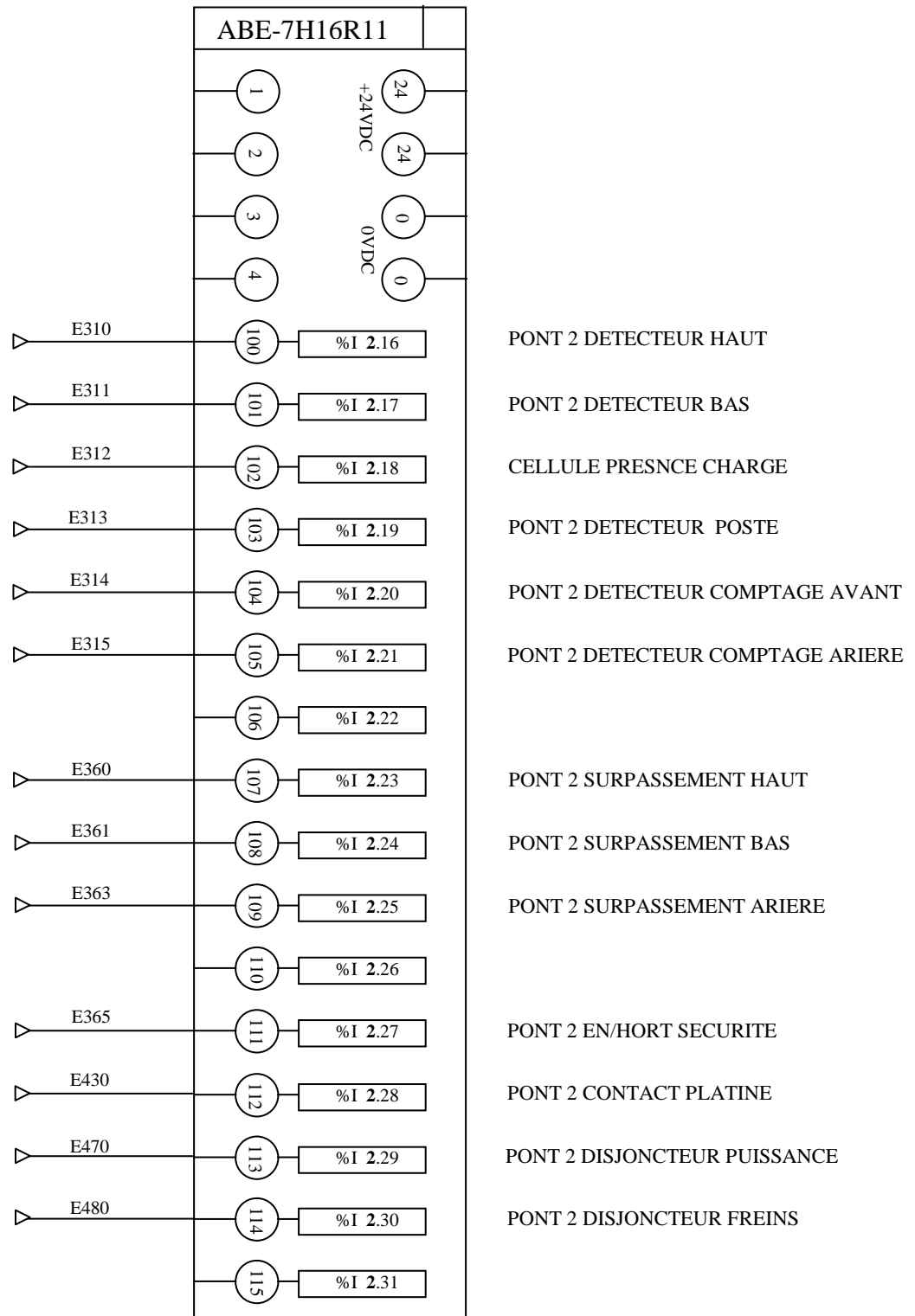


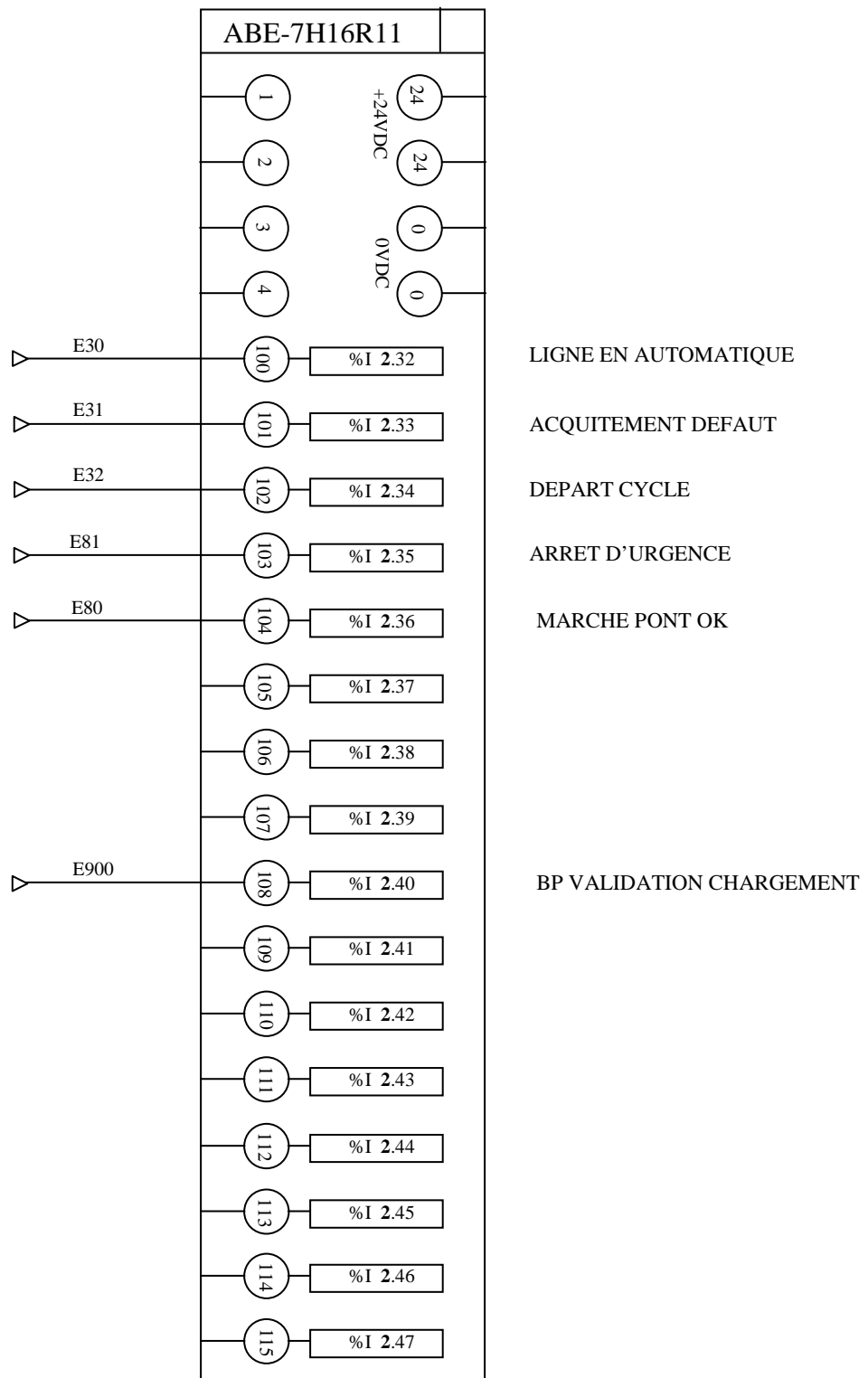


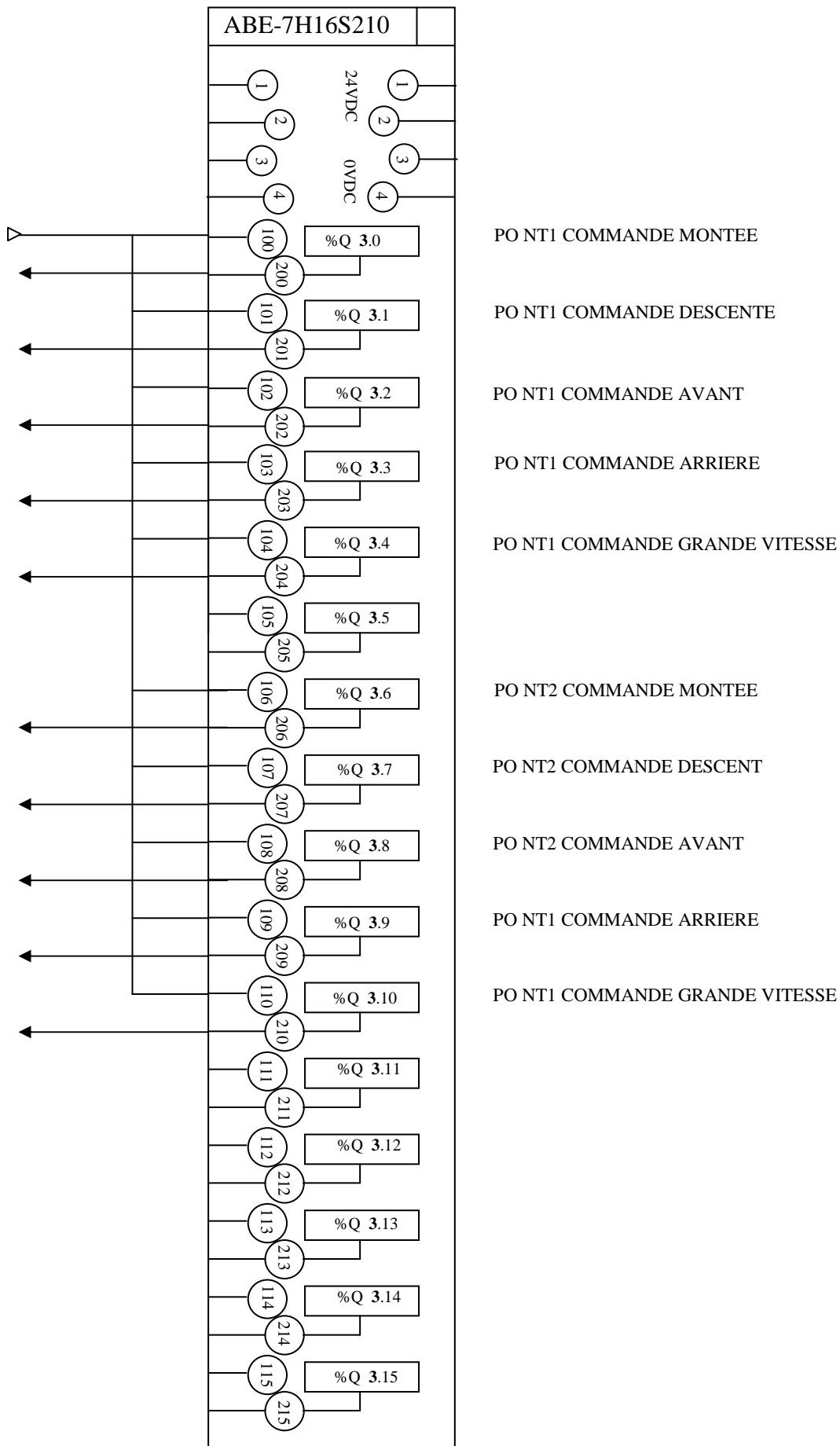
# **Annexe**

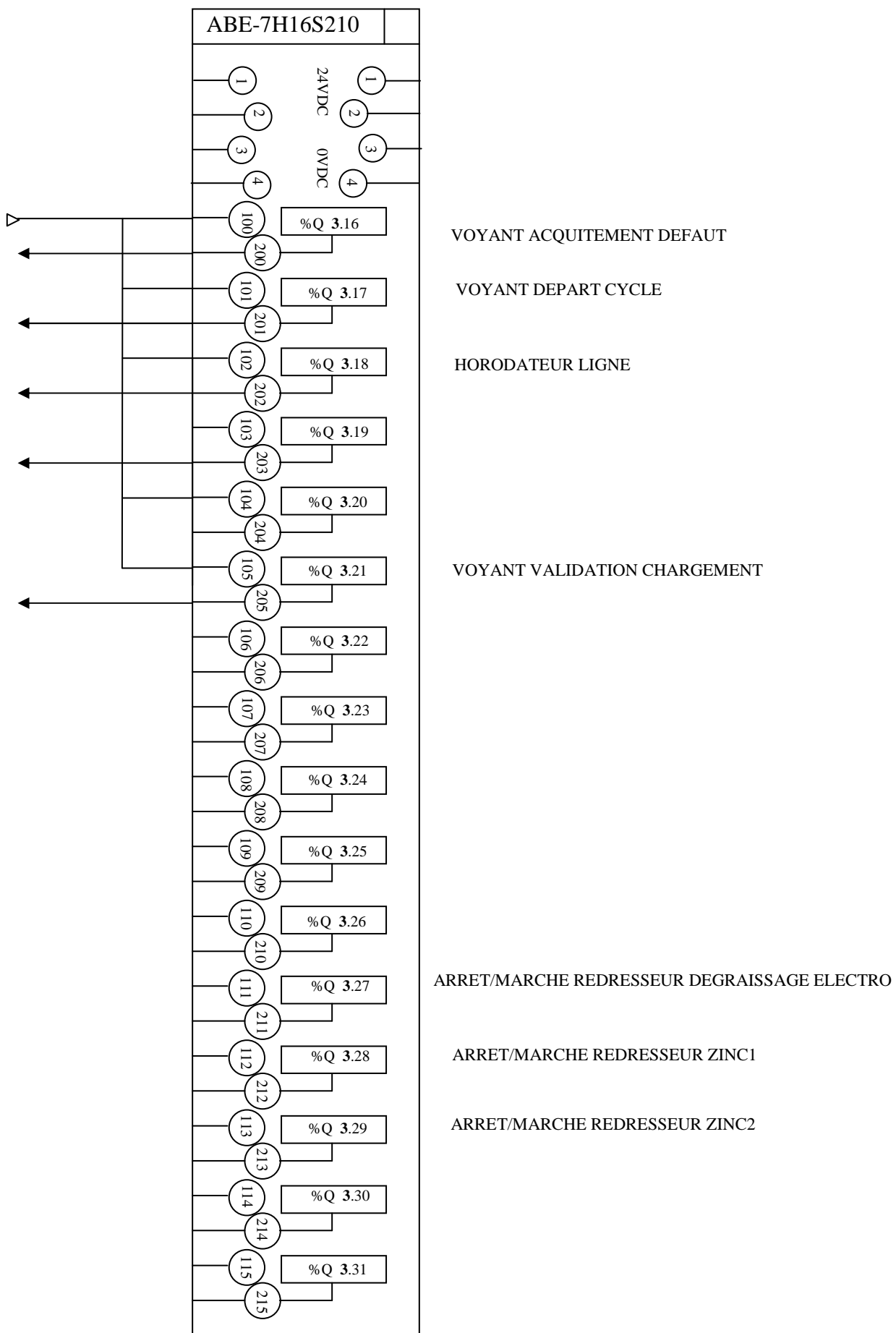
## Embase des portées



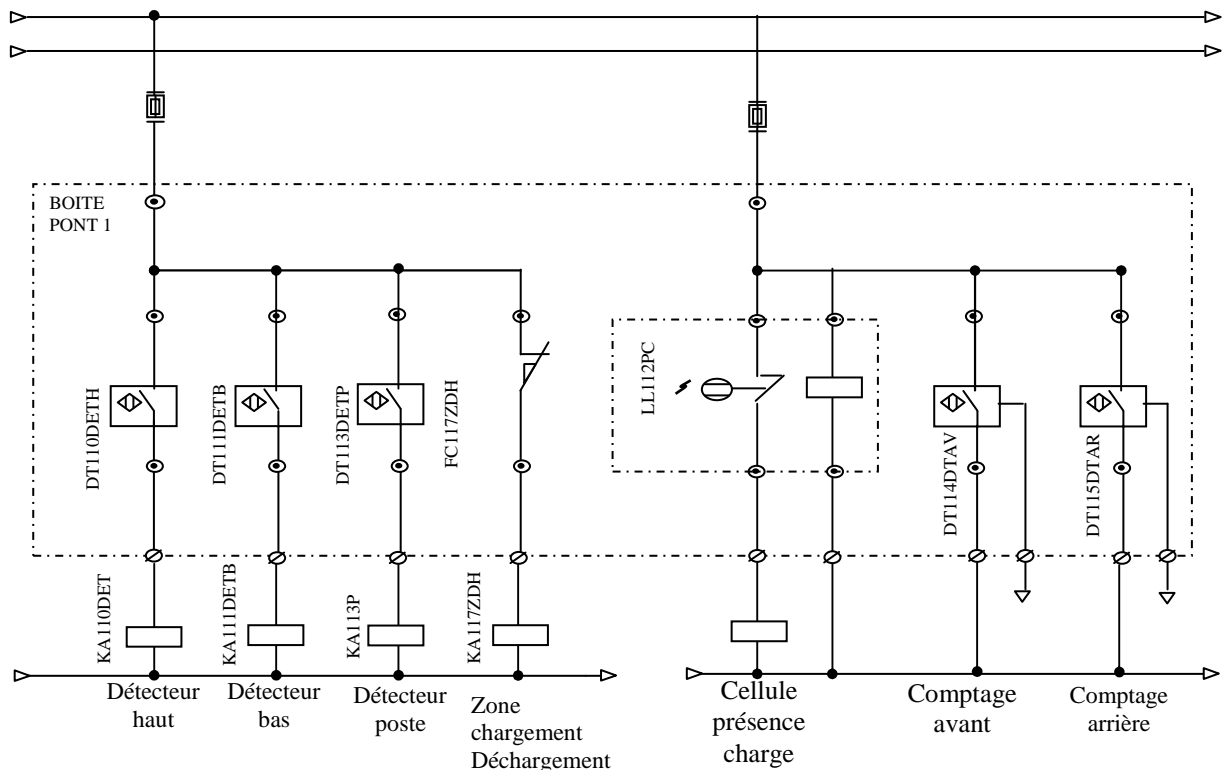




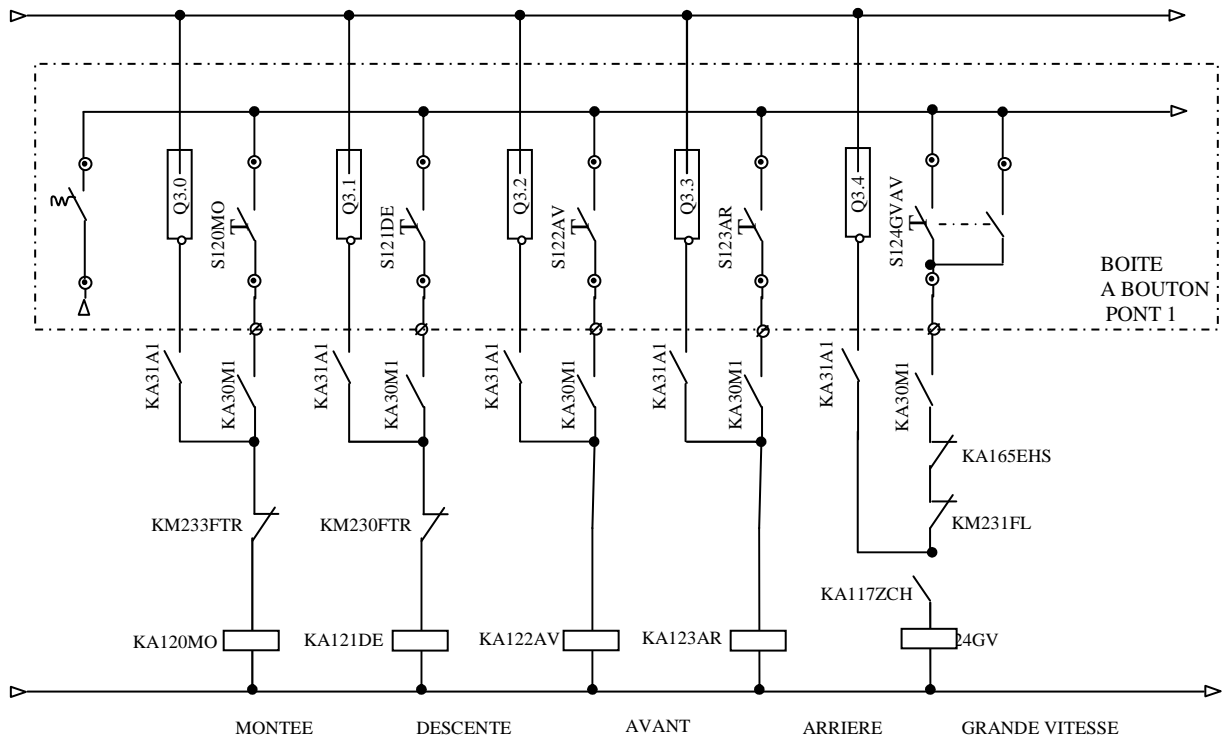




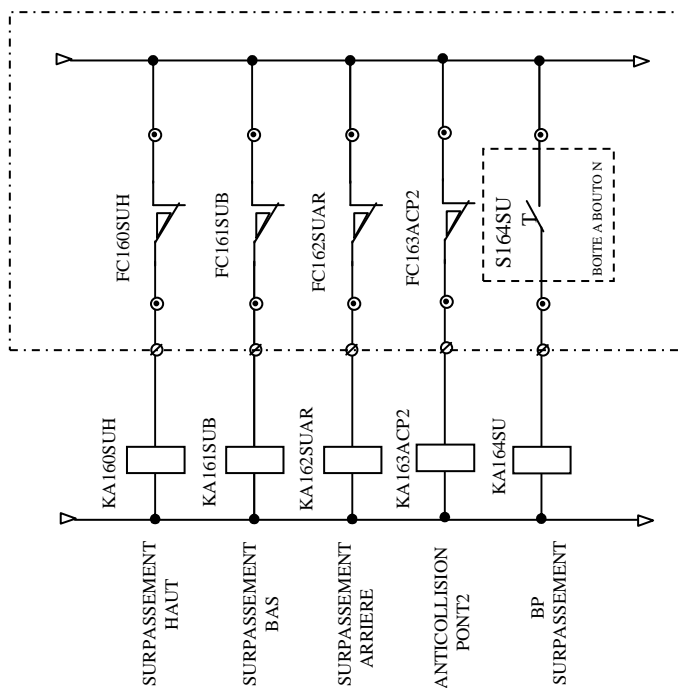
