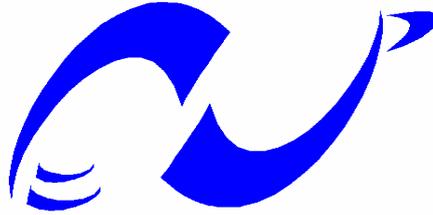


République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique

Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Electrique

Projet de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur
d'état en Automatique

Thème :

**ETUDES ET APPLICATIONS A LA MAQUETTE
PEDAGOGIQUE « CONVOYEUR AS-I » DE
SCHNEIDER ELECTRIC.**

Présenté par :

M. Mohamed amine ALMANI

M. Rabah BOUKRA

Proposé par :

M. E.M.BERKOUK

M. A.SAADI

Promotion : juin 2008

ملخص :

العمل المقدم في هذه المذكرة يتمحور حول دراسة نموذج آلي "كونفوايور آزي".
بعد وصف مكوناته الأساسية قمنا بتحسينات على مستوى : برمجة المسير الصناعي "TSX Micro" بواسطة PL7,
تعديل ضابط السرعة , و الواجهة إنسان/آلة مما سمح لنا بالاستغلال الأحسن لضابط الحرارة , مراقبة و ملاحظة العملية.

الكلمات الأساسية : مسير صناعي مبرمج "تيليميكانيك", شبكة AS-i, ضابط السرعة ATV58 , واجهة Magelis
محسس ذاتي , ضاغط , مؤزع هوائي .

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire est basé sur l'étude de la maquette automatisée
« convoyeur AS-i ».

Après avoir décrit ses principaux constituants, nous avons apporté des améliorations au
niveau : de la programmation de l'automate TSX micro avec le logiciel PL7, du paramétrage
du variateur de vitesse ATV58, et de l'interface Homme/Machine sur le terminal Magelis, ce
qui nous a permis d'exploiter au mieux la régulation de la température, le diagnostic et la
visualisation du processus.

Mots clés : Automate programmable Telemecanique , bus de terrain AS-i, Variateur de
vitesse ATV58, Terminal Magelis, capteurs de proximité inductif, vérins, distributeurs
pneumatique.

Abstract

The work presented in this memory is based on the study of the automated model
“convoyeur AS-i”.

After having described its principal components, we made improvements to the level: of
programming of the controller TSX Micro with software PL7, of the parameter setting of the
speed driver ATV58, and the Human/Machine interface on the Magelis terminal, which
enabled us as well as possible to exploit the temperature control, the diagnosis and the
visualization of the process.

Key words: Programmable logic controller Telemecanique, Ground bus AS-i, speed driver
ATV58, Magelis terminal, inductive proximity sensors, jacks, pneumatic distributors

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciement à notre promoteur Pr. BERKOUK de l'Ecole Nationale Polytechnique pour nous avoir encadrer durant notre projet de fin d'études et nous conseiller tout au long de notre travail.

Nous remercions également notre co-promoteur M. SAADI, Enseignant à l'Institut Nationale Spécialisé dans la Formation Professionnelle de El Mohammadia, pour son encadrement, sa générosité, sa disponibilité et sa confiance.

Nous remercions les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner notre travail.

Nos sincères remerciements à M.YOUNSI, Responsable Industriel Performance Services de Schneider Electric qui nous a conseillé et éclairé sur notre travail.

Nous souhaitons aussi remercier tous les enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger. Nos professeurs d'Automatique qui nous ont encadrés auparavant et tous nos enseignants pour les connaissances qu'ils nous ont transmis, leur disponibilité et leurs efforts.

Nous remercions également les enseignants M.BEKKAY et M.CHADLI de l'INSFP.

Nous tenons à remercier tous les étudiants de l'Ecole Nationale Polytechnique.

Merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce projet.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui ont fait de moi ce que je suis.

A mes frères Nouredine et Idir, pour qui j'ai toujours tenu à donner le meilleur de moi-même.

A ma grand-mère qu'on appelle tous *Habou*, qui m'a toujours soutenu.

A toute ma famille que j'aime énormément et particulièrement pour DADA Malik.

A mon binôme Amine pour ces deux années de travail pleines de souvenirs, ainsi qu'à toute sa famille que je remercie pour son hospitalité et sa gentillesse.

A mes amis Hocine, Amine, Lyes, Redouane, Nawel, Lynda et Mahdi qui ont toujours été là pour moi

A mes amis et camarades de l'Ecole Nationale Polytechnique Yasmina roujia, Mahfoud, Samir, Nacera, Nesrine, Ninette, Kahina, Leila, Tassaadit, Aghiles, Selmane, et toute la promotion Automatique de l'année 2008.

Aux anciens Automaticiens qui m'ont servis d'exemples Riadh, Anissia, Fawzi et Hadia.

A tous ceux qui me sont chers, et qui me portent dans leurs cœurs.

Rabah BOUKRA

DEDICACES

Je dédie ce travail aux deux femmes les plus merveilleuses sur cette terre, qui étaient et sont toujours là pour moi avec leurs conseils et soutien, ma chère maman et ma chère grand-mère (que dieu te garde parmi nous Lala),

À mon père, mes deux sœurs Yasmina et Chahrazed, ma tante Malika et ces deux fils Moundhir et Khaled,

À Fella qui était toujours là pour moi et qui ma soutenu,

À ma sœur Souha (allah yerhamha),

À mon grand père (que dieu te garde parmi nous Babasidou),

À toute ma famille,

À mon binôme Rabah et ces deux années de travail et de complicité,

À toute la promotion Automatique 2008, et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Mohamed amine

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale	1
------------------------------	----------

CHAPITRE I : Les différentes gammes d'Automates Télémécanique

I.1- Modules programmables Zelio Logic	4
I.1.1- Présentation	4
I.1.2- Programmation	4
I.1.3- Modules logiques compactes	4
I.1.4- Modules logiques modulaires et extensions	5
I.2- Contrôleurs programmables Twido	5
I.2.1- Bases compactes	5
I.2.2- Bases Modulaires	6
I.2.3- Programmation	7
I.3- Automate Modicon TSX Micro	8
I.3.1- Automates TSX 37 05 (et TSX 37 08)	8
I.3.2- Automates TSX 37 10	9
II.3.2- Automates TSX 37 21/22	11
I.4- Automates Modicon M340	14
I.4.1- Modules processeurs	14
I.4.2- Programmation	15
I.5- Modicon Premium	16
I.5.1- Présentation	16
I.5.2- Les Processeurs TSX P57	16
I.6- Modicon Quantum	18
I.6.1- Présentation	18
I.6.2- Mémoire sauvegardée protégée	18
I.6.3- Ports de communication	19

I.6.4- Coprocesseur mathématique	20
---	-----------

CHAPITRE II : Logiciel de programmation PL7

II-1 .Présentation	22
II.2- Les langages du PL7	22
II.2.1- Présentation des langages	22
II.2.2- Description des langages PL7	23
II.2.2.1- Langage à contacts (Ladder)	23
II.2.2.2- Liste d'instructions	23
II.2.2.3- Littéral structuré	24
II.2.2.4- Grafcet	25
II.3- Objets de blocs fonction	26
II.4- Les tâches FAST et MAST	28
II.4.1- Tâche maître (MAST)	28
II.4.2- Tâche rapide (FAST)	28
II.5- Instructions	28
II.6- L'adressage	30
II.7- Principe d'élaboration d'une application	31
II.8- Régulation PID sur PL7	31
II.8.1- Action Proportionnelle, intégrale, dérivée (PID)	31
II.8.2- Les fonctions de « Régulation » sur PL7	32
II.8.3- Programmation de la fonction PID	34
II.8.3.1- Syntaxe	34
II.8.3.2- Paramètres numériques	34
II.8.4- Régulation TOR : modulation en largeur d'impulsions (La fonction PWM)	34
II.9- Exemples d'application	35
II.10- Conclusion	40

CHAPITRE III : Les éléments de base de la maquette convoyeur AS-i

III.1- Bus AS-i	42
III.1.1- Présentation	42
III.1.2- Architecture	43
III.1.3- Les éléments constituant un système AS-i	44
III.1.3.1- Câble AS-i	44
III.1.3.2- Alimentation AS-I	44
III.1.3.3- Maître AS-i	45
a- Maître coupleur automate	45
b- Maître passerelle	45
III.1.3.4- Esclaves AS-i	46
a- Interfaces actives AS-i	46
b- Capteur ou Actionneur intelligent	47
III.1.4- Principe de Communication	48
III.1.4.1- Composition de la trame	48
a- Requête du maître	49
b- Réponse de l'Esclave	49
III.1.4.2- Catalogue des requêtes Maître/Esclave	50
III.1.5- Mise en œuvre logicielle	50
III.1.5.1- Configuration du système de câblage AS-Interface	51
III.1.5.2- Programmation	52
III.1.5.3- Diagnostic	52
III.1.6- Conclusion	53
III.2- Variateurs de vitesse	54
III.2.1- Présentation	54
III.2.2- Constitution et principe de fonctionnement	54
III.2.3- Différents variateurs Telemecanique	55
III.2.4- Réseaux et bus de communication	55
III.2.5- Logiciel PwoerSuite	57
III.2.6- Altivar58	57
III.2.6.1- Présentation	58

III.2.6.2-	Caractéristiques	58
III.2.6.3-	Cartes d'extension	61
a-	Options cartes de communication	61
b-	Options cartes d'entrées/sorties	62
III.2.6.4-	Schéma du variateur ATV58	62
III.2.6.5-	Modes de pilotage du variateur	63
III.2.6.6-	Communication maître variateur	64
a-	Fonctions accessibles par le bus AS-i	64
b-	Configuration, commande et surveillance du variateur	64
III.2.7-	Conclusion	66
III.3-	Terminal d'exploitation MAGELIS	67
III.3.1-	Introduction	67
III.3.2-	Présentation des terminaux MAGELIS	67
III.3.3-	Modes de fonctionnement	68
III.3.4-	Les Terminaux Magelis utilisés dans l'application	70
III.3.5-	Le Logiciel XBTL1000	71
III.3.5.1-	Paramétrage de la table de dialogue	72
III.3.5.2-	Création des pages	72
III.3.5.3-	Objet touche fonction	73
III.3.5.4-	Méthodologie du développement	73
a-	Partie Magelis	74
b-	Partie Automate	75
III.3.6-	Conclusion	76

CHAPITRE IV : Applications convoyeur AS-i

IV.1-	Présentation de la maquette	78
IV.1.1-	Description générale et cycle de fabrication	78
IV.1.1.1-	Partie opérative	79
IV.1.1.2-	Partie commande	82
IV.1.2-	Les Capteurs	82
IV.1.2.1-	Les Capteurs de proximité inductifs	82
a-	Fonctionnement	82

b- Les Capteurs utilisés	83
c- Références et caractéristiques	84
IV.1.2.2- Le Capteur photoélectrique	85
IV.1.2.3- Le Capteurs électromécaniques	86
IV.1.2.4- Les Capteurs de la position des tiges des vérins	87
IV.1.3- Les Actionneurs	88
IV.1.3.1- Les Actionneurs Pneumatiques	88
a- Les vérins	88
b- Les Distributeurs (Pré-actionneurs)	88
c- Le pilotage électrique (électropneumatique)	89
d- Les accessoires de ligne	90
IV.1.3.2- Les moteurs Electriques	91
IV.2- Applications	93
IV.2.1- Identification du réseau AS-i	93
IV.2.2- Identification des adresses des Entrées/Sorties du système	95
IV.2.3- Modification du programme PL7 initial	98
IV.2.3.1- La mise en marche de la boîte à bouton AS-i	98
IV.2.3.2- Optimisation d'énergie	100
IV.2.3.3- Régulation PID	101
IV.2.4- Paramétrage sur PowerSuite	106
IV.2.5- Réalisation d'une interface Homme machine	111
IV.2.5.1- Développement de l'application sur XBTL 1000	111
a- Réalisation des pages et leurs contenus	112
b- Les adresses Mémoire associés (Mapping mémoire automate)	116
c- Paramétrage de la table de dialogue	118
IV.2.5.2- Programmation de l'application sur PL7	119
IV.2.5.3- Résultats et interprétation des courbes	124
IV.2.5.4- Conclusion	127
Conclusion générale	128

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : <i>Module zelio logic compact</i>	4
Figure I.2 : <i>Module Zelio logic Modulaire</i>	5
Figure I.3 : <i>TWD LDA 10 DRF</i>	5
Figure I.4 : <i>Exemple de Base Modulaire Twido TWD LMDA 20DRT</i>	6
Figure I.5 : <i>Automate TSX 35 05</i>	8
Figure I.6 : <i>Automate TSX 37 10</i>	10
Figure I.7 : <i>Automate TSX 37 22</i>	12
Figure I.8 : <i>Interfaçage des E/S Analogiques intégrés au TSX 37 22</i>	13
Figure I.9 : <i>Plate forme d'automatisme Modicon M340</i>	14
Figure I.10 : <i>Automate Modicon Quantum</i>	18
Figure II.1 : <i>Structure d'une section en langage contact</i>	23
Figure II.2 : <i>Structure d'une section en liste d'instructions</i>	24
Figure II.3 : <i>Structure d'une section en littéral structuré</i>	24
Figure II.4 : <i>Structure d'une section en Grafcet et la macro étape</i>	25
Figure II.5 : <i>Navigateur d'application</i>	26
Figure II.6 : <i>Paramétrage des blocs fonctions</i>	27
Figure II.7 : <i>Etapes d'élaboration d'une application</i>	31
Figure II.8 : <i>L'effet des différentes combinaisons de Régulateur P, I et D</i>	32
Figure II.9 : <i>Les différentes fonctions de la boucle de régulation</i>	33
Figure II.10 : <i>Description du bloc fonction PID</i>	33
Figure II.11 : <i>Positionnement de la fonction PWM par rapport à la fonction PID</i>	34
Figure II.12 : <i>Schéma synoptique du chariot</i>	35
Figure III.1 : <i>Différence entre le câblage traditionnel et le câblage AS-i</i>	42
Figure III.2 : <i>Architecture du réseau AS-i</i>	43
Figure III.3 : <i>Différentes topologies du réseau AS-i</i>	43
Figure III.4 : <i>Câble jaune AS-i</i>	44
Figure III.5 : <i>Module Alimentation TSX SUP A02</i>	44
Figure III.6 : <i>Positionnement des deux types de maîtres</i>	46
Figure III.7 : <i>Interface Active AS-i</i>	47

Figure III.8 : <i>Branchement des différents Esclaves AS-i</i>	47
Figure III.9 : <i>Cycles de Dialogue Maître Esclave AS-i</i>	48
Figure III.10 : <i>Trames de Dialogue Maîtr /Esclave AS-i</i>	49
Figure III.11 : <i>Ecran configuration du coupleur AS-i sur PL7</i>	51
Figure III.12 : <i>Ecran configuration des équipement esclaves AS-i</i>	51
Figure III.13 : <i>Bloc visualisation</i>	53
Figure III.14 : <i>Schéma de puissance d'un variateur de vitesse pour les machines AC</i>	54
Figure III.15 : <i>Schéma de découpage de la tension continue suivant le principe MLI</i>	55
Figure III.16 : <i>Différents types de connexion des automates</i>	56
Figure III.17 : <i>Connexion Modbus multipoint</i>	57
Figure III.18 : <i>Schéma du ATV58 HU09M2 (monophasé et triphasé)</i>	63
Figure III.19 : <i>L'environnement des Terminaux Magelis</i>	67
Figure III.20 : <i>Le principe du mode enregistrement</i>	69
Figure III.21 : <i>Le principe du mode exploitation</i>	69
Figure III.22 : <i>Le principe du mode confidentiel</i>	69
Figure III.22 : <i>Le principe du mode confidentiel</i>	71
Figure III.24 : <i>Table de dialogue Magelis</i>	72
Figure III. 25: <i>Editeur d'application</i>	72
Figure III.26 : <i>Le cycle de développement en V</i>	74
Figure IV.1 : <i>La maquette « Convoyeur AS-I »</i>	78
Figure IV.2 : <i>Le bus AS-i et le module de raccordement</i>	79
Figure IV.3 : <i>Le Premier convoyeur</i>	79
Figure IV.4 : <i>L'îlot Four</i>	80
Figure IV.5 : <i>Capteurs position de la porte</i>	80
Figure IV.6 : <i>Le second convoyeur</i>	81
Figure IV.7 : <i>Les coffrets de la partie commande</i>	82
Figure IV.8 : <i>Principe de fonctionnement du capteur de proximité inductif</i>	83
Figure IV.9 : <i>Câble de liaison du capteur et terminal d'adressage</i>	85
Figure IV.10 : <i>Capteur photoélectrique</i>	85
Figure IV.11 : <i>Réflecteur</i>	85
Figure IV.12 : <i>Schéma de câblage d'un capteur photoélectrique</i>	86
Figure IV.13 : <i>Points d'action et de relâchement d'un capteur électromécanique</i>	86
Figure IV.14 : <i>Fonctionnement d'un capteur électromécanique à contact brusque</i>	87
Figure IV.15 : <i>Principe de fonctionnement et symbole des ILS</i>	87

Figure IV. 16 : <i>Schéma d'un vérin double effet</i>	88
Figure IV.17 : <i>Distributeur Parker Pneumatic</i>	89
Figure IV.18 : <i>Schéma des distributeurs</i>	89
Figure IV.19 : <i>Schéma d'un pilote électropneumatique intégré</i>	90
Figure IV.20 : <i>Schéma du filtrage et de lubrification</i>	91
Figure IV.21 : <i>Les schémas électriques des moteurs M2 et M3</i>	92
Figure IV.22 : <i>Schéma électrique du moteur 1 avec le variateur ALTV58</i>	92
Figure IV.23 : <i>Position du coupleur AS-i dans le rack</i>	93
Figure IV.24 : <i>Topologie en arbre du réseau AS-I dans la maquette</i>	94
Figure IV.25 : <i>Le bloc de visualisation centralisé de l'automate TSX Micro</i>	95
Figure IV.26 : <i>Configuration matérielle sur PL7</i>	95
Figure IV.27 : <i>Terminal d'adressage AS-i</i>	96
Figure IV.28 : <i>Exemple de recherche des emplacements des adresses des DCY et FCY</i>	99
Figure IV.29 : <i>Configuration de l'entrée analogique intégrée</i>	103
Figure IV.30 : <i>Réglage des vitesses</i>	107
Figure IV.31 : <i>Réglage des Accélération/Décélération</i>	108
Figure IV.32 : <i>Optimisation</i>	108
Figure IV.33 : <i>Premières Modifications</i>	110
Figure IV.34 : <i>Deuxième Modifications</i>	110
Figure IV.35 : <i>Terminal Magelis XBT-P021010</i>	111
Figure IV. 36 : <i>Terminal Magelis XBT-F024110</i>	111
Figure IV.37 : <i>Arborescence des pages application et pages alarmes</i>	112
Figure IV.38 : <i>Page du Mode Automatique</i>	113
Figure IV.39 : <i>Page du Mode Manuel</i>	114
Figure IV.40 : <i>Page Paramètres Régulation PID</i>	115
Figure IV.41 : <i>Page courbe de Régulation PID</i>	115
Figure IV.42 : <i>Page mise en état initial</i>	116
Figure IV.43 : <i>Page Réarmement</i>	116
Figure IV.44 : <i>Configuration table de dialogue</i>	118
Figure IV.45 : <i>Configuration du champ alphanumérique</i>	122
Figure IV.46 : <i>Configuration du barographe température</i>	123
Figure IV.47 : <i>Configuration des propriétés de la courbe</i>	124
Figure IV.48 : <i>Configuration du champ alphanumérique</i>	125

Figure VI.49 : <i>Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PI</i> <i>(régime permanent)</i>	126
Figure VI.50 : <i>Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PID</i> <i>(régime transitoire)</i>	126
Figure VI.51 : <i>Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PID</i> <i>(régime permanent)</i>	127

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : <i>Caractéristiques des différents modules Twido compact</i>	6
Tableau I.2 : <i>Caractéristiques des différentes bases modulaires Twido</i>	7
Tableau I.3 : <i>Possibilités d'extension aux Automates TSX 37 05/08</i>	9
Tableau I.4 : <i>Choix des extensions possibles aux Automates TSX 37 10</i>	11
Tableau I.5 : <i>Caractéristiques et possibilités d'extension aux automates TSX 37 21/22</i>	14
Tableau I.6 : <i>Caractéristiques spécifiques à chaque processeur TSX premium</i>	17
Tableau I.7 : <i>Caractéristiques spécifiques à chaque processeur Quantum</i>	20
Tableau II.1 : <i>Les différences entre les versions du PL7</i>	22
Tableau II.2 : <i>Utilisation des langages dans la gamme d'automates Micro et Premium</i>	22
Tableau II.3 : <i>Bits et mots associés aux étapes du Grafcet</i>	25
Tableau II.3 : <i>Différents blocs fonction</i>	27
Tableau II.4 : <i>Présentation des instructions dans différents langages</i>	29
Tableau II.5 : <i>Syntaxes d'adressage</i>	30
Tableau II.6 : <i>Les paramètres de la fonction PWM</i>	35
Tableau II.7 : <i>Les entrées/sorties et leurs adresses</i>	36
Tableau III.1 : <i>Catalogue des requêtes</i>	50
Tableau III.2 : <i>Les bits d'adressage</i>	50
Tableau III.3 : <i>Tableau des différentes caractéristiques du ATV58</i>	61
Tableau III.4 : <i>Signification des bits paramètres</i>	65
Tableau III.5 : <i>Signification des bits de sortie</i>	66
Tableau III.6 : <i>Signification des bits d'entrée</i>	66
Tableau III.7 : <i>Les bits associés au mode de fonctionnements</i>	68
Tableau III.8 : <i>Caractéristiques des Terminaux Magelis XBT-P021010 et XBT-F024110</i>	71
Tableau IV. 1 : <i>Caractéristiques des capteurs inductifs</i>	84
Tableau IV.2 : <i>Les références des différents vérins présents sur la maquette</i>	88
Tableau IV.3 : <i>Accessoires de ligne</i>	90
Tableau IV .4 : <i>Caractéristiques des différents moteurs de la maquette</i>	91
Tableau IV.5 : <i>Adressage des entrées/sorties AS-i</i>	97

Tableau IV.6 : Adressage des entrées/sorties du module TSXDMZ28DR	98
Tableau IV.7 : Adressage des entrées du module Preventa TSXDPZ10D2A	98
Tableau IV.8 : Les adresses des paramètres utilisés de la fonction PID	102
Tableau IV.9 : L'adresse des paramètres utilisés de la fonction PWM	104
Tableau IV.10 : Codage des vitesses	107
Tableau IV.11 : Paramètres initiaux	108
Tableau IV.12 : Les adresses associées aux objets de l'application IHM	118

Symboles et Abréviations

AC	alternative current (courant alternatif)
AI	entrée analogique
AO	sortie analogique
API	automate programmable industriel
AS-i	<i>Actuators Sensors Interfaces</i> . Interfaces pour actionneurs et capteurs
ASIC	application specific integrated circuit (circuit intégré spécialisé)
ATV58	variateur de vitesse Altivar 58
CEM	filtre de compatibilité électromagnétique
Chart	section Grafcet de programmation sur PL7
DC	direct current (courant continu)
DCY	départ cycle
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
EV	Electrovanne
FAST	tâche rapide
FBD	langage bloc fonction
HSP	grande vitesse
IHM	Interface Homme/Machine
Ii	entrée numéro i
IP	indice de protection
Kp	gain proportionnel
LD	langage à contacts LADDER
LI	langage liste d'instructions
LI	entrée logique
LO	sortie logique
LSP	petite vitesse
MAST	tâche maître
MLI	modulation en largeur d'impulsion

OUT_MAX	limite maximale de la sortie du PID
OUT_MIN	limite minimum de la sortie du PID
PB	bit de parité
PID	régulateur proportionnel intégral dérivé
Post	section postérieure de programmation sur PL7
Prl	section préliminaire de programmation sur PL7
PV	Mesure
PWM	<i>Pulse Wide Modulation</i> . Modulation en largeur d'impulsion
Qi	sortie numéro i
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
SP	consigne
SP2	première vitesse présélectionnée
SP3	deuxième vitesse présélectionnée
ST	langage structuré
T_MOD	temps de modulation
Td	temps de dérivation
Ti	temps d'intégration
TOR	tout ou rien
Ts	temps d'échantillonnage

Introduction générale

Les systèmes industriels répondent à des besoins de mesure et/ou de productions. En plus des systèmes mécaniques, ils font généralement appel à :

- L'Automatique
- L'électronique numérique
- L'informatique

Ces différentes disciplines interviennent à tous les niveaux d'un processus industriel.

Dans une conduite de processus, les informations provenant de capteurs sont acquises puis traitées par des programmes informatiques associés à des calculateurs (Automates). Les résultats des traitements permettent une action sur les systèmes au travers d'actionneurs agissant ainsi sur le processus physique [2].

L'opportunité qui s'offre à nous dans ce projet, est celle d'étudier les différentes technologies constituant la maquette pédagogique « convoyeur AS-i » de la firme Schneider Electric, disponible dans l'atelier d'automatisme de l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle (l'INSFP de Mohammadia), et contribuer à son amélioration.

On va tout d'abord présenter dans le premier chapitre les différents automates Télémécanique, leur environnement, leurs capacités, leurs possibilités de communication et leurs langages de programmation.

Dans le deuxième chapitre on se basera sur le logiciel de programmation PL7 de la gamme d'automates Micro et Premium avec les différents langages de programmation qu'il admet, ainsi que les instructions et les fonctions de régulation utilisées. Nous allons ensuite les illustrer en réalisant différentes applications sur la maquette du chariot.

Le chapitre Trois comporte une étude approfondie des éléments essentiels constituant la maquette « convoyeur AS-i » à savoir :

- Le bus de terrain AS-i, ses constituants, son principe de communication, et sa mise en œuvre logicielle.

- Le variateur de vitesse ATV 58 avec son mode de fonctionnement, son logiciel de paramétrage « Powersuite » et ses différentes caractéristiques.
- Le terminal d'exploitation Magelis, son logiciel de conception d'interfaces homme machine XBTL1000 ainsi que la méthodologie de développement.

Dans le dernier chapitre nous allons présenter la maquette « convoyeur AS-i » et son fonctionnement, pour cela on étudiera les différents capteurs et actionneurs qui la constituent. Puis en élaborant un cahier des charges, nous allons détailler les étapes de sa mise en œuvre dans le but d'améliorer et de mieux exploiter la maquette. Enfin nous ferons une conclusion générale sur les résultats obtenus, les connaissances assimilées durant ce projet et les perspectives en vue.

Chapitre I

Les différentes gammes d'Automates Télémécanique

Schneider Electric propose une gamme d'automates et de produit d'automatisation complète par le biais de sa filiale Telemecanique. Les automates mis sur le marché sont :

I.1- Modules programmables Zelio Logic

I.1.1- Présentation

Les modules Zelio Logic sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatisme. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire. Leur compacité et leur facilité de mise en oeuvre en font une alternative compétitive aux solutions à base de logique câblée ou de cartes spécifiques. [3]

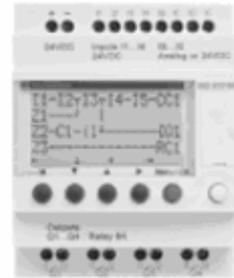


Figure I.1 : Module zelio logic compact[3].

I.1.2- Programmation

La simplicité de leur programmation, garantie par l'universalité des langages, satisfait aux exigences de l'automatisme et répond aux attentes de l'électricien.

La programmation peut être effectuée :

- De façon autonome en utilisant le clavier du module Zelio Logic (langage à contacts),
- Sur PC avec le logiciel "Zelio Soft 2".

Sur PC, la programmation peut être réalisée soit en langage à contacts (LADDER), soit en langage blocs fonctions (FBD).

Le rétro éclairage de l'afficheur LCD (1) se fait par l'activation de l'une des 6 touches de programmation du module Zelio Logic ou par programmation à l'aide du logiciel "Zelio Soft 2" (exemple : clignotement lors d'un dysfonctionnement).

L'autonomie de l'horloge, assurée par une pile lithium, est de 10 ans.

La sauvegarde des données (valeurs de présélection et valeurs courantes) est garantie par une mémoire Flash EEPROM (10 ans).

I.1.3- Modules logiques compacts

Les modules logiques compacts répondent aux besoins d'automatismes simples.

Les entrées/sorties sont au nombre de :

- 12 ou 20 E/S, alimentées en 24V AC ou 12V DC.
- 10, 12 ou 20 E/S, alimentées en 100...240V AC ou 24V DC.

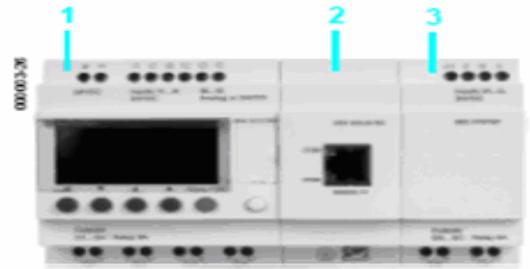
I.1.4- Modules logiques modulaires et extensions

Les entrées/sorties pour les modules logiques modulaires sont au nombre de :

- 26 E/S, alimentées en 12V DC,
- 10 ou 26 E/S, alimentées en 24V AC, 100...240V AC ou 24V DC

Pour plus de performance et de flexibilité, les modules Zelio Logic modulaires peuvent recevoir des extensions afin d'obtenir un maximum de 40 E/S :

- Extensions de communication réseau Modbus ou Ethernet, alimentées en 24V DC par le module Zelio Logic de même tension.
- Extension d'entrées/sorties analogiques avec 4 E/S, alimentées en 24V DC par le module Zelio Logic de même tension,
- Extensions d'entrées/sorties TOR avec 6, 10, ou 14 E/S, alimentées par le module Zelio Logic de même



1 Zelio logic Modulaire (10 ou 26 ES).
 2 Extension E/S TOR (6,10 ou 14 E/S) ou analogiques (4 E/S).



1 Zelio logic Modulaire (10 ou 26 ES).
 2 Extension de communication réseau Modbus ou Ethernet.
 3 Extension E/S TOR (6,10 ou 14 E/S) ou analogiques (4 E/S)

Figure I.2 : Module Zelio logic Modulaire[3]

I.2- Contrôleurs programmables Twido

I.2.1- Bases compactes

La gamme des contrôleurs programmables compacts Twido offre une solution "tout en- un" dans un encombrement réduit de : 80 à 157 x 90 x 70 mm. Huit contrôleurs compacts sont disponibles, différents par leur capacité de traitement et leur nombre d'entrées 24V DC, de sorties à relais et à transistor (10, 16, 24 et 40 entrées/sorties).



Figure I.3 : TWD LDA 10 DRF [3]

- Les options afficheur et mémoire enfichables sur la base facilitent les opérations de réglage, de transfert et de sauvegarde des applications :
 - L'afficheur numérique peut être utilisé comme un outil de visualisation et de réglage local,
 - La technologie EEPROM des cartouches mémoire permet les opérations de sauvegarde et de transfert de programme vers tout contrôleur compact ou modulaire Twido.
- Les contrôleurs compacts possèdent 2 points de réglage analogique (un seul pour les bases 10 et 16 entrées/sorties) accessibles en face avant.

Base compacte	Entrées 24 V DC	Sorties relais	Réglage Analogiques	Ports série	Expansion d'entrées/sorties	Module afficheur	Cartouche optionnelle
TWD LC•A 10DRF	6	4	1 point de 0...1023	1×RS 485	NON	OUI	1 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LC•A 16DRF	9	7	1 point de 0...1023	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	NON	OUI	1 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LC•A 24DRF	14	10	1 point de 0...1023 1 point de 0...511	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	OUI, 4 MAXI	OUI	1 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LC•A 40DRF	24	14+2 sorties à transistor source	1 point de 0...1023 1 point de 0...511	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	OUI, 4 MAXI	OUI	1 emplacement horodateur ou mémoire

Tableau I.1 : Caractéristiques des différents modules Twido compact [3]

I.2.2- Bases Modulaires

L'offre des contrôleurs programmables modulaires propose cinq bases, différentes par leur capacité de traitement et leurs nombre et type d'entrées/sorties (20 ou 40 E/S à raccordement par borniers à vis ou connecteur type HE 10, à sorties relais ou à transistor sink/source). Elles peuvent recevoir en expansion tous les modules d'entrées/sorties (18 modules TOR et analogiques). Toutes les bases modulaires utilisent une alimentation 24V DC.



Figure I.4 : Exemple de Base Modulaire Twido TWD LMDA 20DRT [3]

Ces bases modulaires offrent :

- Une modularité s'adaptant aux besoins de l'application à partir de base pouvant recevoir jusqu'à 4 ou 7 modules d'expansion d'entrées/sorties TOR ou analogiques (selon modèle).
- Les bases modulaires intègrent :
 - 1 entrée analogique tension 0...10 V, 9 bits (512 points),
 - 1 point de réglage analogique accessible en face avant. Ce point peut être réglé sur une valeur comprise entre 0 et 1023.

Base modulaire	Entrées 24 V DC	Sorties	Type de raccordement	Ports série	Expansion d'entrées/sorties	Extension module interface	Cartouche optionnelle
TWD LMDA 20DTK	12	8 à transistor source	Connecteur type HE 10	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	4 modules	1 module : afficheur ou liaison série	2 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LMDA 20DUK	12	8 à transistor sink	Connecteur type HE 10	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	4 modules	1 module : afficheur ou liaison série	2 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LMDA 20DRT	12	6 à relais, 2 à transistor source	Connecteur type HE 10	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	7 modules	1 module : afficheur ou liaison série	2 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LMDA 40DTK	24	16 à transistor source	Connecteur type HE 10	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	7 modules	1 module : afficheur ou liaison série	2 emplacement horodateur ou mémoire
TWD LMDA 40DUK	24	16 à transistor sink	Connecteur type HE 10	1×RS 485 en option 1×RS 232C /485	7 modules	1 module : afficheur ou liaison série	2 emplacement horodateur ou mémoire

Tableau I.2 : *Caractéristiques des différentes bases modulaires Twido [3]*

I.2.3- Programmation

Le logiciel TwidoSoft offre une programmation aisée à partir des instructions langage liste d'instructions ou des éléments graphiques du langage à contacts.

I.3- Automate Modicon TSX Micro

I.3.1- Automates TSX 37 05 (et TSX 37 08)

L'automate TSX 37 05 (TSX 37 08) comprend un bac intégrant une alimentation a 100/240 V, un processeur incluant une mémoire RAM de 11 K mots (programme, données et constantes), 1 mémoire de sauvegarde Flash EPROM, un module d'entrées/sorties "Tout ou Rien" TSX DMZ 28DR (16 entrées et 12 sorties à relais) et un emplacement disponible.

L'emplacement disponible peut recevoir :

- 1 module d'entrées/sorties TOR au format standard de tout type.
- 2 modules demi format de type entrées/sorties TOR, sécurité, entrées/sorties analogiques et comptage.

• **Description**

L'automate TSX 37 05 (TSX 37 08) comprend :

- 1 Un bac à 2 emplacements.
- 2 Un bloc de visualisation centralisé.
- 3 Une prise terminal repérée TER (protocole Uni-Telway maître/esclave, Modbus RTU esclave ou mode caractères).
- 4 Une trappe d'accès aux bornes d'alimentation.
- 5 Un module à 16 entrées et 12 sorties "Tout ou Rien" positionné dans le premier emplacement (positions 1 et 2). Inclut le bornier à vis de raccordement.
- 6 Une trappe d'accès à la pile optionnelle.
- 7 Un emplacement disponible pour module(s) d'entrées/sorties (1 au format standard ou 2 au demi-format).
- 8 Un bouton de réinitialisation.



Figure I.5 : Automate TSX 37 05 [3]

Type de module à implanter	Nombre de module maxi		Format		Raccordement	
	1	2	Standard	Demi	Connecteur	Bornier

entrées/sorties « Tout ou Rien »	8 entrées						
	12 entrées						
	32 entrées						
	4 sorties						
	8 sorties						
	32 sorties						
	16 entrées/sorties						
	28 entrées/sorties						
	64 entrées/sorties						
Module de sécurité Preventa							
Entrées/sorties analogiques	4 ou 8 entrées						
	2 ou 4 sorties						
	4 entrées et 2 sorties						
Voies de comptage/positionnement	1 voie cod. incrémentale						
	2 voies cod. incrémentale						
	1 voie codeur absolu						

Tableau 1.3 : Possibilités d'extension aux Automates TSX 37 05/08 [3]



Implantation possible

I.3.2- Automates TSX 37 10

Les automates TSX 37 10 compacts et modulaires se différencient par leur tension d'alimentation et le type de module d'entrées/sorties "Tout ou Rien" implanté de base dans le premier emplacement.

Chaque configuration TSX 37 10 comprend un bac intégrant une alimentation (24V DC ou 100/240V AC), un processeur incluant une mémoire RAM de 14 K mots (programme, données et constantes), une mémoire de sauvegarde Flash EPROM, un horodateur, un module d'entrées/sorties "Tout ou Rien" (28 ou 64 entrées/sorties) et un emplacement disponible. Un mini bac d'extension TSX RKZ 02 permet d'augmenter le nombre d'emplacements de 2 (4 positions).

Chaque emplacement disponible peut recevoir :

- 1 module d'entrées/sorties TOR au format standard de tout type.

- 2 modules demi-formats de type entrées/sorties TOR, sécurité, entrées/sorties analogiques et comptage.

De plus, les automates TSX 37 10 peuvent se connecter au réseau Ethernet TCP/IP ou à un Modem via le coupleur autonome externe TSX ETZ 410/510.

• **Description**

Les automates TSX 37 10 et le mini bac d'extension TSX RKZ 02 comprennent :

- 1 Un bac de base à 2 emplacements.
- 2 Un bloc de visualisation centralisée.
- 3 Une prise terminal repérée TER (protocole Uni-Telway, Modbus RTU maître/esclave ou mode caractères).
- 4 Une trappe d'accès aux bornes d'alimentation.
- 5 Un module 28 ou 64 entrées/sorties "Tout ou Rien" positionné dans le premier emplacement (positions 1 et 2)
- 6 Une trappe d'accès à la pile optionnelle.
- 7 Un mini bac d'extension à 2 emplacements disponibles (positions 5 à 8).
- 8 Un voyant de présence de tension 24 V DC.
- 9 Des bornes d'alimentation protégées par un cache amovible, pour le raccordement d'une alimentation auxiliaire 24V DC dans le cas des automates alimentés en 100/240V AC.
- 10 Une borne de masse.
- 11 Des connecteurs de raccordement à l'automate de base.
- 12 Un bouton de réinitialisation.

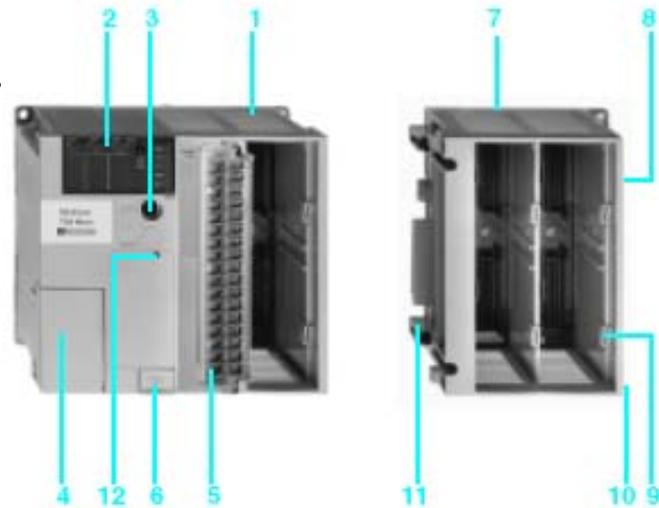


Figure I.6 : Automate TSX 37 10 [3]

Type de module à implanter		Nombre de module maxi				Format		Raccordement	
		1	2	4	6	Standard	Demi	Connecteur	Bornier
entrées/sorties « Tout ou Rien »	8 entrées								
	12 entrées								
	32 entrées								

	4 sorties							
	8 sorties							
	32 sorties							
	16 entrées/sorties							
	28 entrées/sorties							
	64 entrées/sorties							
Module de sécurité Preventa								
Bus As-Interface								
Entrées/sorties analogiques	4 ou 8 entrées							
	2 ou 4 sorties							
Voies de comptage/positionnement	1 ou 2 voie cod. incrémentale							
	1 voie codeur absolu							
Communication	Ethernet TCP/IP ou modem externe							

Tableau I.4 : *Choix des extensions possibles aux Automates TSX 37 10 [3]*



Implantation possible

I.3.3- Automates TSX 37 21/22

Les automates TSX 37 21/22 modulaires se différencient entre eux par leur tension d'alimentation et/ou la possibilité d'effectuer sur la base, du comptage rapide et des fonctions analogiques.

Chaque automate comprend : un bac à 3 emplacements libres intégrant une alimentation (24V DC ou 100/240V AC), un processeur incluant une mémoire RAM de 20 K mots (programme, données et constantes), une mémoire de sauvegarde Flash EPROM, un horodateur, 2 emplacements pour carte PCMCIA (1 carte communication et 1 carte extension mémoire de 128 K mots maximum). Un mini bac d'extension TSX RKZ 02 permet d'augmenter le nombre d'emplacements de 2 (4 positions).

Chaque emplacement disponible peut recevoir :

- 1 module d'entrées/sorties TOR au format standard.
- 2 modules demi-formats de type entrées/sorties TOR, sécurité, entrées/sorties analogiques et comptage.

De plus, les automates TSX 37 21/22 peuvent se connecter au réseau Ethernet TCP/IP ou à un Modem via le coupleur autonome externe TSX ETZ 410/510.

• Description

Les automates TSX 37 21/22 et le mini bac d'extension TSX RKZ 02 comprennent :

- 1** Un bac de base à 3 emplacements disponibles (positions 1 à 6).
- 2** Un emplacement réservé à un module au format standard.
- 3** Un bloc de visualisation centralisée.
- 4** Une prise terminal repérée TER (protocole Uni-Telway, Modbus RTU maître/esclave ou mode caractères).
- 5** Une prise de dialogue opérateur repérée AUX.
- 6** Une trappe d'accès aux bornes d'alimentation.
- 7** Un emplacement pour une carte PCMCIA d'extension mémoire.
- 8** Un emplacement pour une carte PCMCIA de communication.
- 9** Des connecteurs type SUB-D pour les fonctions analogiques et comptage intégrés (avec TSX 37 22).
- 10** Un mini bac d'extension à 2 emplacements disponibles (positions 7 à 10).
- 11** Un voyant de présence de tension 24V DC.
- 12** Des bornes d'alimentation protégées par un cache amovible, pour le raccordement d'une alimentation auxiliaire 24V DC dans le cas des automates alimentés en 100/240V AC.
- 13** Une borne de masse.
- 14** Des connecteurs de raccordement à l'automate de base.
- 15** Un bouton de réinitialisation.

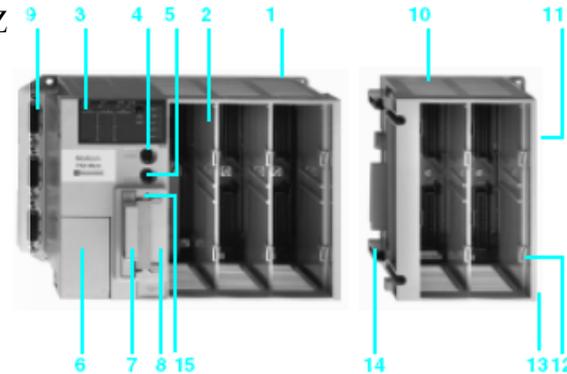


Figure 1.8 : Automate TSX 37 22 [3]

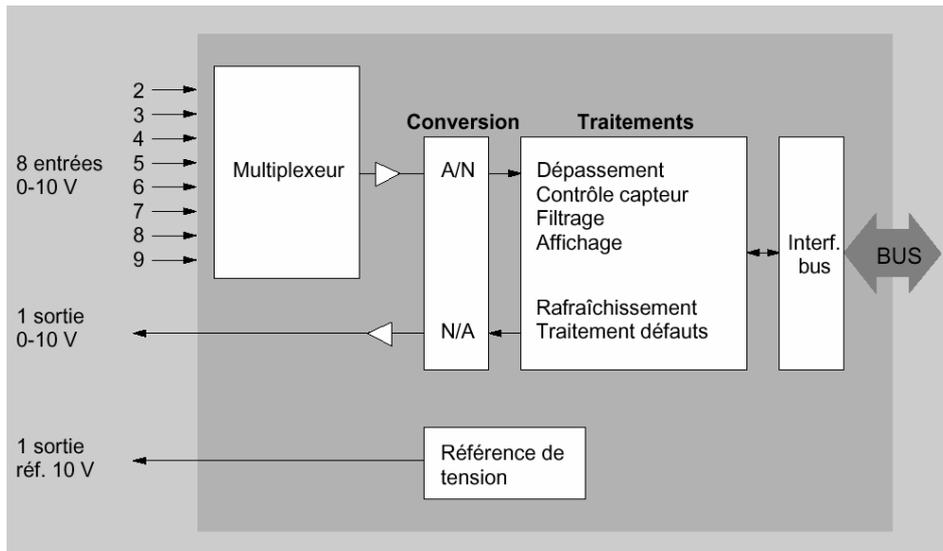


Figure 1.9 : Interfaçage des E/S Analogiques intégrés au TSX 37 22

Type de module à implanter		Nombre de module maxi					Format		Raccordement	
		1	3	4	5	9	Standard	Demi	Connecteur	Bornier
entrées/sorties « Tout ou Rien »	8 entrées									
	12 entrées									
	32 entrées									
	4 sorties									
	8 sorties									
	32 sorties									
	16 entrées/sorties									
	28 entrées/sorties									
	64 entrées/sorties									
Module de sécurité Preventa										
Bus As-Interface										
Entrées/sorties analogiques	4 ou 8 entrées									
	2 ou 4 sorties									
Voies de comptage/positionnement	1 ou 2 voie cod. incrémentale									
	1 voie codeur absolu									

<p>Communication (carte PCMCIA sur processeur)</p>	<p>liaison série, Bus CANopen, Liaison série Modbus, bus fipio agent, Liaison série Unitelway, réseau Modbus plus, réseau Fipway.</p>																		
<p>Communication</p>	<p>réseau Ethernet/TCP IP ou modem externe</p>																		

Tableau 1.5 : Caractéristiques et possibilités d'extension aux automates TSX 37 21/22 [3]

I.4- Automates Modicon M340

I.4.1- Modules processeurs

Les processeurs Standard et Performance de la plate-forme d'automatisme Modicon M340 gèrent l'ensemble d'une station monorack automate dont 11 emplacements maximum peuvent être équipés de :

- Modules d'entrées/sorties "Tout ou Rien".
- Modules d'entrées/sorties analogiques.
- Modules métiers (comptage, communication Ethernet TCP/IP).

Les quatre processeurs proposés se différencient par leurs capacités mémoire, vitesses de traitement, nombre d'E/S et nombre et type de ports de



Figure I.10 : Plate forme d'automatisme Modicon M340 [3]

De plus, selon le modèle, ils proposent au maximum et d'une manière non cumulative :

- De 512 à 1024 entrées/sorties "Tout ou Rien",
- De 128 à 256 entrées/sorties analogiques,
- De 20 à 36 voies métiers comptage,
- De 0 à 2 réseaux Ethernet TCP/IP (avec ou sans port intégré et un module réseau).

Selon les modèles, les processeurs Modicon M340 intègrent :

- Un port Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX,
- Un bus machines et installations CANopen,
- Une liaison série Modbus,
- Une prise TER de type USB (pour connexion d'un terminal de programmation).

Chaque processeur est fourni avec une carte mémoire permettant :

- La sauvegarde de l'application (programme, symboles et constantes)
- L'activation d'un serveur Web de base du port Ethernet intégré de classe Transparent Ready B10 (selon modèle).

Cette carte mémoire peut être remplacée par un autre type de carte mémoire, à commander séparément, supportant :

- Egalement la sauvegarde de l'application et l'activation du serveur Web de base,
- Une zone de 16 Mo pour stockage de données additionnelles organisées en système de fichiers (répertoires et sous-répertoires).

I.4.2- Programmation

La mise en oeuvre de processeurs de la plate-forme d'automatisme Modicon M340 nécessite soit :

- Le logiciel de programmation Unity Pro Small.
- Le logiciel de programmation Unity Pro Medium, Large ou Extra Large identique à celui permettant la mise en oeuvre des plates-formes d'automatisme Modicon Premium et Modicon Quantum,.
- Avec éventuellement, selon les besoins :
 - le logiciel Unity EFB toolkit pour le développement en langage C de bibliothèques de blocs fonction EFs et EFBs,
 - le logiciel Unity SFC View pour la visualisation et le diagnostic des applications écrites en langage diagramme fonctionnel en séquence (SFC) ou Grafset.

Les bibliothèques logicielles de blocs fonctions donnent la puissance aux processeurs Modicon M340 afin de répondre aux métiers spécialisés dans les domaines de :

- La régulation de procédés via des boucles de régulation programmables (bibliothèque de blocs fonctions EFs et EFBs)
- La commande de mouvement avec de multiples fonctions d'axes indépendants (bibliothèque MFB "*Motion Function Blocks*"). Les axes sont pilotés par des variateurs

de vitesse Altivar 31/71 ou des servo variateurs Lexium 05/15 connectés sur le bus machines & installations CANopen.

I.5- Modicon Premium

I.5.1- Présentation

Les processeurs des plates-formes d'automatisme Premium TSX P57 ●●3M/3AM et 23M/23AM gèrent l'ensemble d'une station automate constituée de modules d'entrées/sorties "Tout ou Rien", modules de sécurité Preventa, de modules d'entrées/sorties analogiques et de modules métiers qui peuvent être répartis sur un ou plusieurs racks connectés sur le bus X ou peuvent être distribués sur bus de terrain.

I.5.2- Les Processeurs TSX P57

Les processeurs proposés sont segmentés par des capacités différentes au niveau de la mémoire, des entrées/sorties "In rack", des communications ainsi que par leurs vitesses de traitement. Selon le modèle :

- De 4 à 16 racks ou pas.
- De 512 à 2040 entrées/sorties "Tout ou Rien".
- De 24 à 256 entrées/sorties analogiques.
- De 8 à 64 voies métiers. Chaque module métier (comptage, commande de mouvement, liaison série ou pesage) compte pour 1 ou plusieurs voies métiers.
- De 1 à 4 réseaux (Ethernet TCP/IP, Fipway, Ethway, Modbus Plus), de 2 à 8 bus capteurs/actionneurs AS-Interface, de 1 à 2 bus de terrain (CANopen, INTERBUS, Profibus DP), 0 ou 1 bus de terrain Fipio, des liaisons séries (Modbus, Uni-Telway).
- De 10 à 20 voies de régulation.

La conception et mise en oeuvre des applications sur les Automates Premium se fait à l'aide du logiciel PL7 Pro ou Unity Pro.

Type de processeurs			TSX P57 103M	TSX P57 153M	TSX P57 203M	TSX P57 2623M	TSX P57 253M	TSX P57 2823M
Configuration maximale	Nb de racks	4/6/8 Emplacements	4		16			
		12 emplacements	2		8			
	Nb d'emplacements maximal pour modules		32		128			
Fonctions	Nb maximal	E/S TOR	512		1024			
		E/S analogiques	24		80			
		Voies de régulation	-		10 (jusqu'à 30 boucles simples)			
		Voies métiers	8		24			
	Connexions intégrées	Ethernet TCP/IP	-			1	-	1
		Fipio gestionnaire	-	1 (63 agents)	-		1 (127 agents)	
		Liaison série	1 liaison avec 2 connecteurs (TER et AUX) 19.2 Kbit/s					
	Nb max de connexions	Réseaux	1	1	1	1, aucun si Ethernet intégré utilisé	1	1, aucun si Ethernet intégré utilisé
		Bus AS-i	2		4			
		Bus CANopen	1	-	1			
Bus InterBus ou Profibus DP		-		1, aucun si CANopen utilisé				
Bus AS-i		2		4				
Mémoires	Capacité maximale	Sans carte PCMCIA(Kmots)	32, programme et données		48, programme et données		64, programme et données	
		Avec carte PCMCIA(Kmots)	64, programme 32, données		160, programme 48, données		160, programme 64, données	
		Stockage de données (Kmots)	128		2688			
	Taille max des zones objets	Bits internes localisés (%Mi) (bits)	4096		8132			
		Données internes Localisées (Kmots)	30.5 pour mots internes %M●i 32 pour mots constants %K●i					

Tableau I.6 : Caractéristiques spécifiques à chaque processeur TSX premium [3]

I.6- Modicon Quantum

I.6.1- Présentation

Les unités centrales de la plate-forme d'automatisme Modicon Quantum sont basées sur des processeurs haute performance 486 et Pentium, et sont compatibles avec le logiciel Unity Pro.



Figure I.11 : Automate Modicon Quantum [3]

De nombreuses fonctionnalités sont incluses de base dans les processeurs Quantum :

- Temps de cycle réduit avec acquisition rapide des entrées/sorties.
- Traitement d'interruption sur événement de temps ou en provenance d'entrées.
- Traitement possible en tâche rapide comme en tâche maître.
- Extension des capacités mémoire par cartes mémoire PCMCIA.
- Multiples ports de communication intégrés au processeur.
- Diagnostic et maintenance aisés grâce au bloc de visualisation LCD en face avant des processeurs haut de gamme.

Les processeurs proposés se différencient par leurs capacités mémoire, leurs vitesses de traitement et leurs possibilités de communication.

I.6.2- Mémoire sauvegardée protégée

Les processeurs supportent de base leur programme application en mémoire RAM interne sauvegardée par pile. Cette pile est logée en face avant du processeur et peut-être remplacée, processeur en fonctionnement.

Pour protéger le programme application en cas de mauvaise manipulation, les processeurs sont équipés en face avant d'un commutateur à clé destiné à protéger la mémoire. Ce commutateur peut être également utilisé pour autoriser la commande Run/Stop d'exécution du processeur. Le processeur 140 CPU 311 10 ne dispose que d'un commutateur pour la protection de la mémoire. Un bit de protection mémoire, à positionner en mode configuration, est également disponible pour le verrouillage de toute modification de programme (via PC de programmation ou par téléchargement de programme) [3].

I.6.3- Ports de communication

Tous les processeurs s'intègrent dans les architectures de réseaux Modbus et Modbus Plus. Des commutateurs rotatifs en face arrière des modules permettent de définir l'adresse du (des) port(s) Modbus Plus. Chaque équipement réseau Modbus Plus doit avoir une adresse unique dans la plage 1...64. Les réglages des ports Modbus comprennent : la vitesse, la parité, le nombre de bits de données, le nombre de bits de stop, le protocole et l'adresse de l'Esclave. Par défaut, ces réglages sont 9600 bit/s, parité paire, 8 bits de données, 1 bit de stop, mode RTU et adresse 1.

Un commutateur en face avant des processeurs permet de paramétrer le port Modbus comme support de communication modem (2400 bit/s, parité paire, 7 bits de données, 1 bit de stop, mode ASCII et adresse 1).

Les processeurs 140 CPU 434 12 A et 140 CPU 534 14B disposent de 2 ports séries Modbus:

- Port 1 Modbus, paramétrable comme modem.
- Port 2 Modbus, gestion de flux RIS/CTS (ne supporte pas la liaison modem).