### Détecteur de pont 1



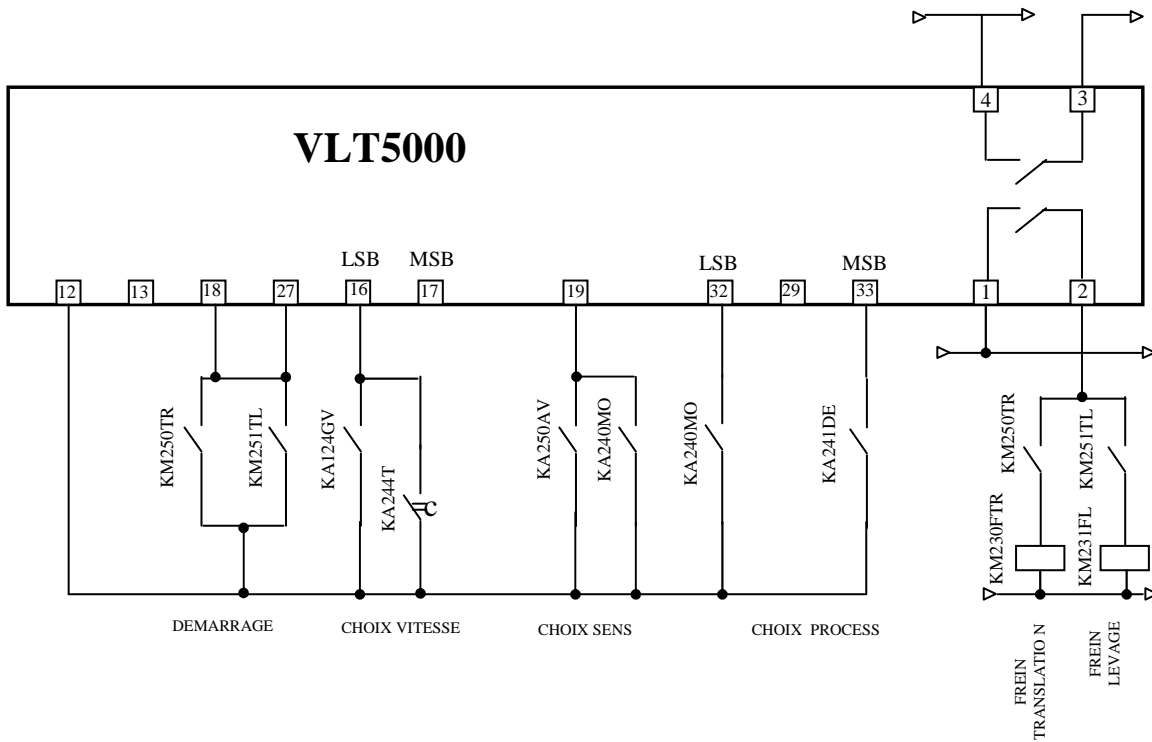
### Commande pont 1

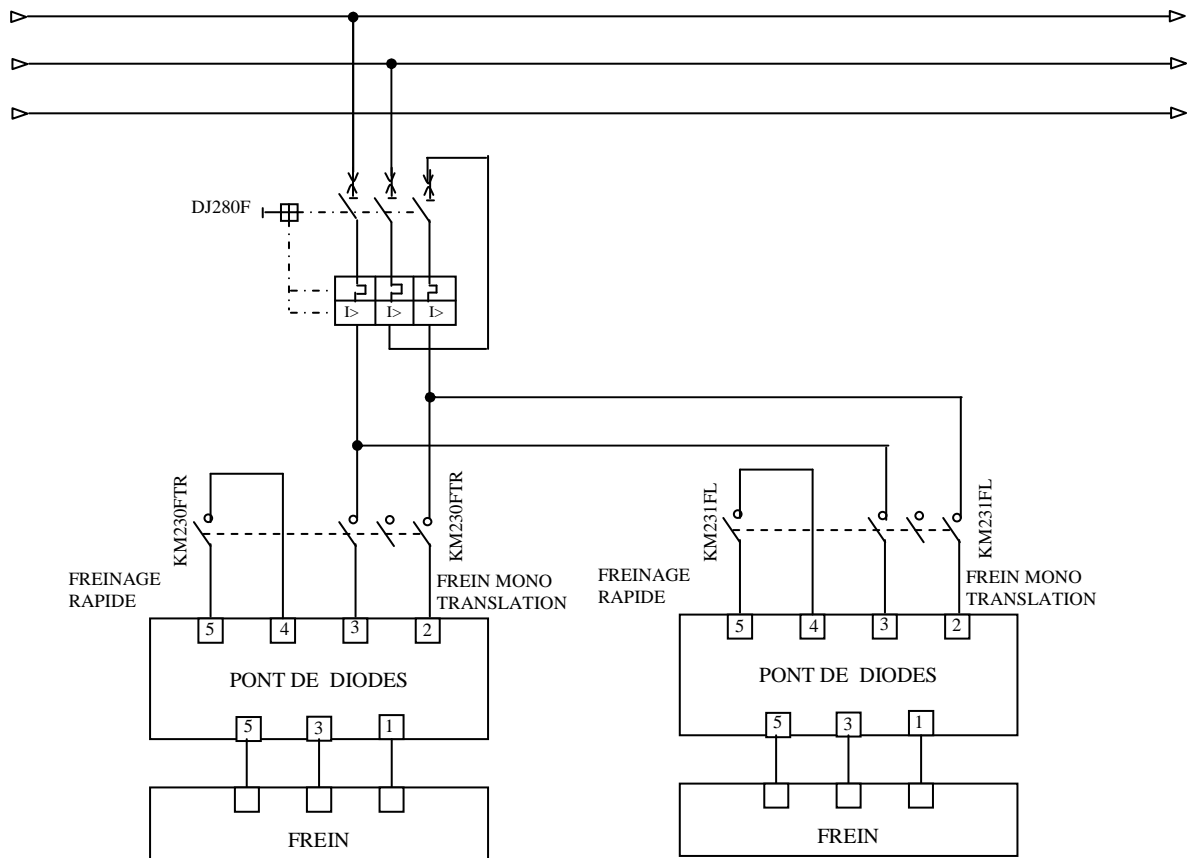


### Surpassement pont 1

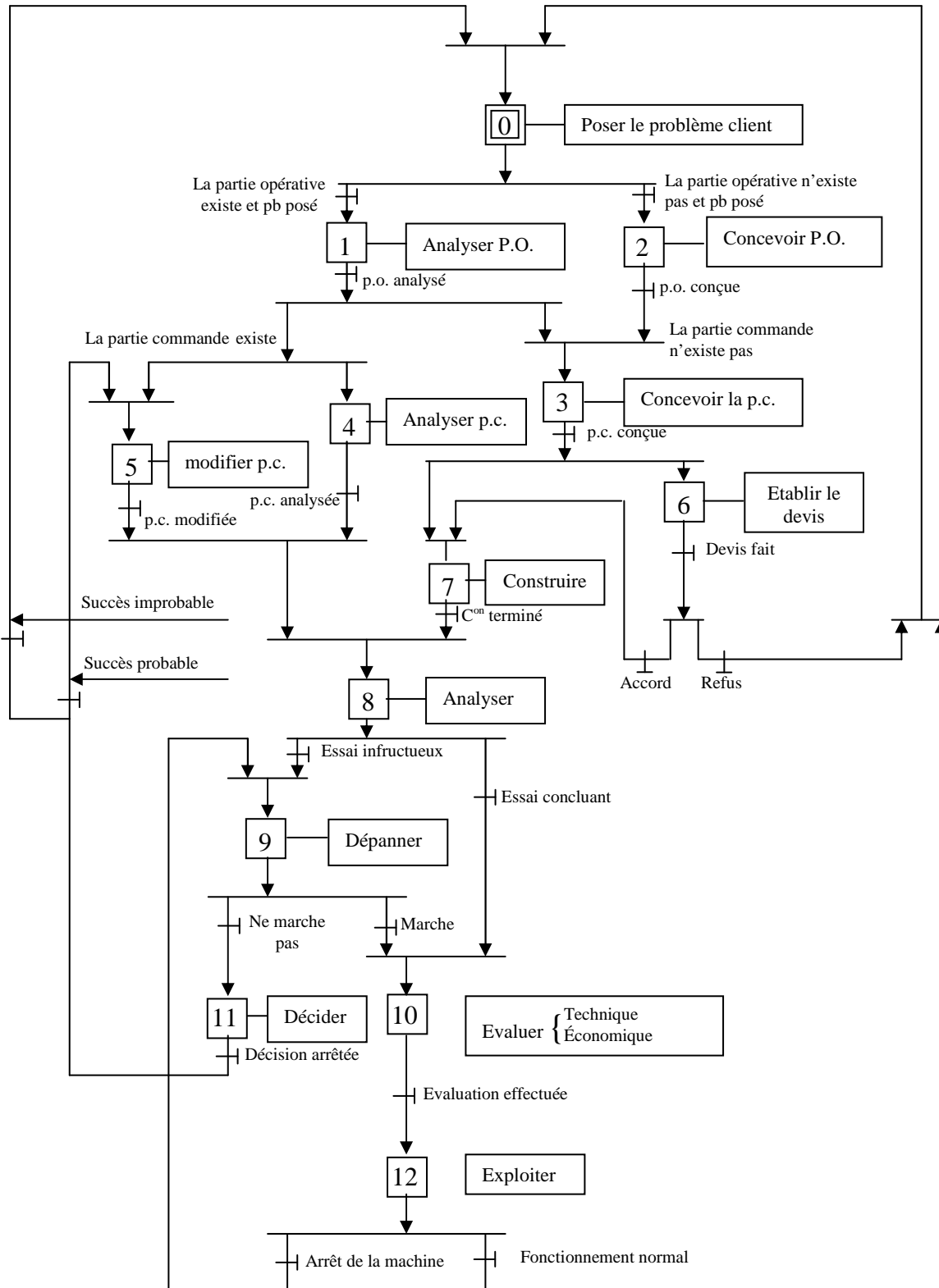


### Variation de vitesse pont 1



**Puissance pont 1 translation levage**

## Analyse des tâches en automatique



## Caractéristique des moteurs asynchrones

	Moteur de translation	Moteur de levage	Agitateur
Vitesse de rotation (tr/mn)	1350	1400	28.4
Puissance nominale (KW)	0.37	0.75	0.18
Facteur de puissance	0.91	0.77	

### Les paramètres d'affichage :

N° Paramètre	Les paramètres
<b>001</b>	Langue
<b>002</b>	Commande local
<b>003</b>	Référence locale
<b>018</b>	Verrouillage
<b>100</b>	Configuration
<b>102</b>	Puissance du moteur
<b>103</b>	Tension du moteur
<b>104</b>	Fréquence du moteur
<b>105</b>	Intensité du moteur
<b>106</b>	Vitesse nominale du moteur
<b>107</b>	Adaptation automatique du moteur
<b>204</b>	Référence minimale
<b>206</b>	Type de rampe
<b>207</b>	Temps de montée de la rampe l
<b>308</b>	Temps de descente de la rampe l
<b>323</b>	Borne 45, sortie, mise à l'échelle des impulsions
<b>326</b>	Relais 01, sortie



# **Bibliographie**

## Bibliographie

- [1]: Documentation de l'entreprise **ENIEM**.
- [2] : **G.Séguier** « Les convertisseur de l'électronique de puissance »  
Lavoisier –TEC et DOC 1992.
- [3] :**JP.Carron, JP.hautier** « modélisation et commande de la machine asynchrone »  