Types de processeurs			140 CPU 311 10	140 CPU 311 10	140 CPU 311 10	140 CPU 311 10	140 CPU 311 10
Configuration maximale	Nombre de rack 2/3/4/5/10/16 emplacements	E/S locales	2				
		E/S décentralisées	31 stations de 2 racks				
		E/S distribuée	63 stations de 1 rack/3 réseaux				
Entrées/sorties	E/S TOR	E/S locales	Illimité (27 emplacement Maxi)		Illimité (26 emplacement Maxi)		
		E/S décentralisées	31744 entrée 31744 sorties				
		E/S distribuée	8000 entrées et 8000 sorties par réseau				
	E/S Analogiques	E/S locales	Illimité (27 emplacements Maxi)		Illimité (26 emplacements Maxi)		
		E/S décentralisées	1984 entrée 1984 sorties				
		E/S distribuée	500 entrées et 500 sorties par réseau				
E/S métier	E/S de sécurité intrinsèque, comptage, commande de mouvement, E rapides à interruption, liaison série, chronologie fixe.						
Communication	Nombre de modules métiers (dans rack local)	Ethernet, Modbus Plus, profibus DP, SERCOS,	2	6			

		SYMax		
Nombre maximale de connexion	Modbus	2 intégrés RS	2 intégrés RS232/ASCII	1 intégrés RS232/485 Modbus/ASCII
	Modbus Pus	1 intégré 2 maxi en rack local	1 intégré 6 maxi en rack local	
	Ethernet TCP/IP	2 maxi en rack local	6 maxi en rack local	1 intégré 6 maxi en rack local
	Profibus	2 maxi en rack local	6 maxi en rack local	
	As-I	Illimité (27 empl.) en Rack local, 4 en station localisée 2 en station distribuée	Illimité (27 empl.) en Rack local, 4 en station localisée 2 en station distribuée	
	USB	-	1 port réservé pour PC de programmation	

Tableau I.7 : *Caractéristiques spécifiques à chaque processeur Quantum [3]*

I.6.4- Coprocesseur mathématique

Pour des applications justifiant des traitements mathématiques conséquents, un coprocesseur mathématique est intégré sur certains processeurs. Ce coprocesseur réduit considérablement les temps d'exécution de la Bibliothèque de Régulation 984 (PCFL) et de l'Editeur d'Equation, ainsi que ceux des opérations mathématiques écrites au moyen de langages IEC. Cette réduction des temps d'exécution des opérations en virgule flottante signifie plus de puissance pour le traitement d'algorithmes de régulation et de calculs mathématiques [3].

- ❖ L'étude des différents automates de la même gamme nous aide à mieux classer les produits d'automatisation qu'on aura à manipuler.

Chapitre II

Logiciel de programmation PL7

II-1 .Présentation

Le PL7 est le logiciel commun de programmation, de mise au point et d'exploitation des gammes d'automate TSX Micro, Premium. Il est proposé en trois versions :

- PL7 Micro,
- PL7 Junior,
- PL7 Pro.

Services		PL7 Micro	PL7 Junior	PL7 Pro
Programmation/Mise au point/Exploitation		M	M/P	M/P
Bloc fonction utilisateur	Création	-	-	P
	Utilisation	-	P	P
Ecrans d'exploitation	Création	-	-	M/P
	Utilisation	-	M/P	M/P
Modules fonctionnels		-	-	P
Bloc fonction DFB de diagnostic		-	-	P

M = automates Micro,
P = automates Premium,
- = non disponible.

Tableau II.1 : Les différences entre les versions du PL7 [4]

II.2- Les langages du PL7

II.2.1- Présentation des langages

Les langages utilisés par les logiciels PL7 sont conformes à la norme IEC 61131-3 :

- Langage à contacts (Ladder),
- Grafcet,
- Littéral structuré,
- Liste d'instructions.

Langage	Automates Micro	Automates Premium
Langage à contacts	X	X
Liste d'instructions	X	X
Littéral structuré	X	X
Grafcet	X (exceptés les macros étape)	X

Tableau II.2 : Utilisation des langages dans la gamme d'automates Micro et Premium [4]

Ces quatre langages peuvent être mixés au sein d'une même application.

II.2.2- Description des langages PL7

II.2.2.1- Langage à contacts (Ladder)

Le langage à contacts ou bien le Ladder (LD) est un langage graphique. Il permet la transcription des schémas à relais, il est excellent pour le combinatoire et les problématiques d'interverrouillage.

Il utilise les symboles graphiques standard :

- Contacts,
- Bobines,
- Blocs.

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

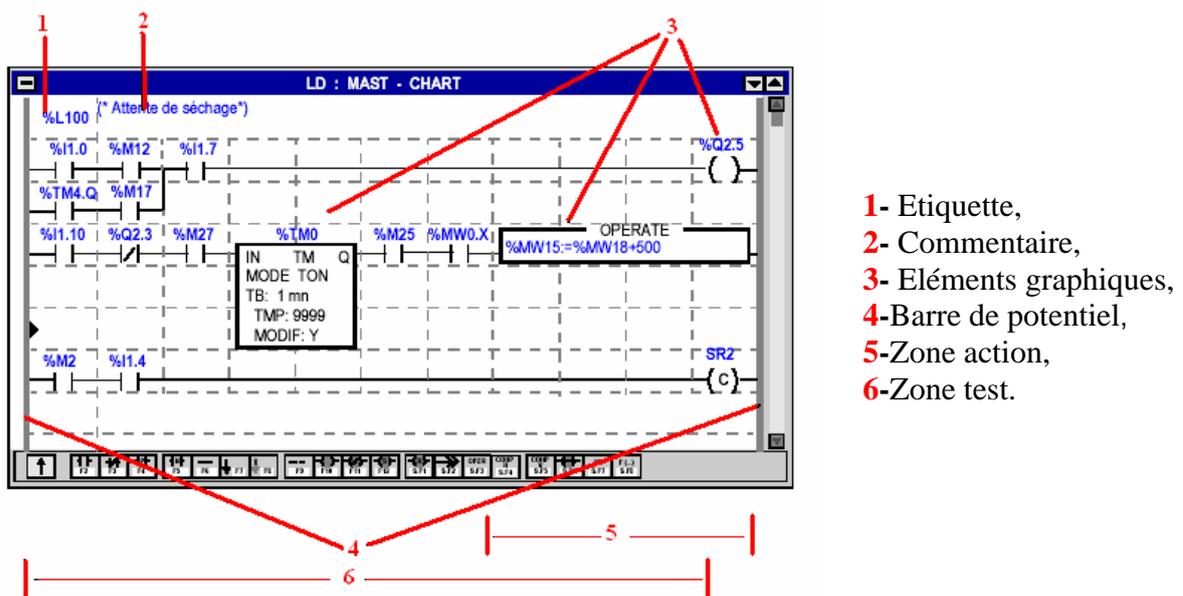


Figure II.1: Structure d'une section en langage contact [4]

II.2.2.2- Liste d'instructions

Le langage liste d'instructions (IL) est un langage machine booléen qui permet l'écriture de traitements logiques et numériques, c'est un langage "bas niveau" pour une optimisation de la taille du code programme généré.

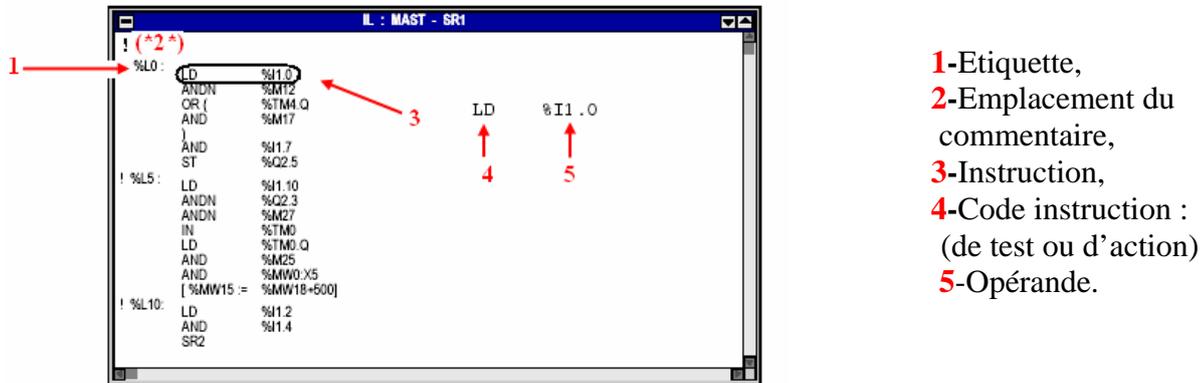


Figure II.2: Structure d'une section en liste d'instructions [4]

II.2.2.3- Littéral structuré

Le langage littéral structuré (ST) est un langage évolué de type algorithmique particulièrement adapté à la programmation des fonctions arithmétiques complexes, manipulations de données.

Il permet la réalisation de programmes par écriture de lignes de programmation, constituées de caractères alphanumériques.

Une section de programme littéral est organisée en phrases. Une phrase littérale est l'équivalent d'un réseau de contacts en langage contacts.

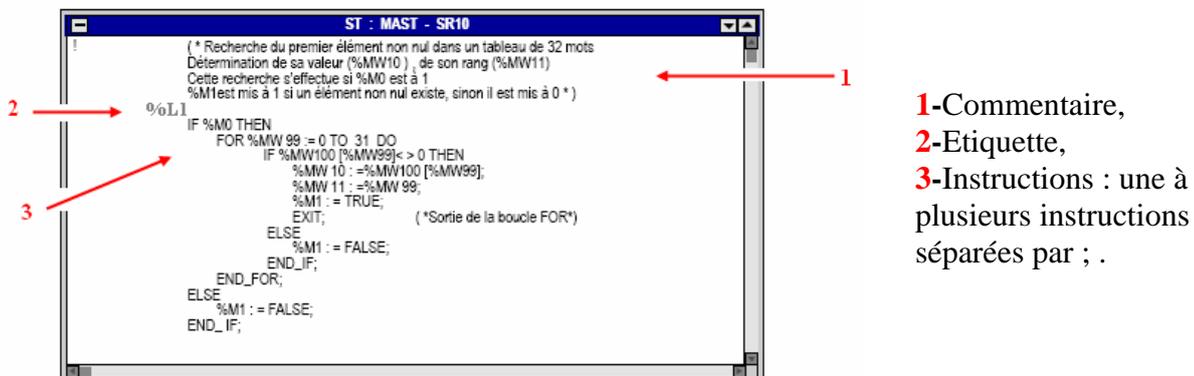


Figure II.3 : Structure d'une section en littéral structuré [4]

Chacun de ces éléments est optionnel, c'est à dire qu'il est possible d'avoir une phrase vide, une phrase constituée uniquement de commentaires ou uniquement d'une étiquette.

II.2.2.4- Grafcet

Le Grafcet fournit une structure globale et permet la coordination d'applications orientées contrôle de process ou commande de machine, il permet de représenter graphiquement et de façon structurée le fonctionnement d'un automate séquentiel.

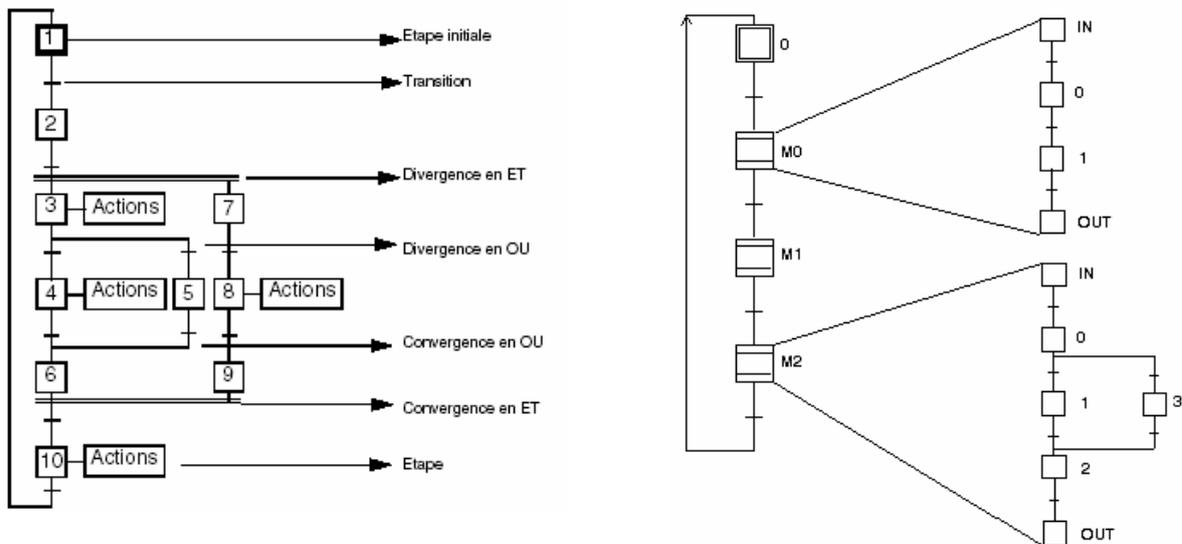


Figure II.4 : Structure d'une section en Grafcet et la macro étape [4]

Bits associés aux étapes	Mots associés aux étapes
%Xi : état de l'étape i	%Xi.T : temps d'activité de l'étape i
%XMj : état de la macro étape j	%Xj.i.T : temps d'activité de l'étape i de la macro étape j
%Xj.i : état de l'étape i de la macro étape j	%Xj.IN.T : temps d'activité de l'étape d'entrée de la macro étape j
%Xj.IN : état de l'étape d'entrée de la macro étape j	%Xi.OUT.T : temps d'activité de l'étape de sortie de la macro étape j
%Xj.OUT : état de l'étape de ortie de la macro étape j	

Tableau II.3 : Bits et mots associés aux étapes du Grafcet [4]

La section Grafcet se programme dans la tâche MAST.

Accès à la programmation

➤ Le traitement préliminaire :

- Les initialisations,
- La logique d'entrée.

➤ Le traitement séquentiel :

Il permet de traiter l'ossature séquentielle de l'application,

➤ Le traitement postérieur :

- La logique de sortie,
- La surveillance.

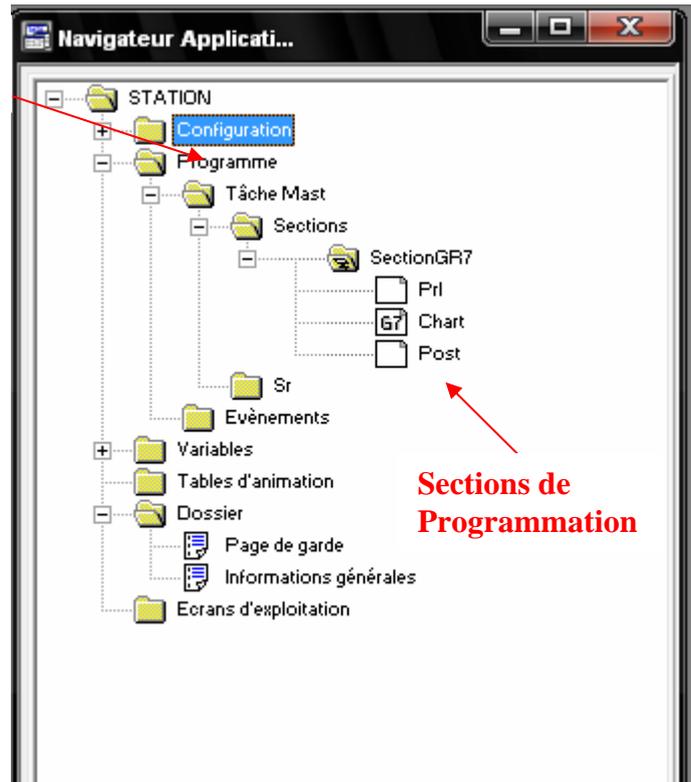


Figure II.5 : Navigateur d'application

II.3- Objets de blocs fonction

Les blocs fonction mettent en oeuvre des objets bits et des mots spécifiques accessibles par programme.

- Objets bits : Ils correspondent aux sorties des blocs. Ces bits sont accessibles par les instructions booléennes de test.

- Objets mots : Ils correspondent :

- Aux paramètres de configuration du bloc, ces paramètres peuvent être accessibles ou pas par programme,
- Aux valeurs courantes.

Blocs fonctions	Symbole	Nbre max Micro	Nbre max Premium	Type d'objets	Description	Adresse	Accès écriture
Temporisateur	%Tmi	64	255 (128 par défaut)	Mot	Valeur courante	%Tmi.V	non
					Valeur de présélection	%Tmi.P	oui
				Bit	Sortie temporisateur	%Tmi.Q	non
Compteur/ Décompteur	%Ci	32	255 (64 par défaut)	Mot	Valeur courante	%Ci.V	non
					Valeur de présélection	%Ci.P	oui
				Bit	Sortie débordement (vide)	%Ci.E	non
					Sortie présélection atteinte	%Ci.D	non
					Sortie débordement (plein)	%Ci.F	non
Monostable	%Mni	8	255 (32 par défaut)	Mot	Valeur courante	%Mni.V	non
					Valeur de présélection	%Mni.P	oui
				Bit	Sortie débordement (vide)	%Mni.R	non
Registre mot	%Ri	4	255 (4 par défaut)	Mot	Accès au registre	%Ri.I	oui
					Sortie du registre	%Ri.O	oui
				Bit	Sortie registre plein	%Ri.F	non
					Sortie registre vide	%Ri.E	non
Programmateur cyclique	%Dri	8	255 (8 par défaut)	Mot	Numéro de pas en cours	%Dri.S	oui
					Etats du pas j	%Dri.Wj	non
					Temps d'activité du pas	%Dri.V	non
				Bit	Dernier pas défini en cours	%Dri.F	non
Temporisateur série 7	%Ti	64	255 (0 par défaut)	Mot	Valeur courante	%Ti.V	non
					Valeur de présélection	%Ti.P	oui
				Bit	Sortie en cours	%Ti.R	non
					Sortie temporisateur Ecoulée	%Ti.D	non

Tableau II.3 : Différents blocs fonction [4]

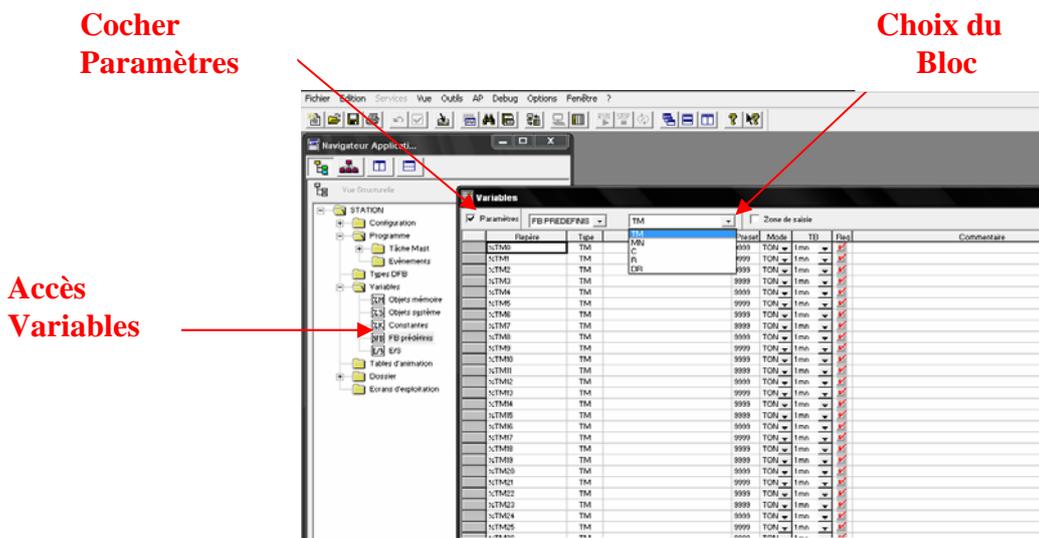


Figure II.6 : Paramétrage des blocs fonctions

II.4- Les tâches FAST et MAST

II.4.1- Tâche maître (MAST)

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 est constitué de plusieurs modules de programmes appelés sections et sous-programmes, qui sont liées à une tâche, une même section ou sous-programme ne peut pas appartenir simultanément à plusieurs tâches.

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

L'exécution de la tâche maître peut être choisie (en configuration) : cyclique ou périodique.

II.4.2- Tâche rapide (FAST)

Tâche plus prioritaire que la tâche maître MAST et périodique avec une période configurable de 1 à 255 ms. Comme pour la tâche maître, le programme associé se compose de sections et de sous-programmes.

Le contrôle de la tâche ainsi que la visualisation des temps d'exécution se fait avec des bits systèmes associés.

Exemple : le bit système %S11 est positionné à 1 et l'application est déclarée en défaut bloquant pour l'automate en cas de débordement (chien de garde).

II.5- Instructions

Instructions	Langages	Langage à contacts (graphisme)	Littéral structuré	Liste d'instructions
Bits de test	Contact normalement ouvert		-	LD
	Contact normalement fermé		NOT	LDN
	Détection de front montant		RE	LDR
	Détection de front descendant		FE	LDF
	Combinaison des contacts		AND	AND (N, R, F)

			OR	OR (N, R, F)	
			-	AND((8 niveaux max)	
			-	OR((8 niveaux max)	
Bits d'action	Bobine directe		-	ST	
	Bobine inverse		-	STN	
	Bobine d'enclenchement		SET	S	
	Bobine de déclenchement		RESET	R	
	Saut conditionnel	->>%Li	-	JUMPC (à 1) JUMPCN (à 0) (JUMP : inconnu)	
	Retour de sous-programme	<RETURN>	-	RET RETC (condit à 1) RETCN (condit à 0)	
Blocs fonction	Standard	Temporisateur, compteurs, monostables... 	-	-direct : avec instructions spécifiques à chaque bloc, -structuré : BLK OUT_BLK END_BLK	
	DFB	Blocs programmables 	-	-	
	Blocs opération	Comparaison verticale		-	-
		Comparaison horizontale		-	-
		Bloc opération		-	-

Tableau II.3 : Présentation des instructions dans différents langages

En plus de ce tableau, le littéral structuré utilisé aussi des instructions :

- De contrôle conditionnelle IF...THEN...END_IF,
- De contrôle conditionnelle REPEAT...END_REPEAT,
- De contrôle conditionnelle WHILE...END_WHILE,
- De contrôle conditionnelle FOR...END_FOR,

II.6- L'adressage

Règles d'adressage	Syntaxe
<p>Objets bits :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">M, S ou X</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">i</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Symbole Type d'objet Numéro </div>	<p>Type d'objet : M : bits internes S : bits système X : étapes (Grafcet) Numéro : dépende de la configuration</p>
<p>Bits extrait de mots :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Mot</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">:x</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">j</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Adresse du mot Numéro </div>	<p>Numéro : 0 à 15 rang du bit dans le mot.</p>
<p>Objets de modules d'entrées/sorties du TSX37 :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I, Q, M, K</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">X, W, D, F</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">x</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">i</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">r</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Symbole Type d'objet Format Position N° voie rang </div>	<p>Type d'objet : I : image de l'entrée Q : image de la sortie M : variable interne K : constante interne Format : X : booléen W : simple longueur 16bits D : double longueur 32bits F : flottant 32bits Position module : 0 à 10 (TSX 37-22) N° voie : 0 à 31 ou MOD Rang : 0 à 127 ou rang</p>
<p>Objets de modules d'entrées/sorties du rack :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I, Q, M, K</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">X, W, D, F</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">x</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">y</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">i</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">r</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Symbole Type d'objet Format rack Position N° voie rang </div>	<p>Type d'objet : I : image de l'entrée Q : image de la sortie M : variable interne K : constante interne Format : X : booléen W : simple longueur 16bits D : double longueur 32bits F : flottant 32bits Rack : 0 à 7 Position module : 0 à 14 (position dans le rack) N° voie : 0 à 127 ou MOD Rang : 0 à 127 ou rang</p>
<p>Objets langage liés au bus AS-i :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">%</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">I ou Q</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">\</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">xy*0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">\</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">n</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">i</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> Symbole Type d'objet rack/module/voie Numéro esclave rang du bit </div>	<p>Type d'objet : I : image de l'entrée Q : image de la sortie Adresse rack : x : 0 à 7, Position module : y : 0 à 14 (dans le rack) Numéro de l'esclave : 0 à 31 Rang du bit : 0 à 3</p>

Tableau II.4 : Syntaxes d'adressage

II.7- Principe d'élaboration d'une application

L'élaboration d'une application comporte 2 phases de développement contenant chacune plusieurs étapes :

- Une phase en mode local (pas de connexion avec l'automate) : permet de créer / modifier une application sur le terminal,
- Une phase en mode connecté (connexion avec l'automate) : permet de modifier une application dans l'automate.

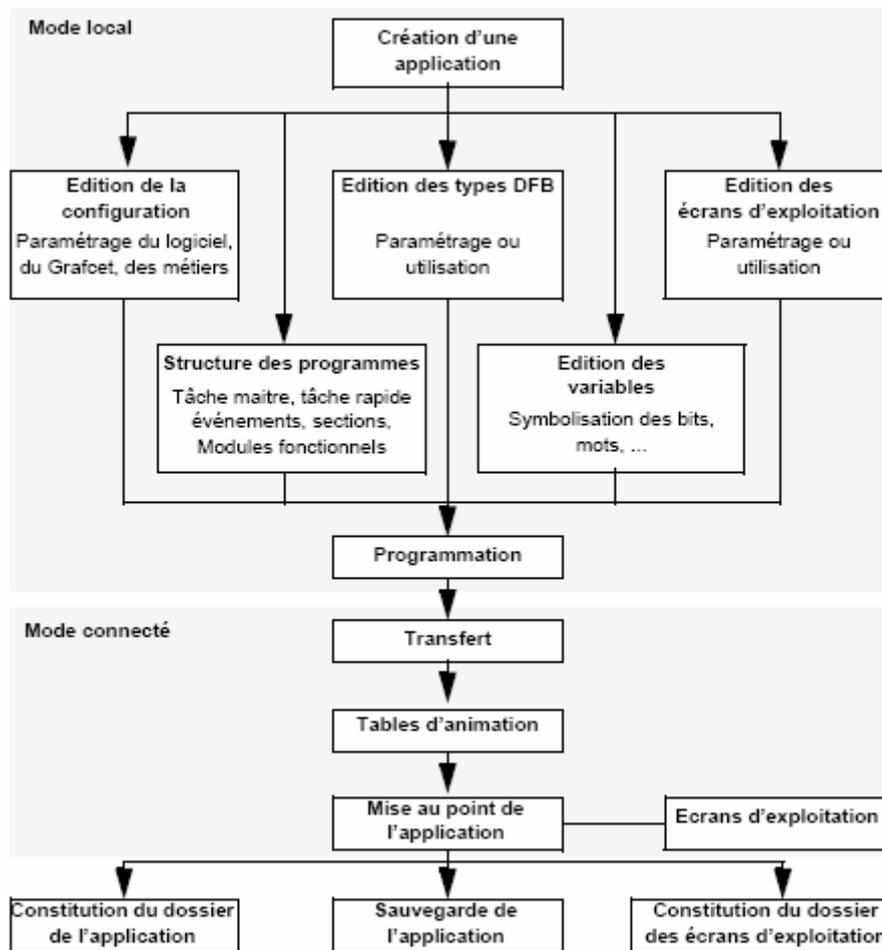


Figure II.7 : Etapes d'élaboration d'une application

II.8- Régulation PID sur PL7

II.8.1- Action Proportionnelle, intégrale, dérivée (PID)

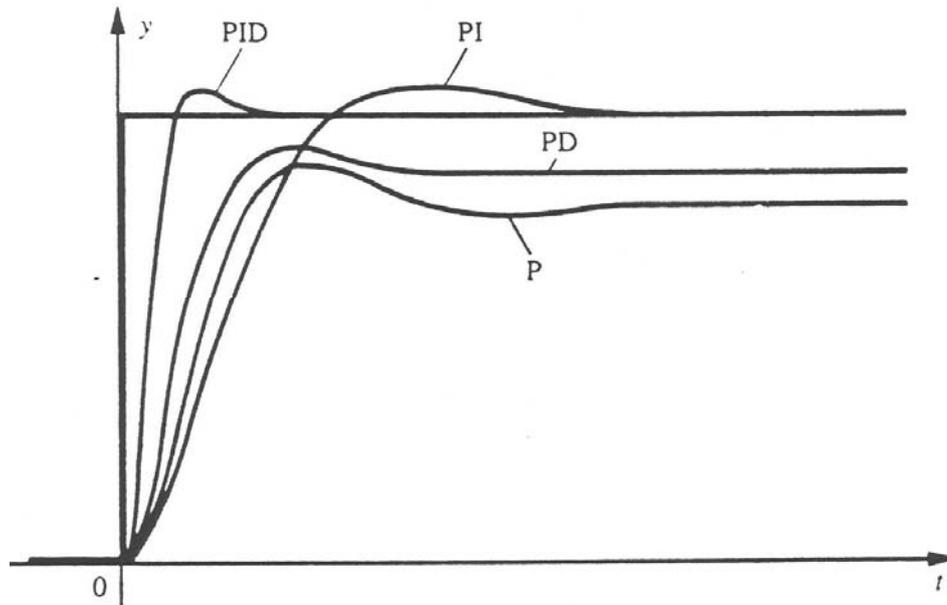


Figure II.8 : *L'effet des différentes combinaisons de Régulateur P, I et D*

Cette figure met en évidence l'action de chaque correcteur par un même système réglé.

- Le terme P assure la rapidité
- Le terme I annule l'erreur statique
- Le terme D améliore la stabilité

II.8.2- Les fonctions de « Régulation » sur PL7

Les automates TSX Micro et Premium disposent, de base, des fonctions de régulation accessibles par l'utilisateur avec les trois versions du logiciel de programmation PL7.

Ces fonctions sont particulièrement adaptées pour :

- Les process séquentiels nécessitant des fonctions auxiliaires de régulation,
- Les process simples,
- Les asservissements ou les régulations mécaniques dont le temps d'échantillonnage est critique.

La diversité des gammes d'entrées analogiques (± 10 V, 4...20 mA, Pt 100, thermocouple...) et des entrées de comptage (codeur incrémental, générateur d'impulsions...) permet de s'interfacer directement avec la majorité des capteurs industriels chargés d'effectuer les mesures sur les process.

La commande élaborée par les fonctions de régulation peut directement s'interfacer avec les sorties analogiques ou "Tout ou Rien" suivant le besoin.

La conception des boucles de régulation se fait de manière simple et conviviale par les 3 fonctions intégrées au logiciel PL7 Micro/Junior/Pro :

- La fonction PID.
- La fonction PWM.
- La fonction SERVO.

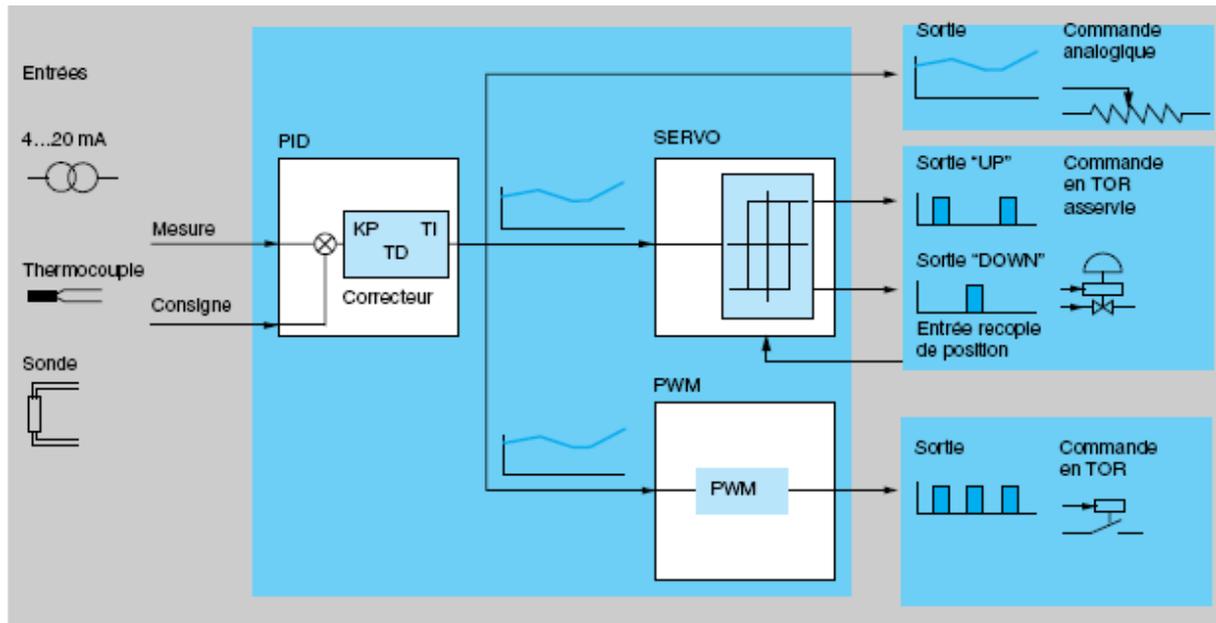


Figure II.9 : Les différentes fonctions de la boucle de régulation [6]

La fonction PID propose un algorithme de type PID série/parallèle. Elle élabore le signal de commande à partir :

- D'une mesure échantillonnée par un module d'entrées.
- De la valeur de la consigne fixée soit par l'opérateur, soit par le programme.
- Des valeurs des différents paramètres du correcteur (KP, TI, TD, période d'échantillonnage...).

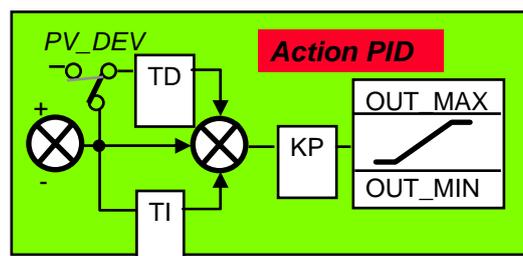
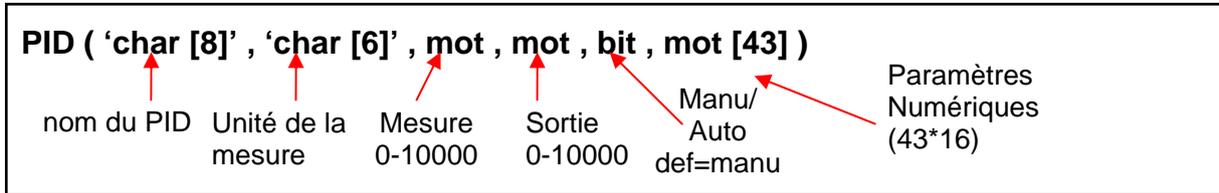


Figure II.10 : Description du bloc fonction PID

II.8.3- Programmation de la fonction PID

II.8.3.1- Syntaxe



II.8.3.2- Paramètres numériques (14 premiers mots)

- | | |
|-----------------------------|--|
| -SP (0-10000) (%MW) | -PV_DEV (%MW : bit 0) : dérivée sur PV ou écart |
| -OUT_MAN (def=0) (%MW) | -DEVAL_MMI (bit 7) : inhibe PID par DOP |
| -KP (*100, def=100) (%MW) | -PV_SUP (%MD) : borne en unit physiques (def=10000) |
| -TI (1/10sec, def=0) (%MW) | -PV_INF (%MD) : borne en unit physiques (def=0) |
| -TD (1/10sec, def=0) (%MW) | -PV_MMI (%MD) : image de PV en unit physiques (*100) |
| -TS (période échant.) (%MW) | -SP_MMI (%MD) : consigne opérateur (*100) |
| (1/100sec, def=cycle tâche) | |
| -OUT_MAX (def=10000) (%MW) | + 29 mots (variables privées) |
| -OUT_MIN (def=0) (%MW) | |

- **Exemple** PID ('TIC100' , 'mbars' , %IW2.1 , %QW3.0 , %M5 , %MW20:43)

II.8.4- Régulation TOR : modulation en largeur d'impulsions (La fonction PWM)

La fonction PWM permet de faire de la régulation par largeur d'impulsion sur une sortie TOR. C'est une fonction qui met en forme la sortie du PID.

La largeur des impulsions dépend de la sortie du PID (entrée INP de la fonction PWM) et de la période de modulation.

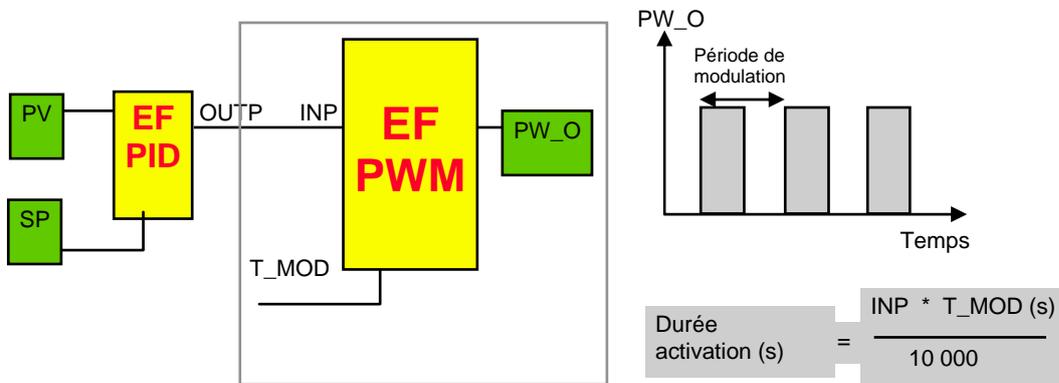
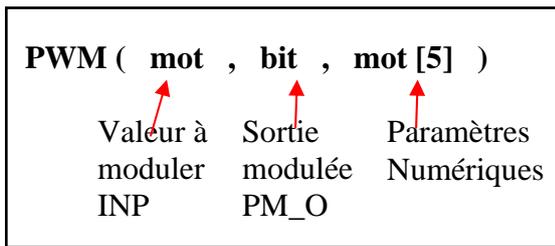


Figure II.11 : Positionnement de la fonction PWM par rapport à la fonction PID



T_MOD est le premier paramètre et parmi les 5, il est le seul client. Il doit être inférieur ou égal à la période d'échantillonnage TS du PID amont.

Paramètre	Type	Nature	Description
INP	Mot	Entrée	Valeur analogique à moduler en largeur (format 0; 10000)
PW_O	Bit	Sortie	Sortie logique dont le rapport de forme est l'image de l'entrée INP
T_MOD	Mot	Entrés/Sortie	Période de modulation exprimée en 1/100 ^e de secondes (entre 0 et 32767). T_MOD doit être supérieur ou égale à la période de la tâche courante, et est ajustée par le système pour être le multiple de celle-ci.

Tableau II.5 : Les paramètres de la fonction PWM

II.9- Exemples d'application

Dans le but de se familiariser avec le logiciel PL7, On va écrire des programmes dans les différents langages (Grafcet, LD et LI) pour réaliser différents cahiers de charge sur la maquette du chariot (voir Figure II.12) avec un automate Micro TSX 37 05.

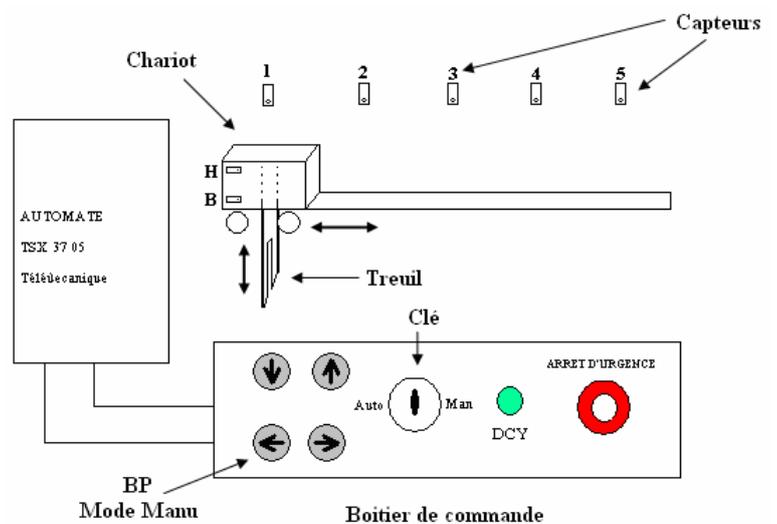


Figure II.12 : Schéma synoptique du chariot

Pour l'écriture des programmes, tout d'abord, on doit définir les adresses des entrées/sorties :

Entrées			Sorties	
Adresses		Fonction	Adresses	Fonction
%I1.0		capteur position N°2	%Q2.0	marche arrière chariot
Mode	%I1.1	BP monter le treuil	%Q2.1	marche avant chariot
	%I1.2	BP descendre le treuil	%Q2.2	Descente treuil
MAN	%I1.3	BP chariot vers la droite	%Q2.3	Montée treuil
	%I1.4	BP chariot vers la gauche		
%I1.5		Mode AUTO		
%I1.6		Mode MANU		
%I1.7		capteur position N°1		
%I1.8		mode RUN		
%I1.9		capteur position N°3		
%I1.10		capteur position N°4		
%I1.11		capteur position N°5		
%I1.12		capteur niveau bas du treuil		
%I1.13		capteur niveau haut du treuil		
%I1.14		bouton d'arrêt d'urgence		
%I1.15		DCY		

Tableau II.6 : Les entrées/sorties et leurs adresses.

- **Exemple en Grafcet**

Cahier des charges

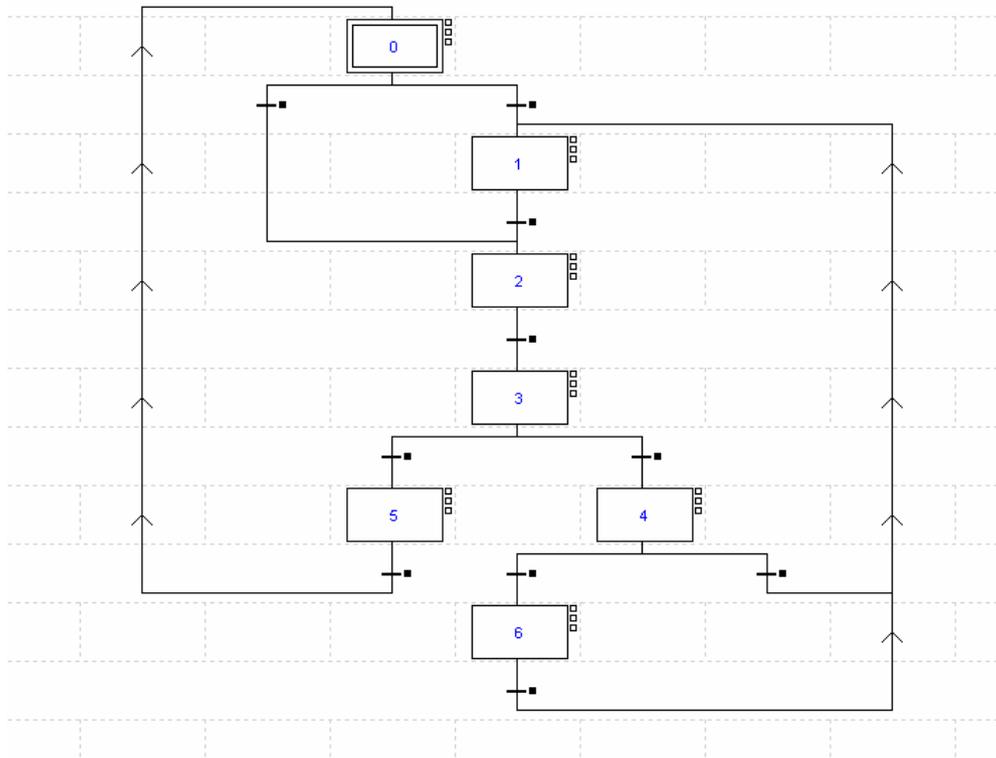
- Le mode automatique étant enclenché,
- Le chariot se met en marche sur un appui fugitif sur le bouton poussoir DCY,
- A la position 1, faire descendre le treuil jusqu'en bas, puis lancer une temporisation de 10 secondes.
- A la fin de la temporisation faire remonter le treuil jusqu'en haut. Une fois le treuil en haut le chariot effectue la marche avant jusqu'à la position 3 et fait la même chose qu'en position 1 (faire descendre le treuil et le remonter au bout de 10 secondes), puis avance jusqu'à la position 5.
- Une fois le chariot arrivé à la position 5, on effectue la marche arrière jusqu'à la position 1.
- Répéter cette opération 3 fois, avant l'arrêt du système.
- L'appui sur le bouton d'arrêt d'urgence met tout le système en arrêt,

L'opération de décomptage peut se faire en utilisant un bloc Compteur %C1 qu'on doit configurer au préalable dans la fenêtre appropriée (voir Figure II.6).

L'arrêt se fait en analysant le bit %C1.D.

Le processus de montée et descente du treuil étant répétitif, on affecte un memento %M1 pour sortir de la boucle qui optimise le Grafcet.

- Schémas du Grafcet : (Section Chart)



- Les transitions : (section Chart)

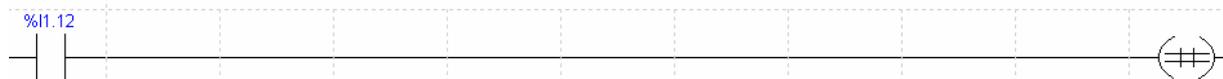
%X₀ → %X₁ : %conditions initiales avec treuil Haut%



%X₀ → %X₂ : %conditions initiales avec treuil Bas%



%X₁ → %X₂ : %Treuil Haut%



%X₂ → %X₃ : %Memento M0 actif à T=10s %



%X₃ → %X₄ : %Treuil remonté et chariot pas encore en position n°5%



%X₃ → %X₅ : %Treuil remonté et chariot en position n°5%



%X₄ → %X₁ : %chariot en position n°5%



%X₄ → %X₆ : %chariot en position n°3 et condition de bouclage M1 active %



%X₆ → %X₁ : %Sortir de la boucle%



%X₅ → %X₁ : %Redémarrage du cycle %

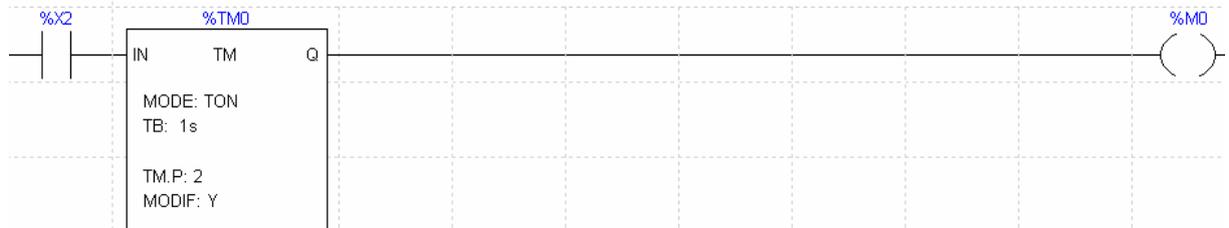


• Les actions : (section Post)

(*Descente treuil*)

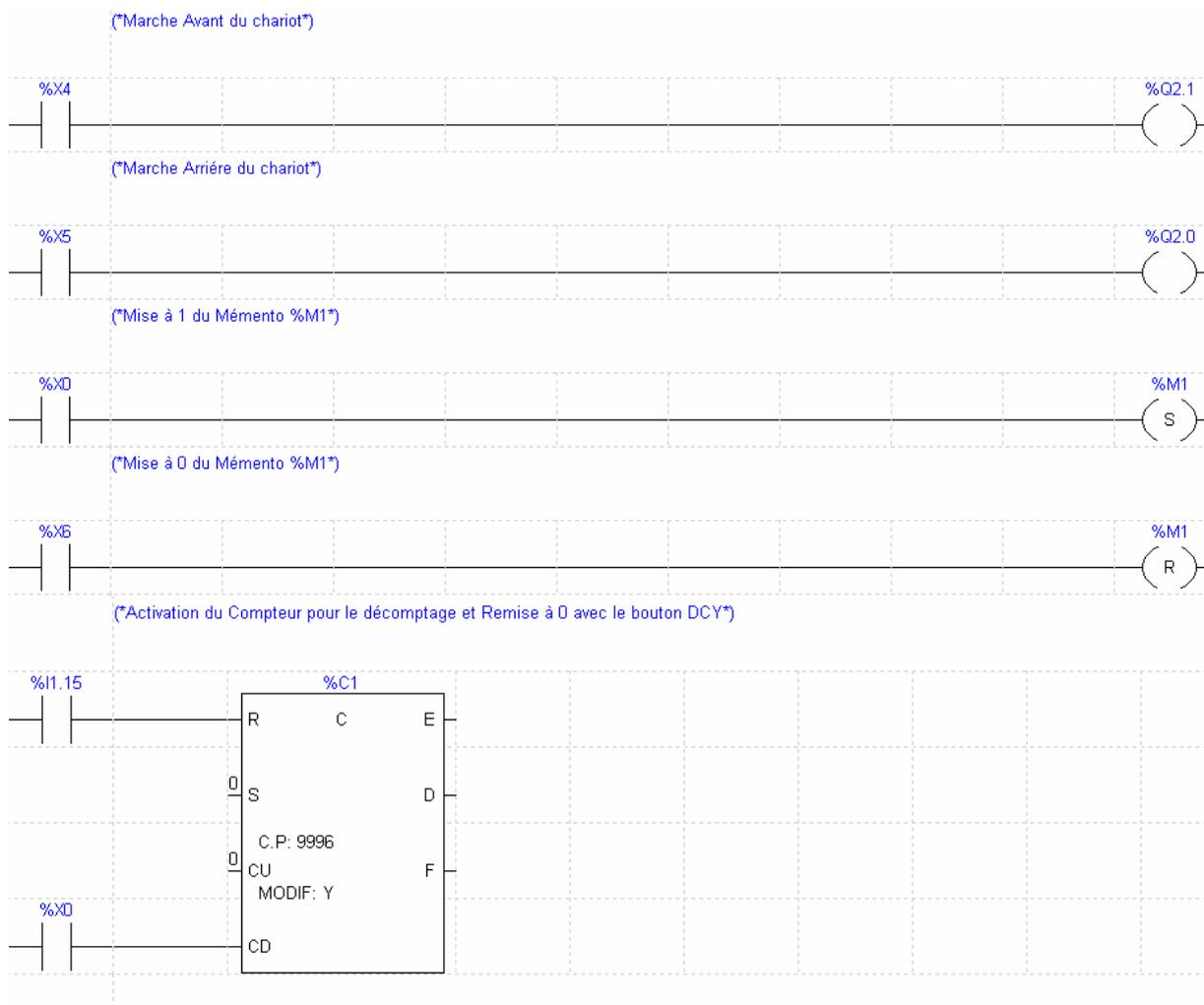


(*Lancement de la Temporition "Retard à l'activation" et affectation de la sortie au memento %MD*)



(*Montée Treuil*)





• Exemple en langage Liste d'instructions

Cahier des charges :

- Le mode automatique étant enclenché,
- Le cycle se met en marche sur un appui fugitif sur le bouton poussoir DCY,
- Le Chariot fait 3 allées Retours en faisant des Arrêts de 3 secondes sur la position N°1 et N°3.

Pour cela on doit donc configurer les blocs Temporisateurs et Compteurs dans les fenêtres appropriées (voir figure II.6).

Le programme

```

! (*conditions initiales et mémorisation des états*)
LD      %I1.5
AND     %I1.7
R       %Q2.0
LD      %M1
S       %Q2.1
R       %M1
LD      %I1.11
R       %Q2.1
LD      %M2
S       %Q2.0
R       %M2

! (* 1er temporisation de 3sec avec une programmation
structurée du bloc temporisateur TM1 en
analysant le bit %TM1.Q *)
BLK     %TM1
LD      %I1.7
IN
OUT_BLK
LD      Q
ST      %M1
END_BLK

! (* 2eme temporisation de 3sec avec une programmation
structurée du bloc temporisateur TM2 en
analysant le bit %TM2.Q *)
BLK     %TM2
LD      %I1.11
IN
OUT_BLK
LD      Q
ST      %M2
END_BLK

! (* le comptage des 3 cycles se fait avec l'analyse
du bit %C1.D du compteur avec
une programmation structuré *)
BLK     %C1
LD      %I1.15
R
LD      %I1.7
CU
OUT_BLK
LD      D
R       %Q2.1
R       %Q2.0
END_BLK

```

II.10- Conclusion

Intégrant la totalité des langages et les outils nécessaires pour une programmation complète et souple, la gamme des logiciels PL7 offre une facilité d'utilisation et de compréhension.

Chapitre III

Les éléments de base de la maquette convoyeur AS-i

III.1- Bus AS-i

III.1.1- Présentation

Un **bus AS-i** (en anglais *Actuators Sensors Interface*, interface actionneurs capteurs), ou **AS-i**, est un bus de terrain [6].

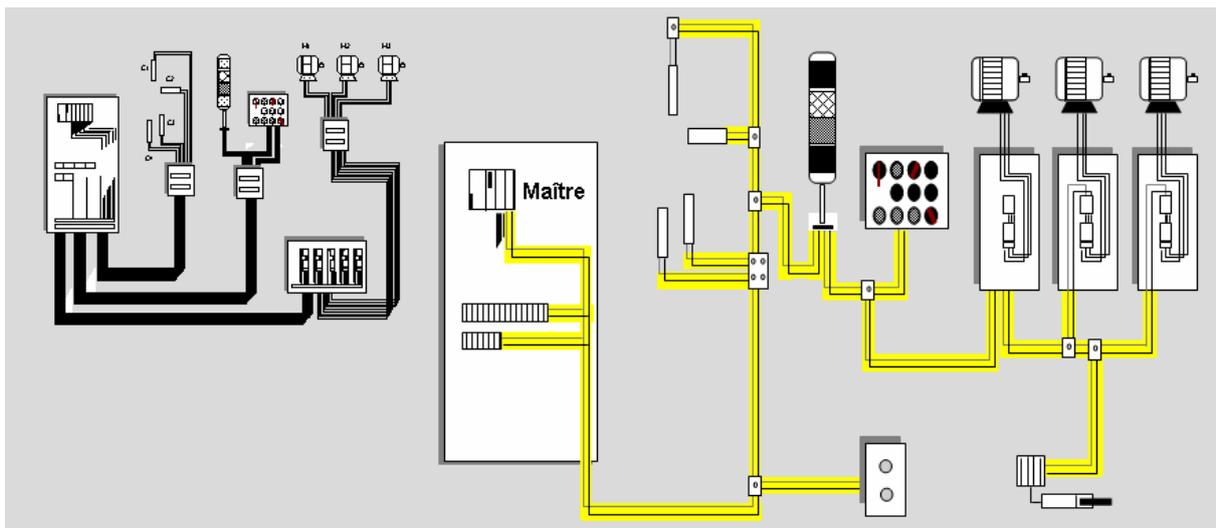
La liaison physique est composée d'une simple paire de fils gainés d'un isolant jaune. Sur ces fils transitent les données ainsi que l'alimentation électrique.

Le bus AS-I étant un bus série, il permet de diminuer la longueur de câble nécessaire à l'utilisation d'un grand nombre de capteurs ou de pré-actionneurs : ces derniers sont reliés directement ou par l'intermédiaire d'une embase à l'automate central via un seul câble.

Chaque embase permet de connecter jusqu'à 4 capteurs ou pré-actionneurs au bus.

Le bus AS-I permet d'utiliser jusqu'à 31 embases soit 124 capteurs tout en gardant un temps de réaction très faible de 5 ms. Avec la dernière version il est même possible de raccorder jusqu'à 62 embases soit 248 capteurs mais le temps de réaction est alors doublé (voir Annexe A).

Il est possible de remplacer le câble AS-I par un câble rond standard à deux conducteurs. La longueur maximale d'un segment AS-I est de 100 mètres ; toutefois il est possible d'augmenter cette distance en utilisant des répéteurs (deux au maximum) en atteignant la limite de distance entre l'automate et la dernière embase qui est de 300 m.