TECHNIP 1995
- [4] :**M. Gabriel BUCHE** « Commande vectorielle de machine asynchrone »  
Mémoire d'ingénieur C.N.A.M. 2001.
- [5]: **T. Wildi** « Electrotechnique »  
3eme Edition De Boeck 1999.
- [6] : **M. Brown, J.Rawtani, D.Patli** « Maintenance électrotechnique »  
Dunod 2006.
- [7] : **N.BENAMROUCHE** «Cours Machine Electrique 4<sup>eme</sup> année 2008.»
- [8] : **Schneider Electric** « Schématique Technologies du contrôle industriel »  
Merlin Gerin 2000.
- [9] : **Danfoss** « Manuel d'utilisation VLT série 5000 »  
Année 2005.
- [10] : **S.Roizot** « Etude des Automates programmables industriel »  
LPO Astier (AUBINAS 07)
- [12] : **D.Dubois, D.Dupont** « Structure des systèmes automatiques »  
7. API 1999.
- [13] **Schneider Electric** « Automates Premium »  
Septembre 2007.
- [14] : **P.Trau** « Le Grafcet et sa mise en ouvre »  
ULP 1997.
- [15] : **D. Dubois** « Réalisation technologique du Grafcet »  
Mars 2002.
- [16] : **Manuel de Référence PL7 Pro** « Description du logiciel PL7 »  
ISIM-MEA2 version 2001.