Câblage traditionnel

Avec AS -Interface

Figure III.1 : Différence entre le câblage traditionnel et le câblage AS-i [9]

III.1.2- Architecture

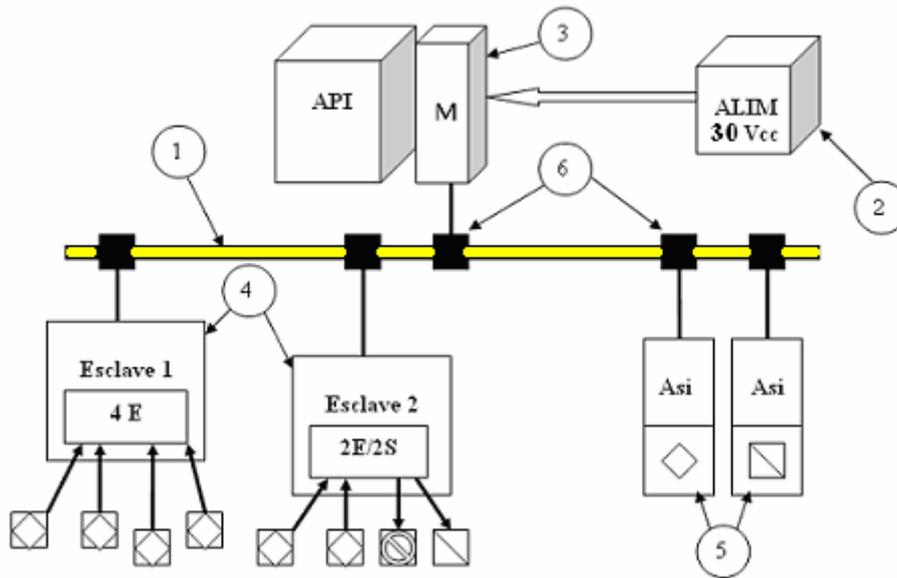


Figure III.2 : Architecture du réseau AS-i

- 1-Liaison à 2 fils non blindés supportant alimentation des capteurs/actionneurs.
- 2-Une Alimentation Spécifique au réseau AS-i.
- 3-Un coupleur “ maître ” chargé d’assurer l’interface entre le bus et l’organe de commande (PC, API, passerelle...) (voir Annexe A).
- 4-Un répartiteur comportant un circuit intégré ASIC (module actif) et qui peut piloter 4 actionneurs ou lire les sorties de 4 capteurs ou mixte E/S (ou plus).
- 5-Un capteur ou actionneur intelligent équipé d’un circuit intégrée ASIC.
- 6-Un système de couplage sur le bus.

L’architecture du réseau peut se présenter sous différentes topologies :

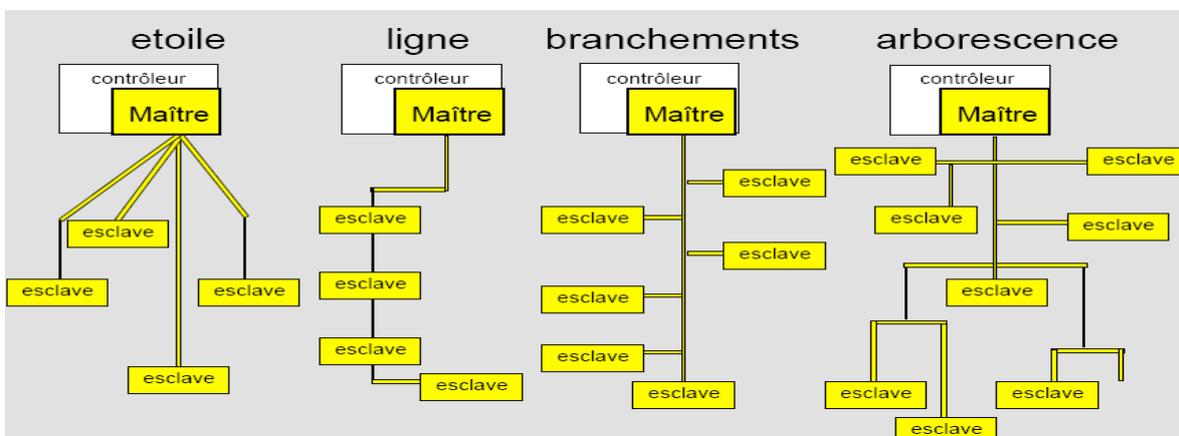


Figure III.3 : Différentes topologies du réseau AS-i [9]

III.1.3- Les éléments constituant un système AS-i

III.1.3.1- Câble AS-i

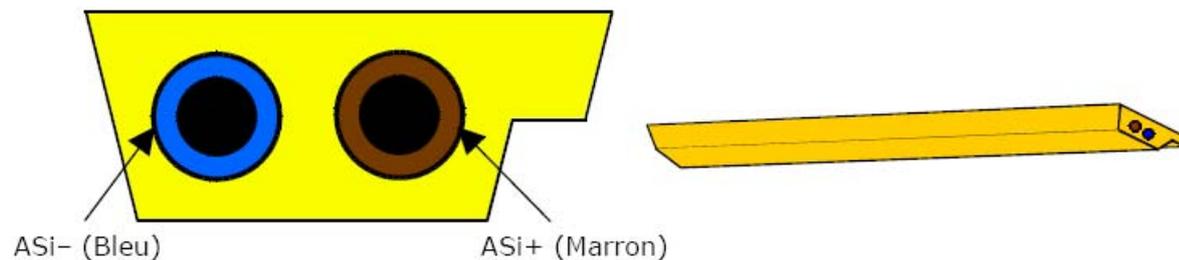


Figure III.4 : Câble jaune AS-i

Un câble plat jaune non blindé. Il transporte à la fois les données de régulation et une alimentation 30 Vcc. Bifilaire 2 * 1,5 mm², résistance de 27 Ohms/m. A gaine auto cicatrisante. A détrompage mécanique avec méplat sur un côté permettant d'éviter l'inversion des polarités lors des raccordements. D'une variante TPE qui bénéficie d'une bonne tenue aux huiles et vapeurs.

Il existe aussi un câble noir qui sert à acheminer une alimentation auxiliaire 24 Vcc dans le cas d'utilisation des composants grands consommateurs de courant.

Noté qu'les deux câbles noir et jaune présentent le même profil.

III.1.3.2- Alimentation AS-i

Le bloc d'alimentation AS-Interface sert principalement à fournir une alimentation de 30 Vcc aux périphériques du système via le câble AS-Interface. Le bloc est connecté à une alimentation secteur (AC) et produit du courant continu (DC). Il comprend également un circuit de découplage permettant d'ajouter des signaux de contrôle à l'alimentation (pour les périphériques du système).

De manière plus détaillée, le bloc d'alimentation joue le rôle suivant :

- Alimentation de tous les composants AS-Interface.
- Génération du signal transmis (alimentation et données).
- Adaptation aux caractéristiques électriques du guide d'ondes du câble.
- Garantie de la symétrie électrique du câble AS-Interface.



Figure III.5 : Module Alimentation TSX SUP A02 [9]

- Garantie de l'isolation galvanique du câble AS-Interface par rapport à la mise électrique à la terre.

Lors de l'extension d'un système AS-Interface, on utilise un bloc d'alimentation AS-interface supplémentaire pour chaque segment de câble ajouté. Mais dans le cas des composants grands consommateurs de puissance on utilise une alimentation auxiliaire standard qui fournit du 24V DC [9].

❖ **Remarque** les signaux de contrôle et d'alimentation des périphériques du système passent par le câble jaune. Le bloc d'alimentation AS-Interface est donc équipé d'un circuit de découplage, de sorte que les données puissent être superposées à la tension d'alimentation. Les esclaves qui reçoivent les signaux sont également équipés d'un circuit de découplage, afin de séparer les signaux de contrôle du signal d'alimentation.

III.1.3.3- Maître AS-i

Le maître AS-i est un périphérique intelligent qui gère les échanges de données avec les périphériques du système (comme, par exemple, les actionneurs et les interfaces). Ces périphériques gérés par le maître sont les esclaves système. Le maître peut être placé n'importe où sur le câble jaune.

Il existe deux types de maîtres. Le type requis dépend de l'autonomie du système AS-i :

a- Maître coupleur automate

Ce type de maître s'utilise dans un système AS-i autonome, c'est à dire dans un système "compact". Un coupleur AS-i est intégré à un automate pour conférer à celui-ci la fonctionnalité de maître AS-i. Le coupleur interroge les esclaves. La gestion des communications AS-i reste parfaitement transparente au programme d'application de l'automate. (cas de la maquette) (voir Annexe A)

b- Maître passerelle

Ce type de maître s'utilise pour réaliser l'interface d'un système AS-i vers un bus de haut niveau, créant ainsi un réseau étendu qui permet d'avoir des machines situées à l'écart. Il s'agit alors d'un système étendu. Le maître passerelle gère les entrées/sorties du système AS-i de telle sorte qu'elles sont traitées en lecture/écriture par l'automate du bus de haut niveau.

Dans les deux cas, les informations sont stockées dans la mémoire de l'automate et celui-ci peut déclencher une action en fonction de la réponse d'un esclave.

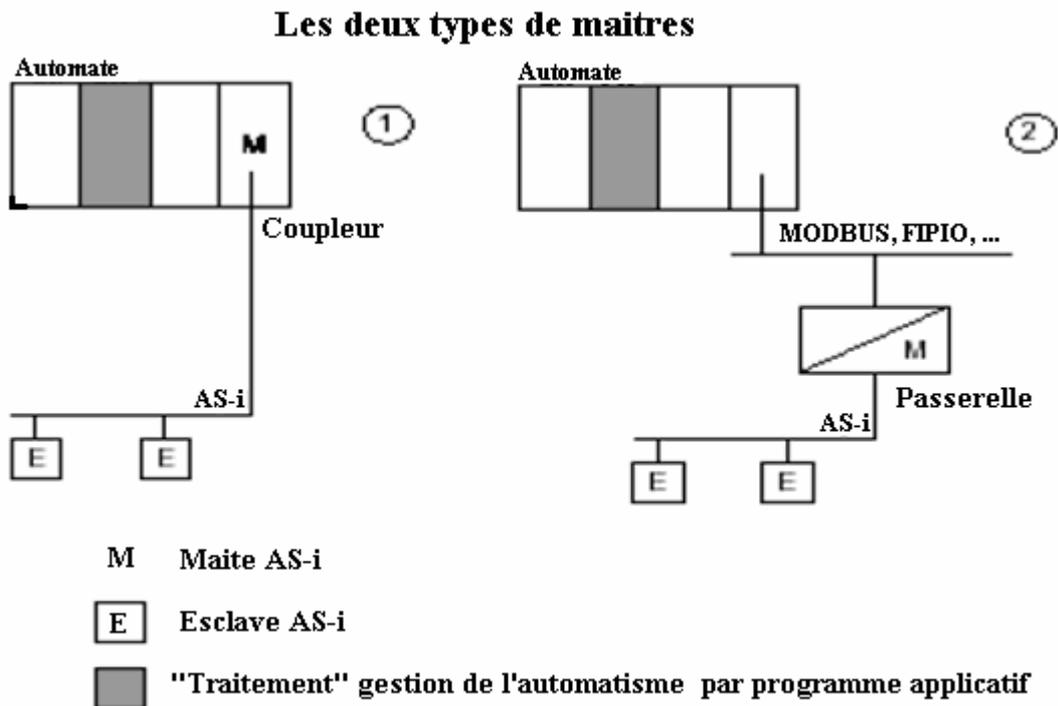


Figure III.6 : Positionnement des deux types de maîtres

III.1.3.4- Esclaves AS-i

Les périphériques du système, tels que les actionneurs, les capteurs et les interfaces, sont des esclaves système contrôlés par le maître. Les esclaves se divisent en deux catégories générales :

a- Interfaces actives AS-i

Les interfaces ASI 67F permettent le raccordement des capteurs et des actionneurs traditionnels et notamment les détecteurs de proximité, les détecteurs photoélectriques et les interrupteurs de position sur le système de câblage AS-Interface.

Elles se montent directement sur la machine, au plus près des capteurs et des actionneurs, grâce à leur indice de protection IP 67.

Deux types de boîtiers sont proposés :

- Un boîtier compact de largeur 45 mm pour les interfaces à 4 voies,
 - Un boîtier plat de largeur 60 mm pour les interfaces à 8 voies.
- Les capteurs et les actionneurs sont raccordés à l'interface par des connecteurs de type M12 avec une sortie de 24 V.

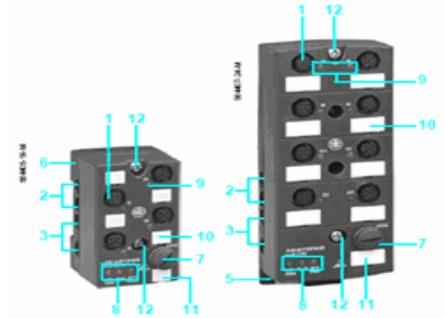


Figure III.7: Interface Active AS-I [3]

b- Capteur ou Actionneur intelligent

Cette fois c'est le capteur lui-même qui comporte un circuit ASIC, il est donc directement raccordable sur le bus ASI et il communique directement avec le maître. Ce type de module intelligent utilise une seule adresse.

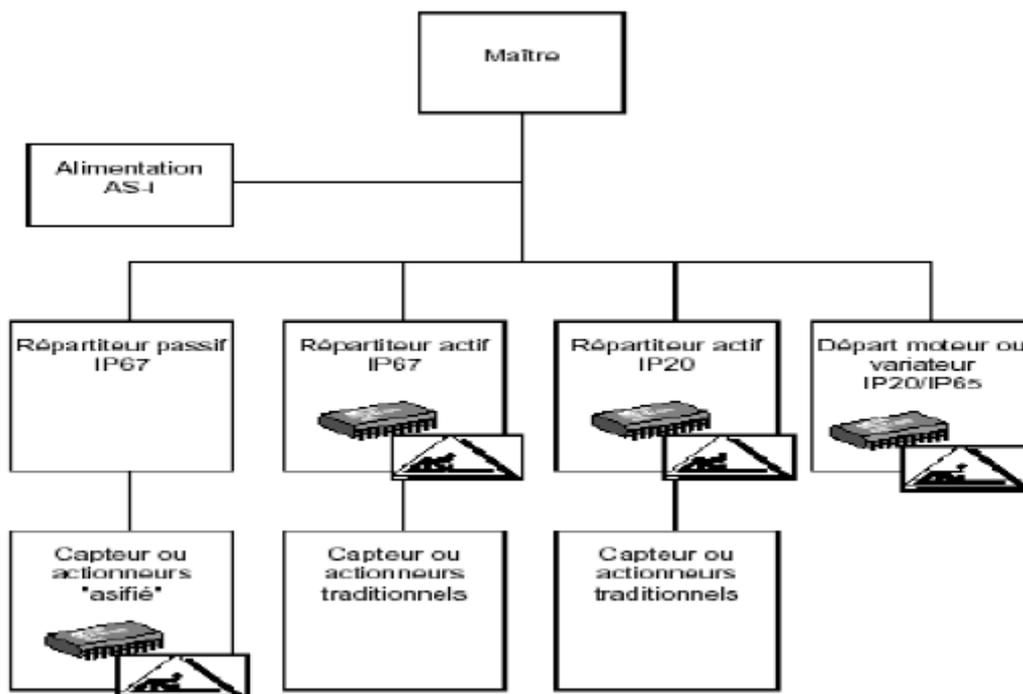


Figure III.8 : Branchement des différents Esclaves AS-i [9]

Schneider Electric a développé un ensemble de répartiteurs actifs (IP20, IP67) mais aussi une gamme de capteurs et d'actionneurs dite intelligente avec les principaux éléments sont:

- Démarreurs moteurs.
- Variateurs de vitesses.

- Détecteurs de proximité inductifs.
- Détecteurs photoélectriques.

Pour permettre un contrôle performant des machines, Schneider Electric a également «asifié» plusieurs composants nécessaires au dialogue Homme-Machine. Ce sont en particulier:

- Des boites à boutons
- Des claviers
- Des colonnes lumineuses

❖ **Remarques** Les éléments ci-dessus peuvent être reliés à des répartiteurs passifs (embases) dans le but d'économiser la longueur des câbles.

III.1.4- Principe de Communication

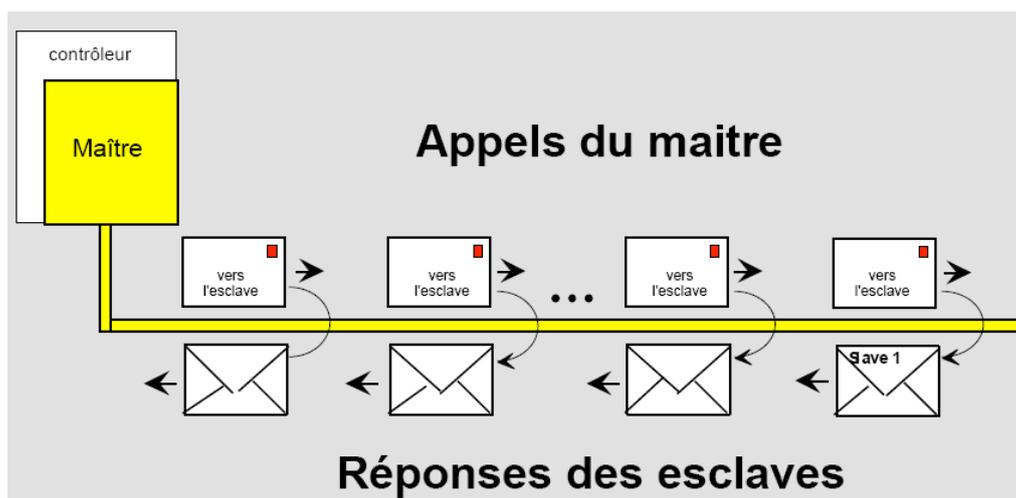


Figure III.9 : Cycles de Dialogue Maître Esclave AS-i [9]

Echange (bidirectionnels) de bits entre le maître et l'esclave :

En entrées (Capteur, fin de course, cellule, bouton, etc..)

En sorties (Electro-vannes, relais, voyants, ... etc.).

Le débit est fixé à 167 kbit/s [14].

III.1.4.1- Composition de la trame

Trame courte, efficace et de longueur constante : Le temps de cycle AS-i est court et répétitif.

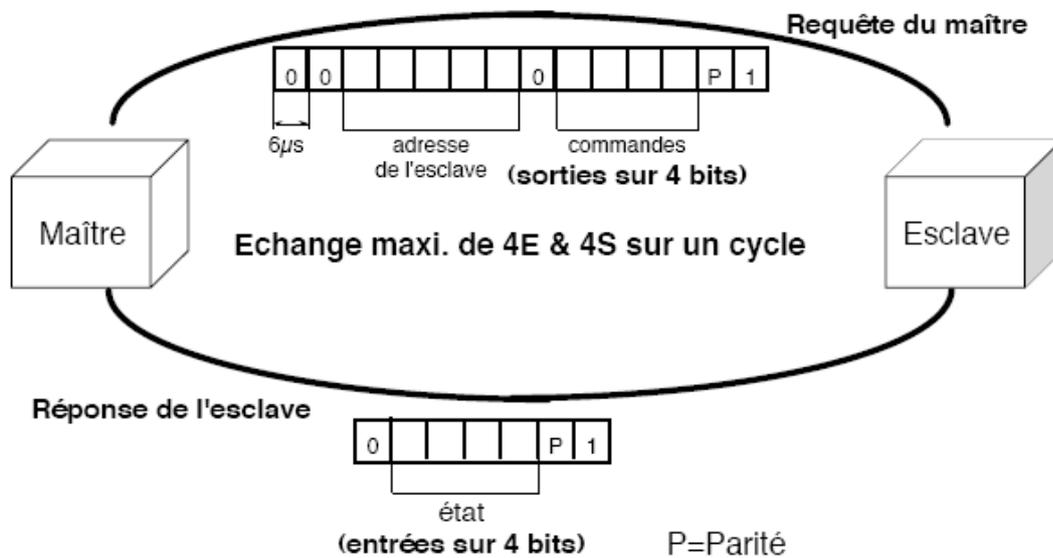
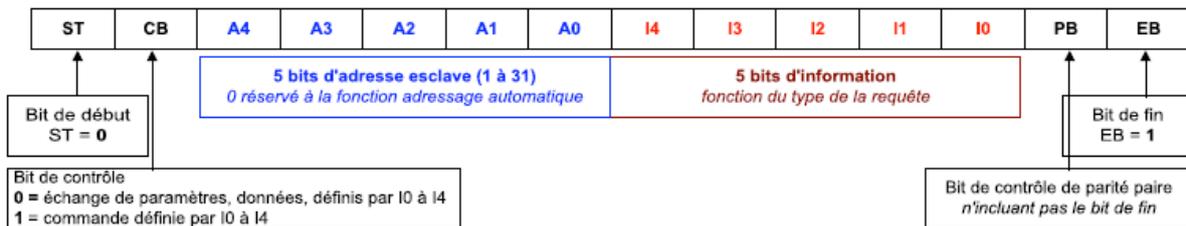


Figure III.10 : Trames de Dialogue Maître /Esclave AS-i

a- Requête du maître



- **I4...I0** : 5 bits réservés aux informations
- **I3** permet la sélection banque A/B pour adressage étendu.
- **PB** : Bit de contrôle de parité paire.

b- Réponse de l'Esclave



- **ST** : Bit de début ST=0 (Début).
- **I3...I0** : 4 bits réservés aux informations retournées au maître.

III.1.4.2- Catalogue des requêtes Maître/Esclave

	Maître				Esclave
	CB	A4.....A0	I4	I3.....I0	I3.....I0
Echange de données	0	Adresse	0	Sorties	Entrées
Ecriture et lecture de paramètres	0	Adresse	1	Nouvelle configuration	Nouvelle configuration
Attribution d'adresse	0	0	Nouvelle adresse		Nouvelle adresse
Suppression d'adresse	1	Adresse	0	0000	Ack de l'esclave 0110
Réinitialisation d'esclave	1	Adresse	1	1100	Ack de l'esclave 0110
Lecture de la configuration des entrées/sorties	1	Adresse	1	0000	Etat de configuration
Lecture de l'identificateur de l'esclave	1	Adresse	1	0001	Code ID
Lecture de l'état de l'esclave	1	Adresse	1	1110	Status
Lecture et remise à zéro des bits d'état	1	Adresse	1	1111	Status

Tableau III.1 : Catalogue des requêtes [9]

A4	A3	A2	A1	A0	
0	0	0	0	0	réservé à la fonction adressage automatique
0	0	0	0	1	Adresse esclave 1
.
1	1	1	1	1	Adresse esclave 31

Tableau III.2 : Les bits d'adressage [9]

III.1.5- Mise en œuvre logicielle

La configuration du système de câblage AS-Interface s'effectue au travers du logiciel PL7 Micro/Junior/Pro ou Unity Pro.

Les services proposés reposent sur le principe de la simplicité :

- Gestion des tables de profils, des paramètres et des données par le maître (transparente pour l'utilisateur).
- Adressage topologique des entrées/sorties : tout esclave AS-Interface déclaré sur la ligne se voit affecté d'une adresse topologique sur la ligne, de façon transparente pour l'utilisateur.
- Chaque capteur/actionneur des interfaces AS-Interface est vu par l'automate TSX Micro/Premium/Atrium comme toute entrée/sortie "In-rack".

III.1.5.1- Configuration du système de câblage AS-Interface

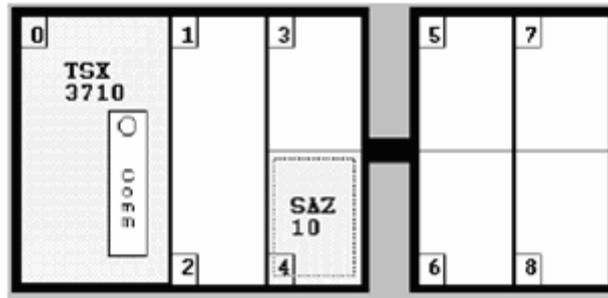


Figure III.11 : Ecran configuration du coupleur AS-i sur PL7

La configuration de l'ensemble des équipements présents sur la ligne AS-Interface s'effectue d'une manière implicite guidée par l'enchaînement des écrans suivants :

- Déclaration du coupleur maître ligne AS-Interface
 - Le coupleur TSX SAZ 10 s'insère et se déclare toujours en position n° 4 de la plate-forme d'automatisme TSX Micro TSX 37 10/21/22.
 - Le coupleur TSX SAY 1000 s'insère dans une position quelconque de la plate-forme d'automatisme Premium ou Atrium (hormis les positions réservées aux processeurs et alimentations).
- Configuration des équipements esclaves AS-Interface

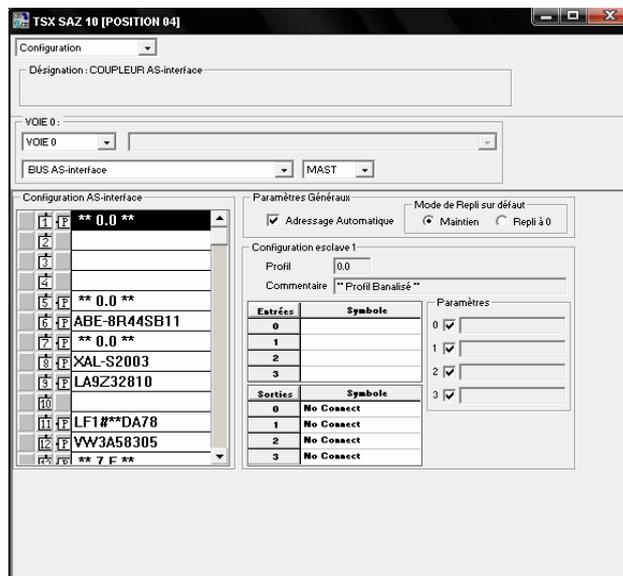


Figure III.12 : écran configuration des équipement esclaves AS-i

A partir de l'écran de déclaration, il est possible de configurer l'ensemble des équipements esclaves correspondant à la totalité des entrées/sorties des interfaces présentes sur la ligne AS-Interface. Cette configuration consiste, pour chaque équipement, à définir selon le cas :

- Equipement AS-Interface du groupe Schneider Electric : L'utilisateur choisit la référence de l'équipement AS-Interface catalogué, parmi les différentes interfaces TOR, analogiques ou de sécurité. Cette sélection détermine automatiquement le profil et les paramètres AS-Interface associés à chaque interface.
- Equipement AS-Interface tiers : L'utilisateur peut gérer, avec le logiciel Unity Pro ou PL7 Micro/Junior/Pro, une liste "privée" de capteurs/actionneurs de marques différentes. Cette liste, spécifiant le profil et les paramètres AS-Interface, se constitue au fur et à mesure des besoins de l'utilisateur.

III.1.5.2- Programmation

Après configuration, les entrées/sorties connectées sur la ligne AS-Interface sont traitées par le programme application comme toute entrée/sortie "In-rack" de l'automate, soit à partir de leur adresse (ex : %I4.0\16.2, entrée 2 de l'esclave 16 de la ligne AS-Interface), soit par leur symbole associé (ex : Départ_convoyeur).

L'utilisation des blocs fonctions utilisateur DFBS, spécifiques au diagnostic de la ligne AS-Interface et intégrés au logiciel Unity Pro ou PL7 Junior/Pro, permet de diagnostiquer un défaut au niveau de la ligne, des équipements ou, s'il est présent, du moniteur de sécurité **ASI SAFEMON**.

III.1.5.3- Diagnostic

Le diagnostic réalisé à partir du bloc de visualisation centralisé de la plate-forme TSX Micro ou à partir du bloc de visualisation du coupleur TSX SAY 1000 de la plate-forme Premium ou du slot-PLC Atrium, peut être complété par l'utilisation d'un terminal PC équipé du logiciel Unity Pro ou PL7 Micro/Junior/Pro.

Le terminal connecté à l'automate TSX Micro/Premium permet le diagnostic du fonctionnement :

- Des coupleurs maîtres AS-Interface TSX SAZ 10 et TSX SAY 1000.
- De la ligne AS-Interface.
- Des équipements esclaves présents sur la ligne.

Dans le cas du coupleur maître AS-Interface V2 TSX SAY 1000, le diagnostic permet, de plus, la prise en compte des évolutions du standard M2E.

Ce diagnostic est réalisé à partir d'un seul écran divisé en quatre parties renseignant sur :

- 1 L'état du coupleur TSX SAZ 10 ou TSX SAY 1000 (RUN, ERR, I/O).
- 2 L'état de la voie AS-Interface connectée au coupleur.
- 3 L'interface (ou esclave) en défaut.
- 4 Les détails relatifs à l'interface sélectionnée (profil, paramètres, forçage...).

En cas de défaut du coupleur ou de la voie AS-Interface, l'accès à un second écran indique en clair la nature du défaut qui peut être de niveau interne ou externe.



Figure III.13 : Bloc visualisation

❖ **Remarque :** Le coupleur AS-i informe l'automate d'une erreur sur l'un des ses esclave grâce a un mot de 16 bits. (IW4.0 pour le coupleur TSX SAZ 10)

III.1.6- Conclusion

Le bus AS-i simplifie la communication entre l'API et les différents composants, offre un bon diagnostic pour un grand nombre de capteurs et d'actionneurs, minimise les coûts et les problèmes lors du branchement, ce qui explique, en grande partie, sa grande utilisation dans le domaine industriel.

III.2- Variateurs de vitesse

III.2.1- Présentation

Un variateur de vitesse est un équipement électrotechnique alimentant un moteur électrique de façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue, de l'arrêt jusqu'à sa vitesse nominale.

La vitesse peut être proportionnelle à une valeur analogique fournie par un potentiomètre, ou par une commande externe : un signal de commande analogique ou numérique, issue d'une unité de contrôle.

III.2.2- Constitution et principe de fonctionnement

Un variateur de vitesse est constitué d'un redresseur combiné à un onduleur, pour les machines à courant alternatif. Pour les machines à courant continu (MCC), les variateurs de vitesse sont constitués d'un hacheur avec un redresseur si le courant d'entrée est alternatif.

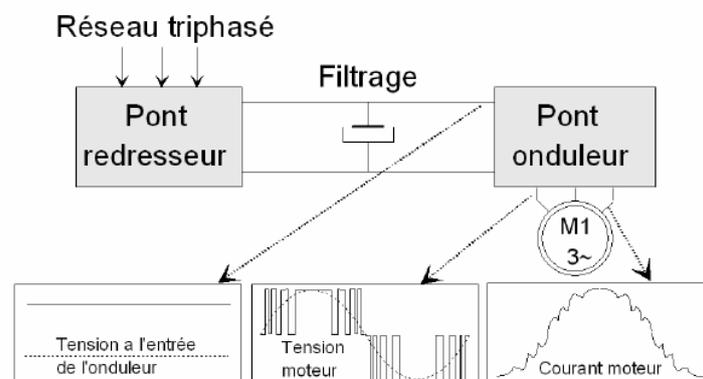


Figure III.14 : Schéma de puissance d'un variateur de vitesse pour les machines AC [13]

Le redresseur va permettre d'obtenir un courant quasi continu. À partir de ce courant continu, l'onduleur (bien souvent à Modulation de largeur d'impulsion ou MLI) va permettre de créer un système triphasé de tensions alternatives dont on pourra faire varier la valeur efficace et la fréquence.

Le fait de conserver le rapport de la valeur efficace du fondamental de la tension par la fréquence (U_1/f) constant permet de maintenir un flux tournant constant dans la machine. L'onduleur de sortie se charge de faire varier la fréquence ainsi que l'amplitude des tensions de sorties suivant la consigne et la loi de commande choisie. Il découpe la tension continue

intermédiaire suivant le principe MLI de façon à ce que le courant moteur soit quasi sinusoïdal.

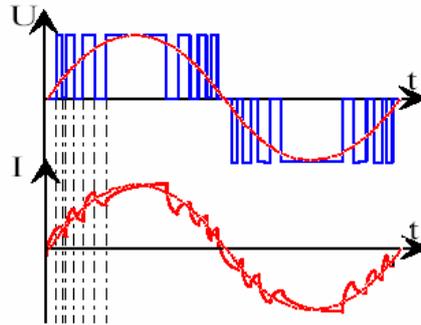


Figure III.15 : Schéma de découpage de la tension continue suivant le principe MLI [13]

III.2.3- Différents variateurs Telemecanique

Les variateurs altivar (ATV) de Telemecanique sont destinés aux moteurs asynchrones triphasés à cage, avec une gamme de puissance allant de 0.18 à 630kW, pour les différents types d'alimentation (monophasé ou triphasé). Les différentes gammes de ces variateurs sont les suivantes :

- Altivar11, 21, 31, 38, 58, 61, 68, 71,
- Altivar 58 E et F :
 - Altivar 58 E équipé :
 - Altivar 58 COMPACT
 - Altivar 58 ENERGY
 - Altivar 58 F : Contrôle Vectoriel de Flux (CVF) avec capteur vient en complément de la gamme Altivar 58 standard sans capteur.

On choisit la gamme de variateurs suivant les fonctionnalités recherchées. Le choix du variateur se fait, ensuite, en fonction de la tension réseau et de la puissance (utile) du moteur.

III.2.4- Réseaux et bus de communication

Contrairement à ATV11 qui communique, en point à point, qu'avec les outils et logiciel PowerSuite pour sa configuration, les autres variateurs ont des protocoles de communication intégré dans leurs produits de base pour communiquer avec l'automate ainsi qu'avec des terminaux de dialogue industriel.

La plupart des variateurs intègrent en standard le protocole de communication Modbus, et ils se connectent directement sur le bus par un connecteur du type RJ45. Les variateurs ATV31, ATV61 et ATV71 intègrent en plus de ce protocole le protocole de communication CANopen, la connexion se fait par le même connecteur qui supporte les deux protocoles.

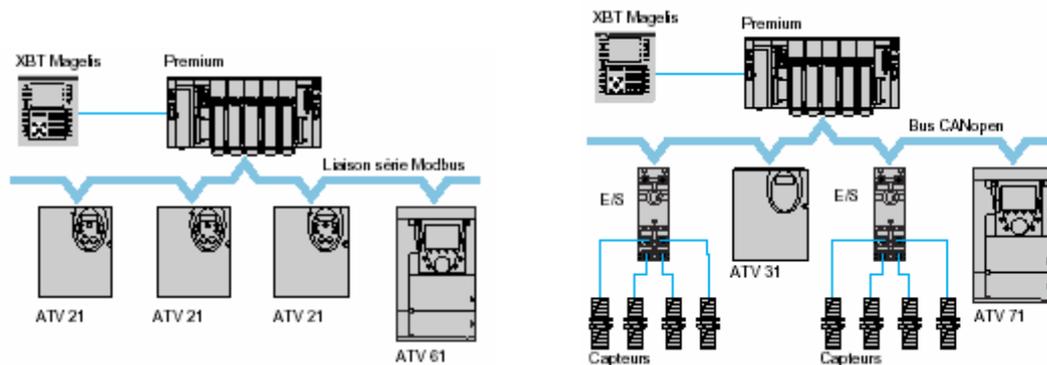


Figure III.16 : Différents types de connexion des automates [3]

Les variateurs peuvent se connecter sur d'autres bus et réseaux de communication en ajoutant une des 11 cartes de communication disponibles en option. On peut diviser ces cartes de communication en deux types :

- Cartes de communications dédiées à l'industrie :
 - Ethernet TCP/IP,
 - Modbus/Uni-Telway : cette carte permet d'offrir des fonctionnalités complémentaires à celles des ports intégrés, Modbus ASCII et RS485,
 - Fipio,
 - Modbus Plus,
 - Profibus DP,
 - DeviceNet,
 - InterBus.
- Cartes de communication dédiées bâtiment HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning) :
 - LonWorks,
 - METASYS N2,
 - APOGEE FLN,
 - BACnet.

Le variateur ATV21 peut se connecter que sur les réseaux et bus de communication mis en œuvre dans le bâtiment HVAC.

L'adaptation de ATV68 à la communication est possible grâce à l'adjonction d'une carte (Fipio, Modbus Plus, et Profibus DP) ou d'un coupleur de communication (Modbus RTU). Comme on a pu le constater, si on veut utiliser un autre bus ou réseau de communication on ajoute des cartes de communication dédiées à la communication, ou bien des coupleurs de communication comme c'est le cas pour le coupleur Modbus RTU.

Pour la communication du ATV38 est la même que ATV58 qu'on va voir ultérieurement.

III.2.5- Logiciel PwoerSuite

PowerSuite est un outil d'aide à la configuration et à la surveillance d'appareils de pilotage de moteurs électriques (variateurs altivar ATV et démarreur altistart ATS). Il permet à un utilisateur de définir un parc d'appareils et de décrire les configurations et les paramètres de communication qui leur sont associés. PowerSuite donne ensuite accès à un ensemble d'actions permettant d'éditer ou transférer des configurations et se connecter aux appareils (voir AnnexeC). Enfin, le principe de navigation de PowerSuite associe, à chacun des types d'appareils, une interface de configuration permettant sa commande, son réglage et sa supervision.

L'atelier logiciel PowerSuite permet également de convertir une configuration d'un variateur Altivar 58 ou Altivar 58F vers un variateur Altivar 71.

L'atelier logiciel PowerSuite peut être raccordé directement sur la prise terminal ou la prise réseau Modbus de l'appareil par le port série du PC.

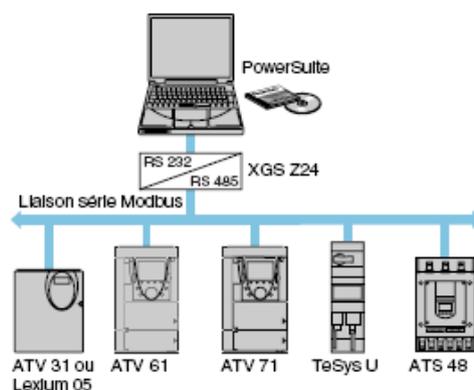


Figure III.17 : Connexion Modbus multipoint [3]

III.2.6- Altivar58

III.2.6.1- Présentation

Altivar58 est un convertisseur de fréquence pour moteurs asynchrone triphasés à cage, ses options complètes et nombreuses permettent son adaptation à des machines complexes et évoluées. Il comporte de fonctions répondant aux applications les plus courantes, comme :

- Manutention horizontale et verticale,
- Ventilation et climatisation,
- Pompes et compresseurs...etc.

On peut citer parmi ses principales fonctions :

- Démarrage, freinage de ralentissement et freinage d'arrêt, et régulation de vitesse,
- Boucle de vitesse avec dynamo tachymétrique ou générateur d'impulsions,
- Adaptation de la limitation de courant en fonction de la vitesse pour les applications de ventilation...etc.

Pour le dialogue l'Altivar58 comporte une liaison série multipoints RS 485 avec protocole Modbus simplifié intégré dans le produit de base. Cette liaison série permet le raccordement d'automates programmables, d'un PC, de passerelle de communication ou d'un des outils de programmation disponibles.

Quatre solutions de dialogue évoluées existent, avec affichage en clair en 5 langues et mémorisation de configurations :

- Terminal d'exploitation, sur variateur ou sur porte d'armoire,
- Solutions de dialogue évolué PowerSuite :
 - Pack Pocket PC pour PowerSuite,
 - Atelier logiciel PowerSuite pour PC,
- Afficheur à écran matriciel Magelis.

Les variateurs ATV58 sont disponibles avec filtres CEM intégrés. Les variateurs ATV 58 de puissance $\geq 18,5$ kW en 380...500 V sont également disponibles sans filtres CEM, pour les cas où la conformité CEM n'est pas demandée. Les variateurs de puissance ≤ 11 kW en 208...240 V sont disponibles avec filtres CEM intégrés. Pour les calibres ≥ 11 kW, les filtres CEM sont disponibles en option [13].

III.2.6.2- Caractéristiques

Le variateur utilisé sur notre maquette est un ATV58 HU09M2 destiné aux moteurs de puissances comprises entre 0.37 et 75kW (0.5 à 100HP). Equipé d'un radiateur et filtres CEM intégrés, le tableau ci-après nous montre les différentes caractéristiques de la gamme des variateurs ATV58 :

Caractéristiques d'entraînement	
Gamme de fréquence de sortie	0.1 à 500 Hz
Fréquence de découpage configurable (*)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sans déclassement en régime permanent : 0.5-1-2-4kHz, ○ Sans déclassement avec cycle de fonctionnement intermittent ou avec déclassement d'un calibre en régime permanent : 8-12-16kHz.
Couple de freinage	30% du couple nominal moteur sans résistance de freinage (valeur typique). Jusqu'à 150% avec résistance de freinage en option
Surcouple transitoire	<ul style="list-style-type: none"> ○ 200% (140% en couple standard) du couple nominal moteur (valeur typique à ±10%) pendant 2s, ○ 170% (120% en couple standard) du couple nominal moteur (valeur typique à ±10%) pendant 60s.
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>C/Cn</p> <p>N (Hz)</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Applications à fort couple (*) :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1-Moteur autoventilé : couple utile permanent 2-Moteur motoventilé : couple utile permanent 3-Surcouple transitoire 4-Couple en survitesse à puissance constante </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>C/Cn</p> <p>N (Hz)</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Applications à couple standard :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- Moteur autoventilé : couple utile permanent 2- Moteur motoventilé : couple utile permanent 3- Surcouple transitoire 4- Couple en survitesse à puissance constante </div> </div>	
Caractéristiques électriques	
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tension alternative (*) : 200V -10% à 240V +10% monophasée, ○ Fréquence : 50Hz ±5% ou 60Hz ±5%.
Tension de sortie	Tension maximale égale à la tension du réseau d'alimentation
Isolement galvanique	Isolement galvanique entre puissance et contrôle

Sources internes disponibles	Protégées contre les courts-circuits et les surcharges Une source + 10 V (- 0, + 10%) pour le potentiomètre de consigne (1...10 k Ω), débit maximal 10 mA Une source + 24 V (mini 20 V, maxi 30 V) pour les entrées de commande, débit maximal 200 mA
Entrées analogique AI	Une entrée analogique en tension AI1 : 0- 10V, impédance 30k Ω . Une entrée analogique en courant AI2 : 0-20 mA, impédance 100 Ω (réaffectable en X-Y mA, en programmant X et Y, avec une définition de 0.1 mA) Temps d'échantillonnage : 4 ms maxi
Sortie analogique AO1	Sortie analogique affectable 0-20 mA, impédance de charge maxi 500 Ω . Temps d'échantillonnage 2 ms maxi.
Entrées logiques LI	4 entrées logiques affectables d'impédance 3.5 k Ω . Alimentation + 24 V (mini 11 V, maxi 30 V) Etat 0 si < 5 V, état 1 si \geq 11 V Temps d'échantillonnage : 2 ms maxi
Sorties logiques	Deux sorties logiques à relais R1 (relais de défaut) et R2 (affectable) Un contact "OF" protégé contre les surtensions (relais R1) Un contact "F" protégé contre les surtensions (relais R2) Pouvoir de commutation minimal : 10 mA pour -24 V Pouvoir de commutation maximal : <ul style="list-style-type: none"> ○ Sur charge résistive ($\cos\phi= 1$) : 5A pour ~250 V ou -30 V ○ Sur charge inductive ($\cos\phi= 0.4$ et L/R = 7 ms) : 1.5A pour ~250 V ou -30 V
Communication	Liaison série multipoints RS 485, protocole Modbus simplifié intégré dans le produit de base. Vitesse de transmission : 19 200 bits/s sans parité.
Rampes d'accélération et de décélération	Forme des rampes réglable : linéaire ou en S ou en U Préréglées en usine à 3 s Possibilité de 2 gammes de rampes commutables par seuil de fréquence ou par entrée logique Réglables séparément de 0.05-0.1 à 999.9 s (définition 0.1 s) Adaptation automatique des temps de rampe de décélération en cas de dépassement des possibilités de freinage (choix configurable)
Freinage d'arrêt	Par injection de courant continu : <ul style="list-style-type: none"> ○ Par ordre sur entrée logique affectable ○ Automatiquement à l'arrêt dès que la fréquence devient inférieure à 0.1 Hz, pendant un temps réglable de 0 à 30 s ou permanent
Principales protections et sécurités du variateur	Protection contre les courts-circuits : <ul style="list-style-type: none"> ○ Entre les phases de sortie ○ Entre les phases de sortie et la terre ○ Sur les sorties des sources internes Protection thermique contre les échauffements excessifs et les surintensités

	Sécurités de surtension et de sous-tension du réseau Sécurité en cas de coupure de phase du réseau (évite la marche en monophasé sur les variateurs triphasés)
Résistance d'isolement à la terre	> 500M Ω (isolement galvanique) à -500 V

Tableau III.3 : *Tableau des différentes caractéristiques du ATV58 [3]*

(*) : Spécifique à la référence ATV58 HU09M2.

III.2.6.3- Cartes d'extension

L'altivar58 a des caractéristiques spécifiques de base (vus dans le tableau) en ce qui concerne la communication, dialogue, entrées/sorties...etc.

Pour élargir la gamme d'utilisation de notre variateur on peut ajouter des cartes d'options.

a- Options cartes de communication

L'Altivar ATV58 intègre dans sa base le protocole Modbus simplifié avec une liaison série multipoints RS 485.

L'Altivar 58 ou l'Altivar 38 peuvent se connecter sur d'autres réseaux ou bus de communication par l'intermédiaire des cartes d'option de communication ou de passerelles.

Les cartes de communication sont disponibles pour les bus ou réseaux suivants :

- Fipio,
- Modbus Plus,
- Uni-Telway, Modbus ASCII, Modbus RTU/Jbus,
- INTERBUS,
- AS-Interface,
- Profibus DP,
- Ethernet,
- CANopen,
- DeviceNet,
- METASYS N2.

Les passerelles de communication sont disponibles pour le bus Profibus DP et le réseau LonWorks.

La carte utiliser dans notre cas est la carte pour le bus AS-interface, l'emploi de cette carte de communication permet d'exploiter les fonctions suivantes de l'Altivar 58 :

- Commande : marche/arrêt, freinage, consigne de fréquence (valeurs présélectionnées), remise à zéro des défauts, plus vite/moins vite.
- Signalisation : état du variateur (prêt, en marche, en défaut, référence fréquence atteinte, seuil thermique atteint, forçage local).
- Autorisation : de la commande par le bornier (forçage local).

Le nombre maximum de variateurs pilotés sur ce bus est de 31 avec une vitesse de transmission 166kbit/s.

Notre carte est de la référence VW3 A58305

b- Options cartes d'entrées/sorties

L'adaptation particulière de l'Altivar 58 à certains domaines d'application peut être réalisée par l'installation dans le variateur d'une carte extension d'entrées/sorties. Deux modèles sont disponibles :

- Carte avec entrée analogique :

Comporte 2 entrées logiques 24 V DC, 1 sortie logique 24 V DC à collecteur ouvert, une sortie analogique 0/20 mA, et une entrée analogique bipolaire ± 10 V. L'entrée analogique peut être utilisée en correction de vitesse avec une dynamo tachymétrique, en retour de la fonction PI, en traitement de sondes PTC de protection moteur, ou en sommation de la référence fréquence.

- Carte avec entrées pour codeur :

Comporte 2 entrées logiques 24 V DC, 1 sortie logique -24 V DC à collecteur ouvert, une sortie analogique 0/20 mA, et des entrées A+, A-, B+, B- utilisables en correction de vitesse avec un codeur incrémental ou avec un détecteur inductif ou photoélectrique.

III.2.6.4- Schéma du variateur ATV58

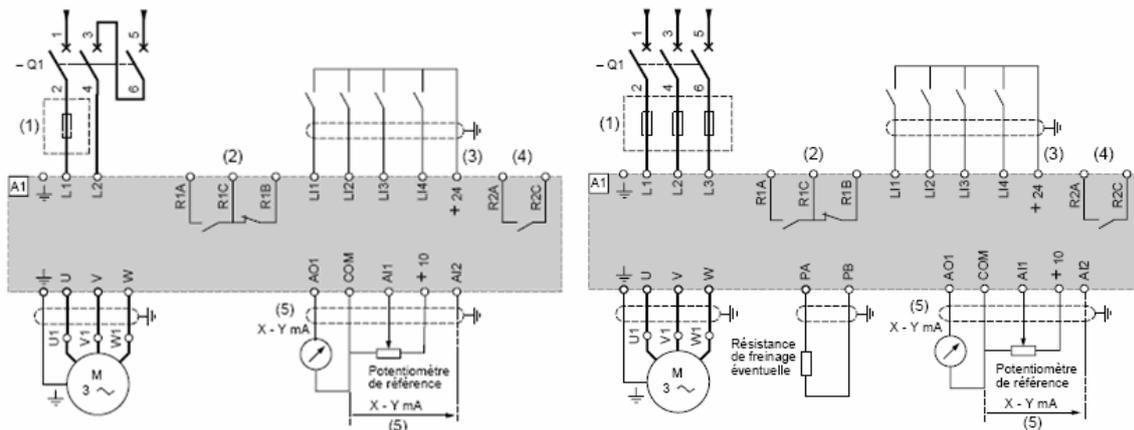


Figure III.18 : Schéma du ATV58 HU09M2 (monophasé et triphasé) [3]

- (1) Inductance de ligne éventuelle.
- (2) Contacts du relais de sécurité ; pour signaler à distance l'état du variateur.
- (3) + 24 V interne. En cas d'utilisation d'une source externe + 24 V, relier le 0 V de celle-ci à la borne COM, ne pas utiliser la borne + 24 du variateur, et raccorder le commun des entrées LI au + 24 V de la source externe.
- (4) Relais R2 réaffectable.
- (5) X et Y sont programmables entre 0 et 20mA, indépendamment pour AI2 et AO1.

III.2.6.5- Modes de pilotage du variateur

L'Altivar 58 peut être piloté en local par le bornier ou par la prise "terminal" (terminal d'exploitation, terminal de programmation, logiciel PC) et à distance par le bus AS-i.

Ainsi les sources de commande possibles sont :

- mode ligne.
- mode local bornier.
- mode local "terminal".

Lorsque le variateur est équipé d'une carte AS-i, il prend ses commandes du bus AS-i. En cas de défaut de communication (CnF) le variateur passe automatiquement en mode local. Il repasse en mode ligne dès réception des bits de sorties du bus.

Les commandes suivantes sont prioritaires quel que soit le mode :

- Ordre d'arrêt par une entrée logique affectée à cette fonction.
- Ordre d'arrêt par la touche stop du terminal. Pour redémarrer, il faut préalablement faire un réarmement par le bus AS-i.

III.2.6.6- Communication maître variateur

a- Fonctions accessibles par le bus AS-i

Les fonctions accessibles par le bus AS-i sont les suivantes :

➤ Configuration et commande :

Stop suivant 4 types

- Normal (sur rampe)
- Rapide
- Injection de courant continu
- Roue libre

Marche

- 2 sens avec 4 vitesses présélectionnées
- 1 sens avec 7 vitesses présélectionnées
- Plus vite/moins vite
- 2 sens avec consigne analogique câblée sur bornier

➤ Surveillance

- Variateur prêt
- Moteur en marche
- Valeur des entrées logiques LI3 et LI4
- Valeur du relais de sortie R2

En affectant les entrées logiques et le relais de sortie on peut surveiller les paramètres correspondants.

Les fonctions accessibles par le bus AS-i sont indépendantes de la configuration du variateur.

b- Configuration, commande et surveillance du variateur

Le maître commande le variateur par 4 bits de sortie D0 (S), D1 (S), D2 (S) et D3 (S), il le configure par 4 bits de paramètres P0, P1, P2 et P3 et le surveille par 4 bits d'entrée D0 (E), D1 (E), D2 (E) et D3 (E).

- Paramètres AS-i

Bit	Valeur	Fonction	Signification
P0	0	Chien de garde	Dévalidation du chien de garde
	1		Validation du chien de garde
P2 P1	0 0	Sélection de mode	non utilisé
	0 1		mode plus vite / moins vite
	1 0		mode 7 vitesses présélectionnées 1 sens de marche
	1 1		mode 4 vitesses présélectionnées 2 sens de marche
P3	0	Affectation du bit d'état D3 (E)	D3 (E) affecté à LI4
	1		D3 (E) affecté à R2

Tableau III.4 : Signification des bits paramètres [15]

La validation du chien de garde entraîne le contrôle de la réception des bits de sortie en provenance du maître au moins une fois dans une période de 50 ms. Le déclenchement du chien de garde provoque un défaut CnF (voir Annexe C).

Le chien de garde est validé par défaut. Cependant, il n'est activé qu'après la première réception des bits de sortie.

Lorsque le chien de garde n'est pas validé, en cas de perte de communication, la dernière commande est maintenue.

La signification des bits de sortie dépend du mode sélectionné par les paramètres P1 et P2.

Le passage d'un mode à un autre doit se faire moteur à l'arrêt sinon le variateur déclenche en défaut CnF.

- Signification des bits de sortie dans le mode « 4 vitesses présélectionnées » (P1 = 1, P2 = 1) :

Bits de commande				Commande	
D3 (S)	D2 (S)	D1 (S)	D0 (S)		
0	0	0	0	Arrêt	normal
0	1	0	0		rapide
1	0	0	0		injection de courant continu
1	1	0	0		roue libre
0	0	0	1	Marche avant	1ere vitesse : LSP + AI (1)
0	1	0	1		2 e vitesse : SP2
1	0	0	1		3 e vitesse : SP3
1	1	0	1		4 e vitesse : HSP
0	0	1	0	Marche arrière	1ere vitesse : LSP + AI (1)
0	1	1	0		2 e vitesse : SP2
1	0	1	0		3 e vitesse : SP3
1	1	1	0		4 e vitesse : HSP
0	0	1	1	Réarmement	non utilisé

0	1	1	1	variateur	non utilisé
1	0	1	1		non utilisé
1	1	1	1		remise à zéro des défauts (réarmement)

Tableau III.5 : Signification des bits de sortie [15]

(1) Les consignes éventuelles sur les entrées analogiques restent actives en 1ere vitesse et sont sommées à LSP. Cela permet une commande avec consigne analogique au bornier et ordres logiques par le bus AS-i, voir Annexe C.

Les valeurs des vitesses présélectionnées sont configurées par le terminal d'exploitation, le terminal de programmation ou le logiciel PC. Pour modifier SP2 et SP3, il faut d'abord affecter LI2 et LI3 à la sélection 4 vitesses. Une fois le réglage des vitesses effectué, les entrées logiques LI peuvent être affectées à d'autres fonctions, voir Annexe C.

- Signification des bits d'entrée :

Bits d'entrée	Valeur	Signification
D0 (E)	0	Variateur en défaut ou non prêt
	1	Variateur prêt pour contrôle à distance
D1 (E)	0	Moteur à l'arrêt
	1	Moteur en marche
D2 (E)	0	LI3 = 0
	1	LI3 = 1
D3 (E) avec P3 = 0	0	LI4 = 0
	1	LI4 = 1
D3 (E) avec P3 = 1	0	R2 = 0
	1	R2 = 1

Tableau III.6 : Signification des bits d'entrée [15]

III.2.7- Conclusion

La gamme altivar offre une utilisation facile, simple et élargie avec les cartes d'extensions en options. Un choix adéquat des paramètres en utilisant PowerSuite nous donne un réglage optimal.

III.3- Terminal d'exploitation MAGELIS

III.3.1- Introduction

Les processus industriels sont connus pour être complexe à cause de leur technologie de pointe et leur mode de fonctionnement évolué, ainsi leur manipulation directe engendre un danger pour l'opérateur.

L'interface homme Machine sert à éviter le contact direct et offre ainsi une possibilité de surveillance, de diagnostic et de commande à distance.

III.3.2- Présentation des terminaux MAGELIS

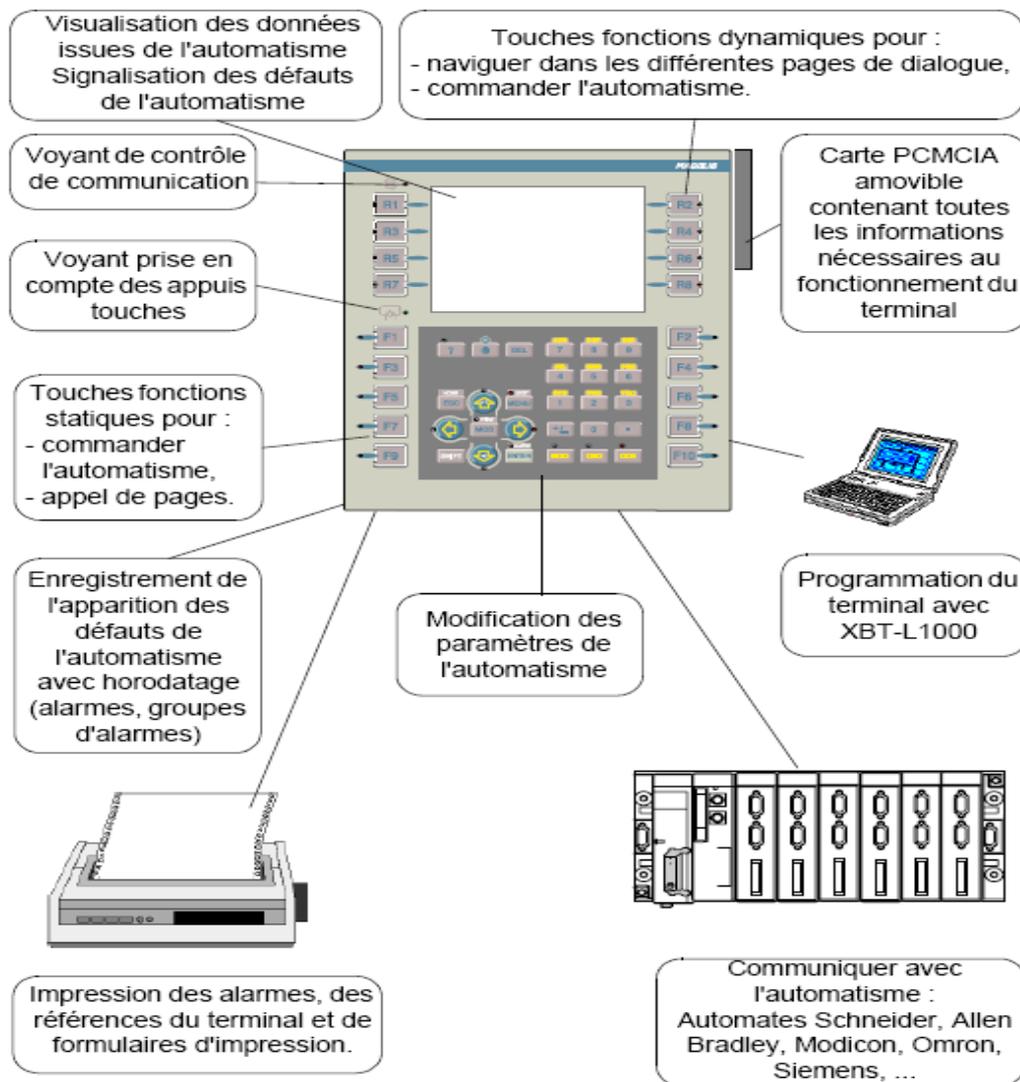


Figure III.19 : L'environnement des Terminaux Magelis

Les terminaux de dialogue Magelis communiquent avec les équipements d'automatismes :

- Par liaison série,
- Par bus de terrain,
- Dans des architectures réseaux,
- Par intégration dans une architecture avec réseau Ethernet TCP/IP.

L'ensemble des terminaux intègre de base une liaison série asynchrone RS232 C, RS422/485. L'utilisation d'un des protocoles, Uni-TE, Modbus, KS assure une mise en oeuvre simplifiée de la communication avec les automates de Schneider Electric : Telemecanique, Modicon, April ou A-Line.

L'adjonction aux terminaux graphiques d'une carte de communication au format PCMCIA de type III permet le raccordement à différents bus industriels :

- Bus Fipio (avec XBT F).
- Bus Modbus Plus (avec XBT F).

Par l'intermédiaire de l'automate maître du bus, le terminal à écran graphique XBT F assure le dialogue opérateur et la conduite interactive avec les différents équipements connectés sur le bus.

III.3.3- Modes de fonctionnement

Les Terminaux MAGELIS possèdent 3 modes de fonctionnement

- Mode enregistrement.
- Mode exploitation. (par défaut)
- Mode confidentiel.

Il existe deux bits associés au mode de fonctionnement à la disposition de l'API:

Modes	Bit 1	Bit 0
Enregistrement	1	X
Exploitation	0	0
Confidentiel	0	1

Tableau III.7: Les bits associés au mode de fonctionnements

Mode Enregistrement

Ce mode correspond aux échanges entre l' XBT-F et le logiciel XBT-L1000 V3 (transfert d'une application).

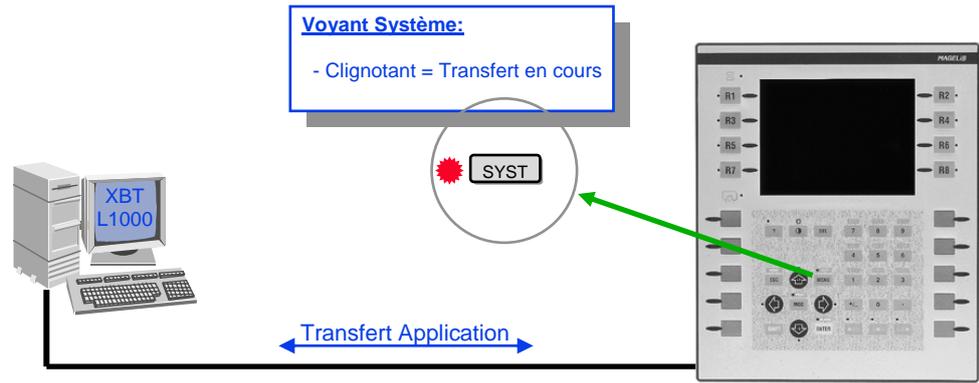


Figure III.20 : Le principe du mode enregistrement

Mode Exploitation

Ce mode correspond aux échanges entre l' XBT-F et l'API :

- Conduite de l'automatisme ,
- Visualisation des variables, alarmes,
- Saisie des consignes,
- Action Tout ou Rien,

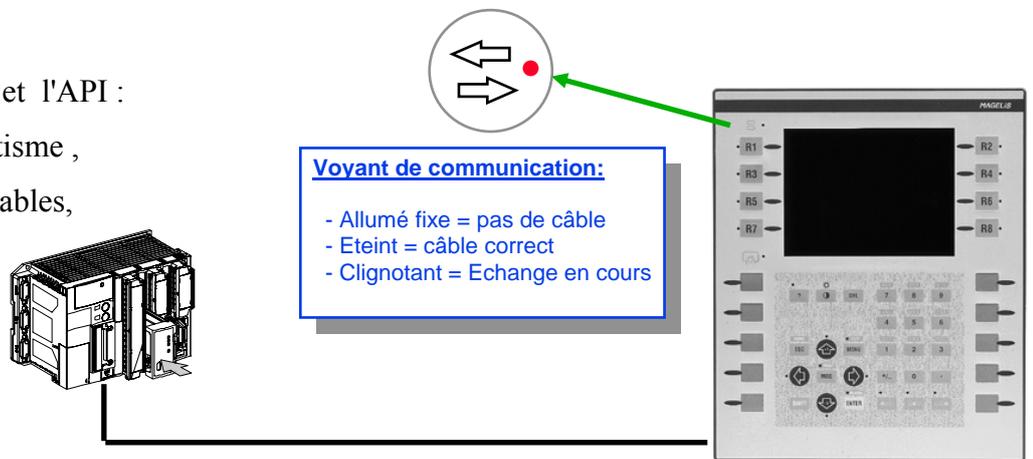


Figure III.21 : Le principe du mode exploitation

Mode Confidentiel

Ce mode permet l'accès aux pages application, aux pages système et aux zones de saisie protégées par mot de passé.

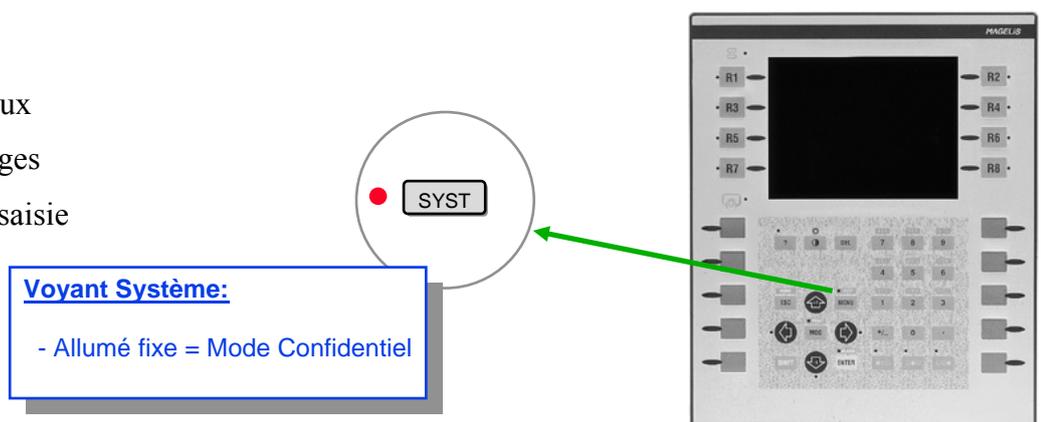
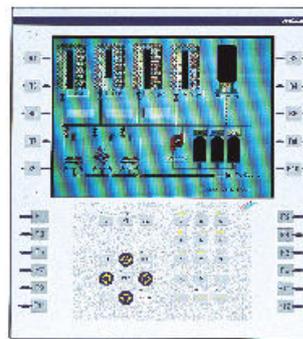


Figure III.22 : Le principe du mode confidentiel

III.3.4- Les Terminaux Magelis utilisés dans l'application



Référence	XBT-P 021010	XBT-F 024110
Type d'affichage	Fluorescent vert matriciel par caractère (5 x 7 pixels)	LCD TFT couleurs
capacité	2 lignes de 20 caractères, hauteur 5 mm	10,4 ''
Saisie	12 touches fonctions statiques, 10 touches fonctions service, 12 touches numériques.	12 touches fonctions statiques, 10 touches fonctions dynamiques, 12 touches services, 12 touches alphanumériques
Capacité mémoire application	256 Ko Flash EPROM	16 Mo Flash EPROM (PCMCIA Type II) fournie.
Nombre de pages	-400 pages applications environ (25 lignes maxi par page) -256 pages alarmes disponibles (25 lignes maxi par page) -256 pages formulaires d'impression.	30 à 300 pages de type application, aide, alarme (512 maxi), formulaire (256 maxi) et recettes.
Variables par page	-	64
Représentation des variables	Alphanumérique	Alphanumérique, bitmap, bargraphe, vumètre, potentiomètre, sélecteur, ...
Recette	-	125 enregistrements maxi et 5000 valeurs maxi
Courbe	-	16 courbes temps réel

Historique d’alarmes	-	Oui
Relais d’alarmes	-	Oui
Horodateur	Accès a l’horodateur de l’automate	Accès a l’horodateur de l’automate
Liaison série asynchrone	-	RS232C / RS485 / RS422
Protocoles	Uni-Telway, Modbus	Uni-Telway, Modbus
Bus réseaux	-	Modbus plus, Fipio/Fipway, Modbus, Ethernet TCP/IP

Tableau III.8 : Caractéristiques des Terminaux Magelis XBT-P 021010 et XBT-F 024110

III.3.5- Le Logiciel XBTL1000

Le logiciel XBTL1000 permet de concevoir, simuler et implémenter l’interface homme machine sur les terminaux Magelis XBT.

Une Application Magelis est composée de plusieurs types de pages :

- Pages Application : Ecrans avec objets graphiques animés
- Pages Alarmes : Messages d'alarme associés à un ou plusieurs bits automate
- Pages d'aide : Affiche lors de l'appui sur la touche des informations pour guider et aider l'opérateur
- Pages Système : Page Menu et page de paramétrage du terminal
- Pages Formulaire : Pages pour impression (rapport, étiquettes, etc...)

Pour une simplification du dialogue, l’ensemble des données est regroupé dans une table : la table de dialogue.

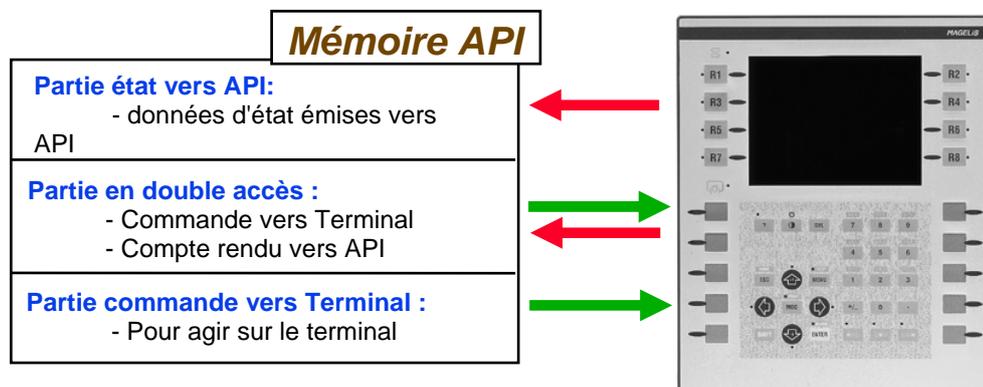


Figure III.23 : Différents types de dialogue API/Magelis

III.3.5.1- Paramétrage de la table de dialogue

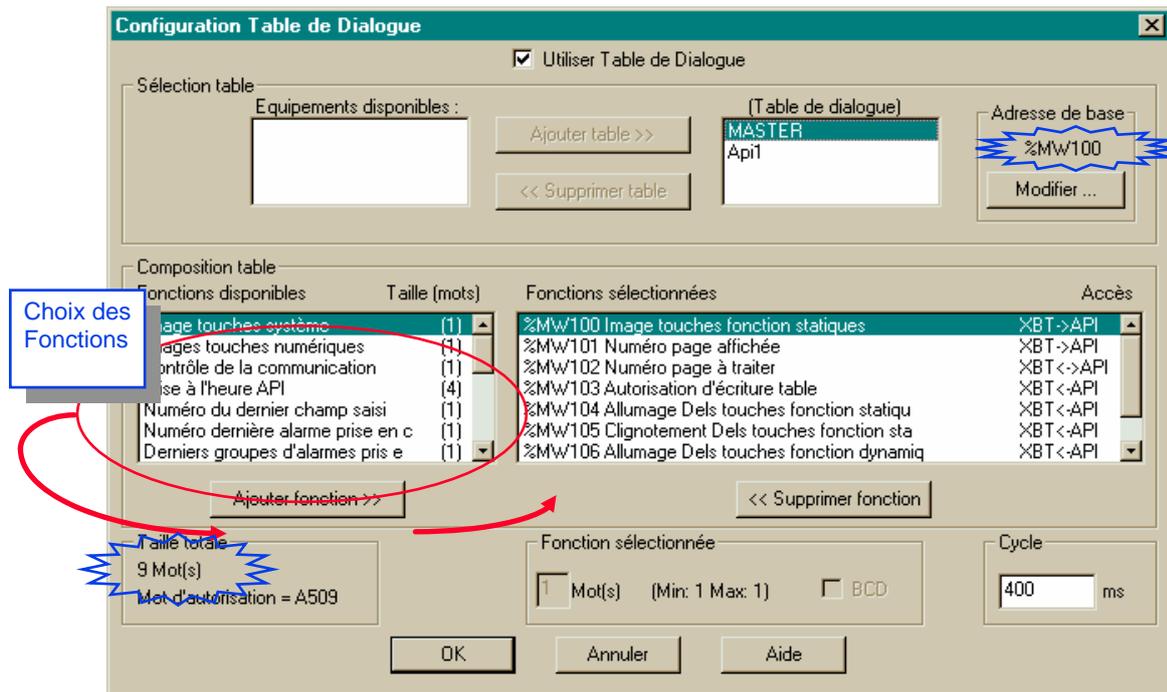


Figure III.24 : Table de dialogue Magelis

Lors du paramétrage, il faut d’abord cocher la case « utiliser Table de Dialogue », puis définir l’adresse de début (adresse de base) de la table de dialogue.

III.3.5.2- Création des pages

- Présentation de l’éditeur

La fenêtre principale permet de réaliser les différentes pages. La barre d’outils permet de réaliser différentes fonctions. Certains objets statiques (comme du texte par exemple) peuvent être animés. L’animation consiste à faire changer les attributs de couleurs d’un objet en fonction de la valeur d’une variable automate associée.

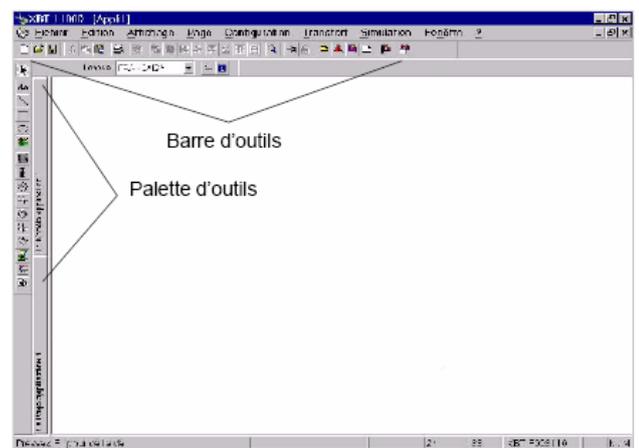


Figure III. 25: Editeur d’application

- Champ variable Alphanumérique 

Afficher des valeurs reflétant l'état de l'automatisme. Saisir des paramètres permettant la conduite de l'automatisme. 4 seuils permettent de filtrer la saisie opérateur (seuils Min et Max) et de visualiser les dépassements du process (changement de couleur).

III.3.5.3- Objet touche fonction

- Touches fonctions statiques 

Les touches fonctions statiques sont définies pour l'ensemble de l'application. Elles n'agissent que sur des bits de la table de dialogue.

Elles peuvent avoir les fonctionnalités suivantes :

- Commande impulsionnelle,
- Commande pousser/pousser,
- Accès à une page.

- Touches fonctions dynamiques

Les touches fonctions dynamiques sont associées à une ou plusieurs pages. Les touches de fonctions dynamiques peuvent avoir les fonctionnalités suivantes :

- Commande impulsionnelle (le bit associé est à 1 lorsqu'on maintient l'appui).
- Commande pousser/pousser (le bit associé est mis à 1 avec un appui fugitif, et mis à 0 par dés qu'on ré appui à nouveau).
- Ecriture valeur.
- Accès à une page.
- Positionnement sur un champ de saisie,

Dans leur fonction de commande (impulsionnelle ou pousser/pousser) les touches de fonction dynamique agissent sur n'importe quel bit de n'importe quel équipement de l'architecture d'automatisme.

III.3.5.4- Méthodologie du développement

Comme dans tout développement d'application industrielle, le développeur devra suivre une méthodologie, afin que:

- Le besoin du client final soit respecté,
- La programmation Automate tienne compte de la partie "Dialogue Opérateur",

- Toutes les fonctionnalités nécessaires à la conduite du process soient prises en compte dès le départ,
- L'ensemble Automate / Dialogue Opérateur soit structuré et "pensé",
- Le nombre d'informations destiné à la conduite soit suffisant, sans être excessif,
- La sécurité humaine et matérielle soit prise en compte.

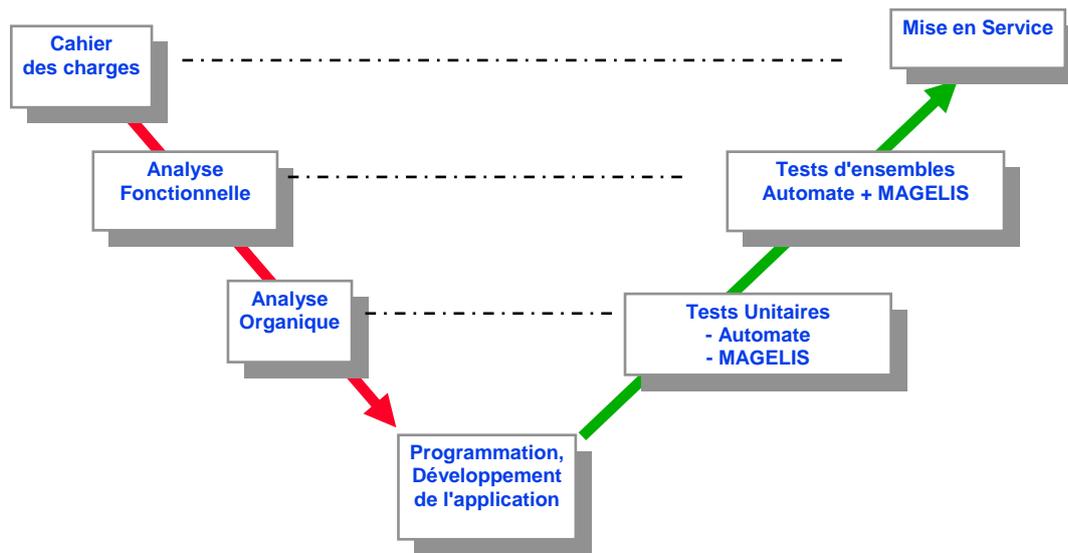


Figure III.26 : Le cycle de développement en V

a- Partie Magelis

1 - Création d'une nouvelle Application:

- Donner le type du Terminal
- Préciser le Protocole utilisé,
- Configurer les paramètres généraux du Terminal (Formats Date / Heure, Page Application de démarrage, Langue par défaut, type d'imprimante, 3 Mots de Passe).

2 - Définir l'adresse de(s) automate(s):

- Adressage 5 ou 6 niveaux Xway,
- Donner éventuellement le nom d'un fichier de symboles.

3 - Création des pages Modèles Application:

- Définir les modèles de page qui permettront un gain de temps en développement et une homogénéité dans l'application,
- Créer des objets graphiques fixes et / ou animés.

4 - Création des pages Applications:

- Choisir la page Modèle à associer,
- Créer les objets graphiques fixes,
- Créer les objets graphiques animés.

5 - Création des liens inter pages Application:

- Utiliser les touches de Fonctions dynamique pour créer les appels de pages Application,
- Respecter et vérifier l'arborescence définie lors de l'analyse.

6 - Création des pages d'Aide:

- Créer les pages d'Aide en utilisant des objet graphiques fixes et / ou animés,
- Associer aux pages Application la page d'Aide correspondante.

7 - Paramétrage de la table de dialogue:

- En fonction des informations à échanger avec le(s) Automate(s), paramétrer les éléments de la table de Dialogue,
- Définir le nombre de mots de la table des Alarmes (1 à 32),

8 - Paramétrage des Groupes d'Alarmes:

- Définir le nom des groupes d'Alarmes,
- Paramétrer les attributs de couleurs de chaque groupe en fonction des Etats (ON, OFF et ACK).

9 - Création des pages Modèle Alarmes:

- Définir un ou plusieurs Modèles de page Alarme, qui permettront un gain de temps en développement et une homogénéité dans l'application,
- Créer des objets graphiques fixes et / ou animés.

10 - Création des Pages Alarmes:

- Définir le(s) Bit(s) associé(s) au déclenchement de l'Alarme (Lié à la Table de Dialogue),
- Définir les attributs de l'Alarme (Groupe, priorité, Sortie Relais, Etat Ack, Affichage, historisation, impression),
- Choisir le Modèle de page Alarme à associer,
- Créer les objets graphiques fixes,
- Créer les objets graphiques animés.

b- Partie Automate**1 - Mapping Mémoire Automate:**

- Réserver un nombre de mots mémoire (%MWi) consécutifs qui seront échangés avec le Terminal via la Table de Dialogue (longueur de 1 à 106 mots),

2 - Optimisation de la communication:

- MAGELIS lit les Datas en fonction des pages Applications affichées,
- Essayer, autant que possible, de regrouper les datas de même type (Mots, Bits de mots,...) par adresses consécutives et par page Application. Le nombre de requêtes sera alors optimisé.

3 - Structuration du programme:

- Créer des Sections (ou des SR) spécifiques à la gestion du terminal (Recopie des données dans une zone d'adresse réservée à Magelis, affichage des pages Application, Commande des LEDS, Traitements des alarmes,...).

III.3.6- Conclusion

Magelis offre une gamme de terminaux de visualisation large et complète, dont les interfaces sont élaborées avec le logiciel XBTL1000, cette description va être mise en application dans le chapitre suivant.

Chapitre IV

Applications convoyeur

AS-i

IV.1- Présentation de la maquette

IV.1.1- Description générale et cycle de fabrication

L'équipement pédagogique convoyeur AS-i permet d'apprécier l'intérêt du concept AS-i par rapport à des solutions traditionnelles pour le contrôle d'une application industrielle, et de mettre en œuvre un bus industriel pour capteurs et actionneurs.



Figure IV.1 : La maquette « Convoyeur AS-I » [5]

IV.1.1.1- Partie opérative

La partie opérative de l'équipement est constituée de deux convoyeurs et d'un îlot four.

Le bus AS-i, le fil jaune, relie chacun des constituants asifiés de ces éléments.

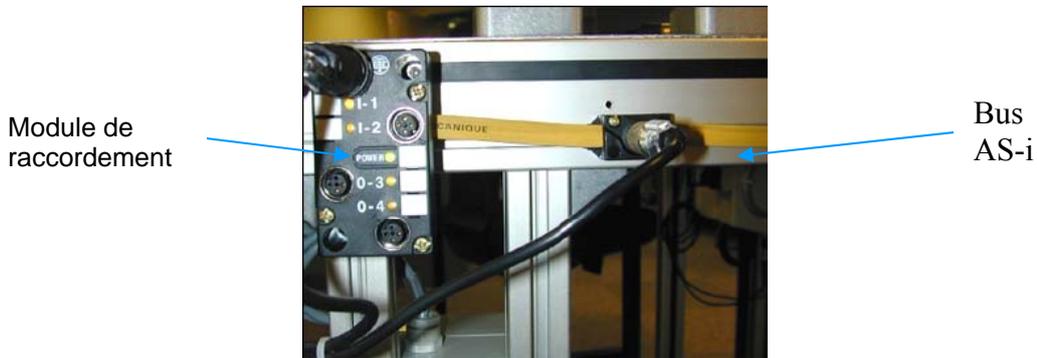


Figure IV.2 : Le bus AS-i et le module de raccordement (interface active) [5]

➤ Le premier convoyeur est constitué de :

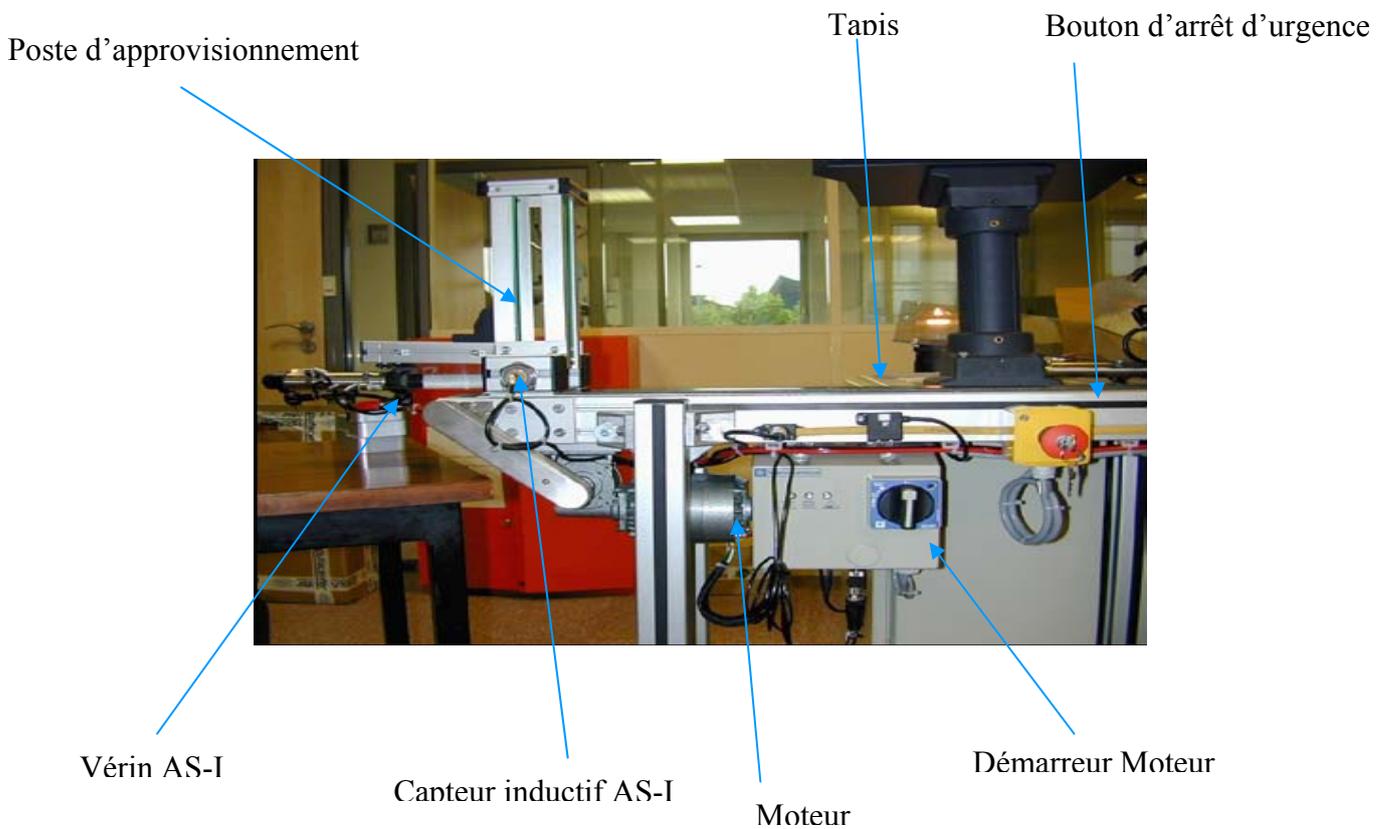


Figure IV.3 : Le Premier convoyeur [5]

Les pièces présentes dans le poste d’approvisionnement sont détectées par le capteur inductif, celles-ci sont évacuées par le vérin sur le tapis. Le démarreur enclenche le moteur qui fait convoyer les pièces jusqu’à la zone d’enfournement.

➤ L’îlot four est équipé de :

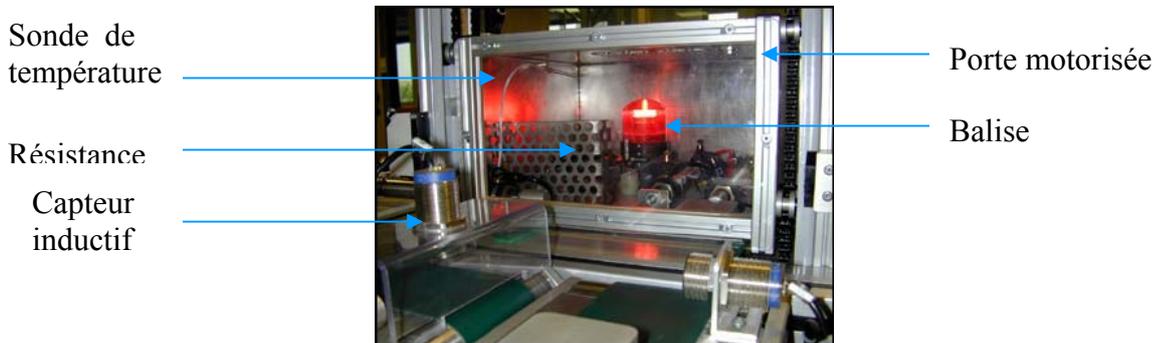


Figure IV.4 : *L’îlot Four* [5]

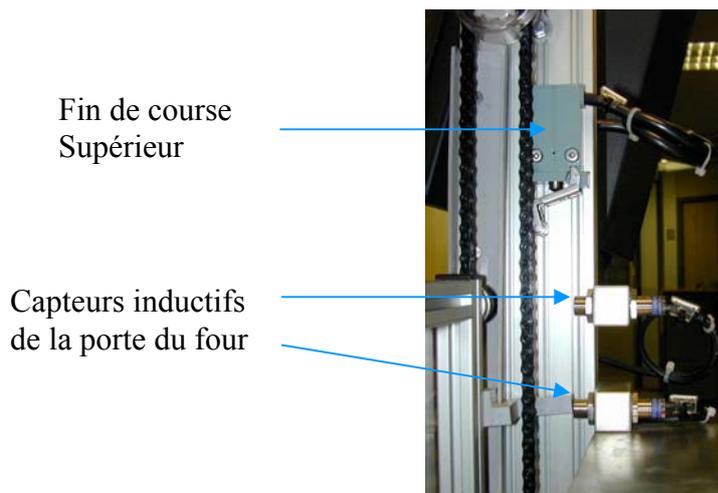


Figure IV.5 : *Capteurs position de la porte* [5]

En arrivant au poste d’enfournement, la pièce est détectée par le capteur inductif 2, la porte du four s’ouvre en vitesse rapide jusqu’au 2ème capteur, puis en vitesse lente jusqu’au fin de course haut, le vérin 3 (socle) sort et le vérin 2 pousse la pièce dans le socle qui la fait rentrer ensuite dans le four.

A l’intérieur du four le vérin 4 pousse la pièce jusqu’au capteur 3. La porte se ferme en vitesse rapide puis en vitesse lente (à partir 2ème capteur).

La balise rouge s’allume pendant une temporisation programmée, puis la porte s’ouvre et le vérin 5 fait sortir la pièce du four.

- Le second convoyeur est constitué de :

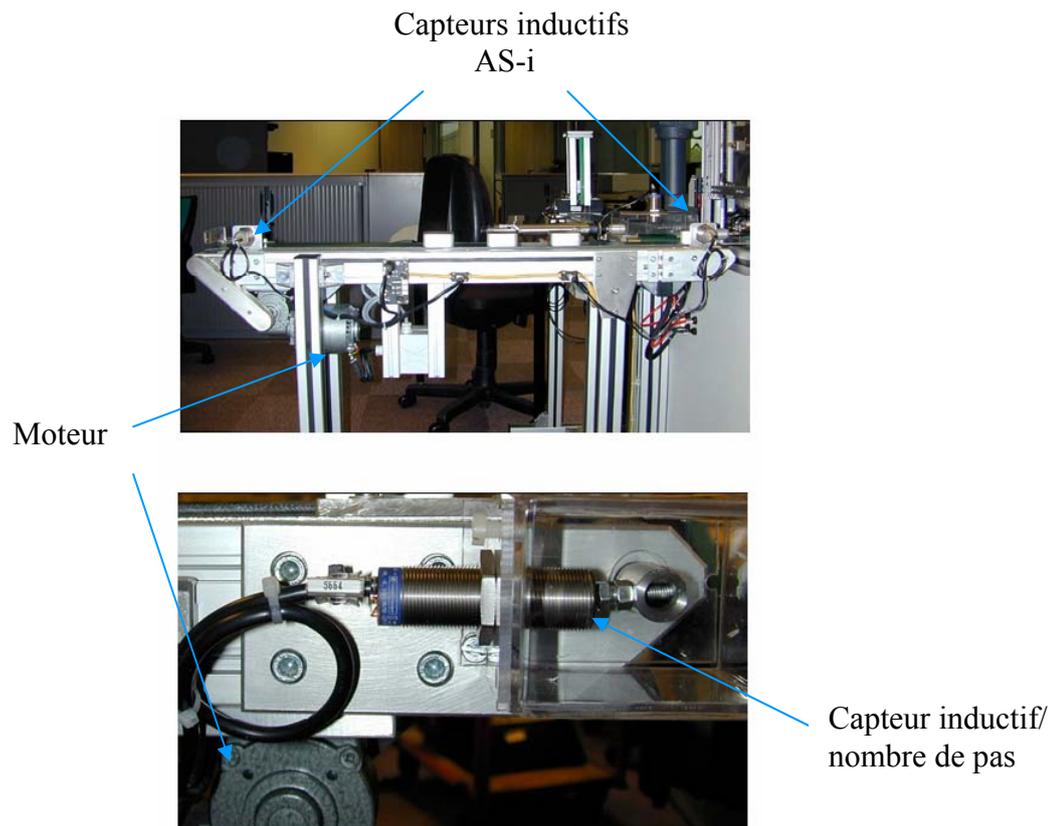


Figure IV.6 : *Le second convoyeur* [5]

La pièce sortie du four est détectée par le capteur inductif 4 puis convoyée par le tapis 2, le capteur inductif 5 détecte l'arrivée de la pièce. Le capteur inductif 6 reçoit une impulsion à chaque tour du moteur tapis 2.

IV.1.1.2- Partie commande

Les deux coffrets sont constitués de (voir Annexe D) :

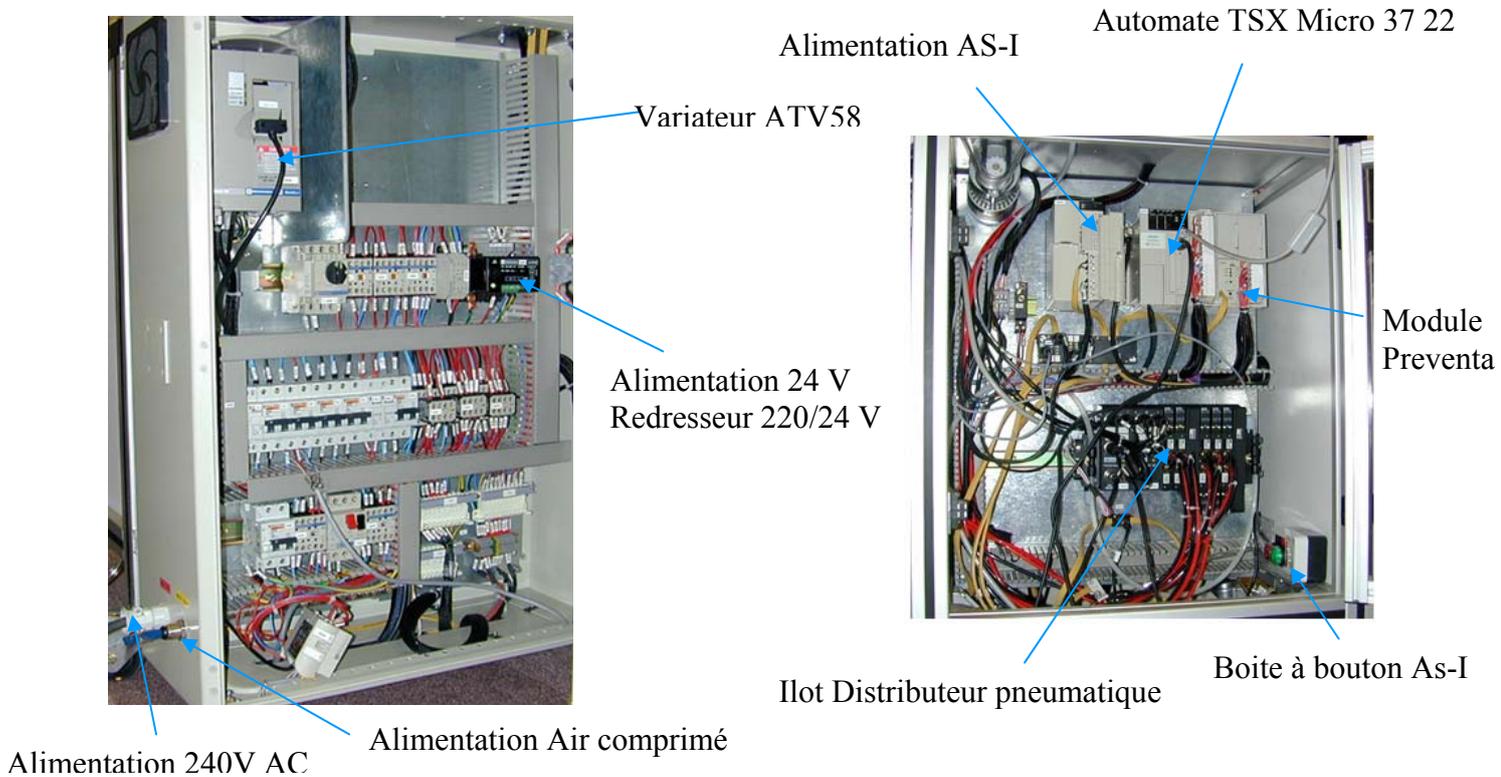


Figure IV.7 : Les coffrets de la partie commande [5]

Nous allons maintenant nous intéresser aux capteurs et actionneurs de la maquette et leurs fonctionnements.

IV.1.2- Les Capteurs

IV.1.2.1- Les Capteurs de proximité inductifs

a- Fonctionnement

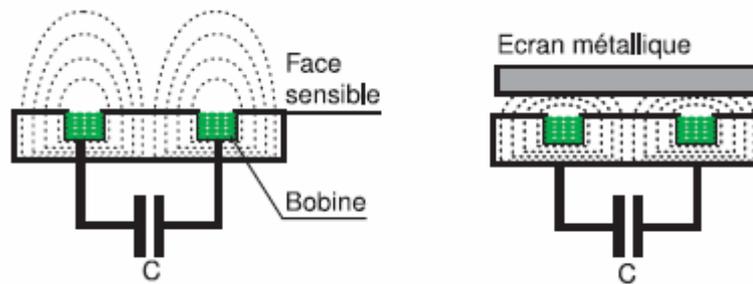


Figure IV.8 : Principe de fonctionnement du capteur de proximité inductif

Si un matériau conducteur (tout objet métallique) pénètre dans le champ électromagnétique, il génère, selon la loi d'induction (loi de Lenz), des courants de Foucault dans le matériau qui atténuent les ondes produites par l'oscillateur. L'atténuation de l'oscillateur, traitée par un circuit électronique, déclenche l'émission d'un signal en sortie. La fréquence de commutation utilisée varie entre 2 et 2000Hz [1].

b- Les Capteurs utilisés

Comme on l'a cité précédemment notre maquette dispose de 8 capteurs de proximité inductifs différents, ils sont à courant de Foucault du type logique (TOR).

1^{er} convoyeur :

Ce 1^{er} convoyeur comporte deux capteurs inductifs :

- Le 1^{er} capteur signale la présence d'une pièce au poste d'approvisionnement,
- Le 2nd capteur signale la présence d'une pièce au poste d'enfournement.

Ces deux capteurs ont les mêmes caractéristiques, fileté M30 modèle noyable, ils sont asifiés et liés au même module AS-i.

2nd convoyeur :

Ce convoyeur comporte trois capteurs inductifs :

- Le 1^{er} capteur signale l'entrée d'une pièce sur le convoyeur,
- Le 2nd capteur signale l'arrivée de la pièce au bout du convoyeur,
- Le 3^{ème} capteur calcul le nombre de pas dont le convoyeur avance.

Les deux premiers sont identiques et ils ont les mêmes caractéristiques que les deux capteurs du 1^{er} convoyeur. Le 3^{ème} est un fileté M18 modèle noyable.

Ces trois capteurs sont asifiés et liés au même module AS-i.

Four :

On peut diviser les capteurs de proximité inductifs qui se trouvent dans le four en deux catégories :

- Capteurs liés au bon fonctionnement de la porte du four,
- Capteur pour la détection de la pièce au bout du socle.

Ces trois capteurs sont du type fileté M12 modèle noyable. Ils sont tous les deux asifiés.

c- Références et caractéristiques

Références		XS1-M30AS101	XS1-M18PAS40	XS1-M12PA370
Sn à 20° (mm)		10	5	2
Portée utile		0...8	0...4	0...1.6
Dimensions D x L (mm x mm)		M30 x 60	M18 x 60	M12 x 50
3fils PNP fermeture NO		●	●	●
Limites de tension d'alimentation ondulation comprise min/max (V)		-	10...38	10...58
Tension assignée d'alimentation (V)		-	12...24	12...48
Courant commuté min/max (mA)		-	0...200	0...200
Protection contre courts-circuits (*)/ signalisation de l'état de sortie (□)		(*)/(□)	(*)/(□)	(*)/(□)
Tension de déchet état fermé à la nominal (V)		-	≤2.6	≤2
Courant consommé à vide (mA)		≤35	≤15	≤10
Fréquence de commutation (Hz)		150	1000	5000
Retards (ms)	À la disponibilité	-	≤10	≤5
	À l'action	-	≤0.3	≤0.1
	Au relâchement	-	≤0.7	≤0.1

Tableau IV. 1: Caractéristiques des capteurs inductifs [3]

L'alimentation des capteurs M18 et M12 est continue.

Le capteur XS1-M30AS101 est appelé détecteur inductif cylindrique AS-i. La liaison se fait avec le câble jaune et l'adressage se fait directement à l'aide du terminal d'adressage :

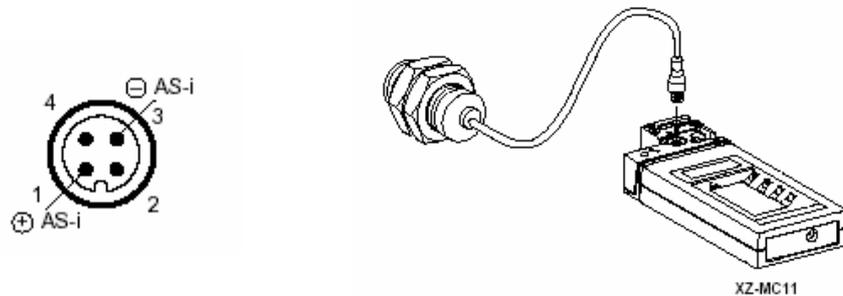


Figure IV.9 : Câble de liaison du capteur et terminal d'adressage

Son alimentation est sur le bus AS-i, le courant consommé à vide sur le bus est ≤ 35 mA.

Le M18 est insensible aux matériaux non ferreux.

IV.1.2.2- Le Capteur photoélectrique

Le capteur photoélectrique utilisé dans notre maquette est du type reflex, avec un réflecteur de dimension 24x21 mm.

Ce capteur est considéré comme une cellule de sécurité, la partie opérative de notre maquette est mise hors énergie si un mouvement est détecté par le capteur.

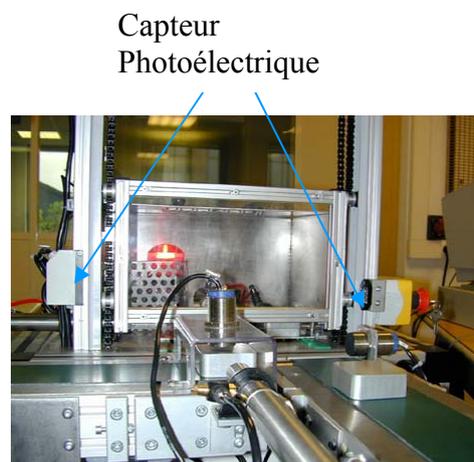


Figure IV.10 : Capteur photoélectrique [5]

L'utilisation de ce type de détecteur nécessite un bon choix de réflecteur, celui qui existe sur la maquette est un XUZ-C24 conçu spécialement pour les détections à distances proches jusqu'à 80cm.



Figure IV.11 : Réflecteur[3]

Notre détecteur est de référence XUL-G 43219. Avec un degré de protection IP67. Il a les caractéristiques suivantes :

- Alimentation AC/DC, 5 fils, relais,
- Limites de tension : 19.2 à 30V ~/-,
- Courant consommé à vide : $\leq 45\text{mA}$,
- Tension maxi sur les contacts du relais 50V ~/-.

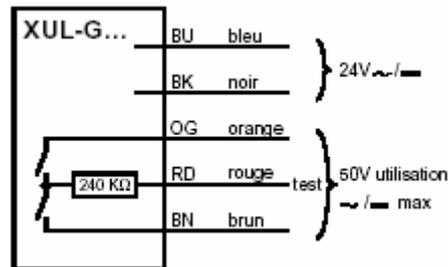


Figure IV.12 : Schéma de câblage d'un capteur photoélectrique[3]

Le fil rouge de test permet le contrôle périodique de l'état des contacts des 2 relais. Il permet donc de détecter la soudure d'un contact. Le courant disponible sur ce fil est limité en interne par une résistance de 240 KW.

IV.1.2.3- Les Capteurs électromécaniques

Notre capteur est du type mouvement rectiligne, avec un contact du type action brusque. Ce type de contacts est caractérisé par des points d'action et de relâchement non confondus.

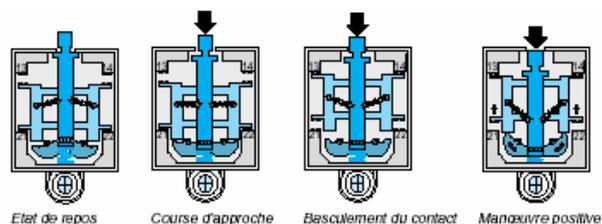
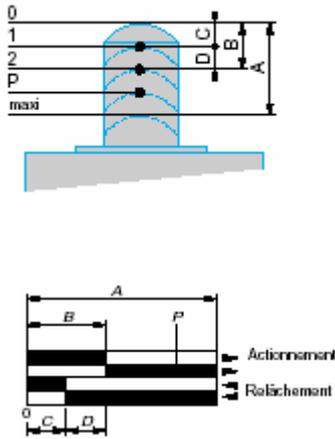


Figure IV.13 : Points d'action et de relâchement d'un capteur électromécanique [3]

La vitesse de déplacement des contacts mobiles est indépendante de la vitesse de l'organe de commande.



- 1 – Point de relâchement de l'élément de contact.
- 2 – Point d'actionnement de l'élément de contact.
- A – Course maximale de l'organe de commande en millimètres.
- B – Course d'action de l'élément de contact.
- C – Course de relâchement de l'élément de contact.
- D – Course différentielle = B – C.
- P – Point à partir duquel l'ouverture positive est assurée.

Figure IV.14 : Fonctionnement d'un capteur électromécanique à contact brusque [3]

IV.1.2.4- Les Capteurs de la position des vérins

Ces capteurs sont des ILS (Interrupteurs à Lame Souple), Reed Switches sensors en anglais, sont couplés avec des vérins dont les pistons possèdent une pastille magnétique (aimant).

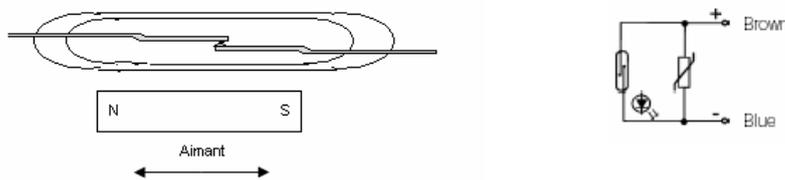


Figure IV.15 : Principe de fonctionnement et symbole des ILS [3]

Dan notre cas le piston ou bien l'aimant bouge horizontalement, avec une action directe entre l'aimant et les ILS.

La référence des ILS utilisés est : P1A-2XLR de la société Parker Pneumatic. Ils ont les caractéristiques suivantes :

- Gamme de tension : 110V ~/-,
- Chute de tension max : 2.8V,
- Courant de charge max : 180mA,
- Distance d'action min : 5mm,
- Fréquence de commutation max : 500Hz,
- Temps de commutation max : 1ms.

IV.1.3- Les Actionneurs

IV.1.3.1- Les Actionneurs Pneumatiques

a- Les vérins

La maquette dispose de 5 vérins doubles effets à amortissement élastique et à piston magnétique.

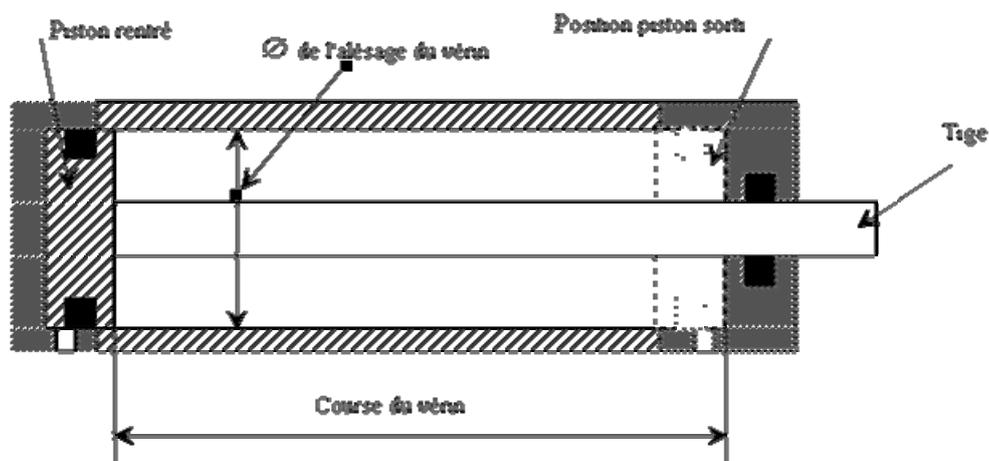


Figure IV. 16 : Schéma d'un vérin double effet [8]

Vérins	Références	Course (mm)	Diamètre (mm)	Rôle
V1	025 DS-0080	80	25	Pousser la pièce dans le tapis 1
V2	025 DS-0160	160	25	Transférer la pièce dans le socle
V3	025 DS-0125	125	25	Mettre la pièce dans le four
V4	025 DS-0160	160	25	Placer la pièce dans le four
V5	025 DS-0200	200	25	Ejecter la pièce du four vers le tapis 2

Tableau IV.2 : Les références des différents vérins présents sur la maquette

b- Les Distributeurs (Pré-actionneurs)

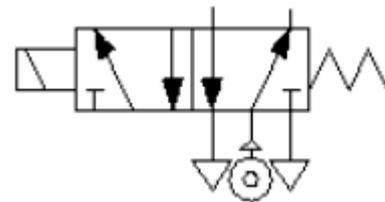


Figure IV.17 : *Distributeur Parker Pneumatic*

Composants destinés à la distribution, de façon constante, de la pression et du débit destiné aux actionneurs pneumatiques

- **Distributeurs monostables :**

Distributeur 5 orifices 2 positions monostable piloté par un pilote électrique. Le rappel se fait par ressort. La position stable est la position repos (ressort détendu).[8]



- **Distributeurs bistables :**

Distributeur 5 orifices 2 positions bistable piloté par deux pilotes électriques. Il n'y a pas de ressort et il y a deux positions stables.

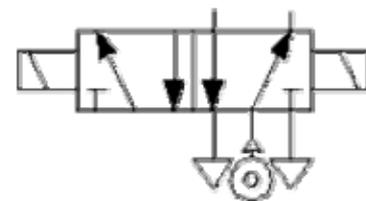


Figure IV.18 : *Schéma des distributeurs* [8]

c- Le pilotage électrique (électropneumatique)

Il est nécessaire que les distributeurs soient équipés d'une ou de deux électrovannes de pilotage dont le rôle est de transformer le signal électrique en un signal pneumatique de pilotage du distributeur.

- Le pilotage des distributeurs au niveau de la maquette se fait grâce à des électrovannes TOR intégrées dans les distributeurs (EV1, EV2...).

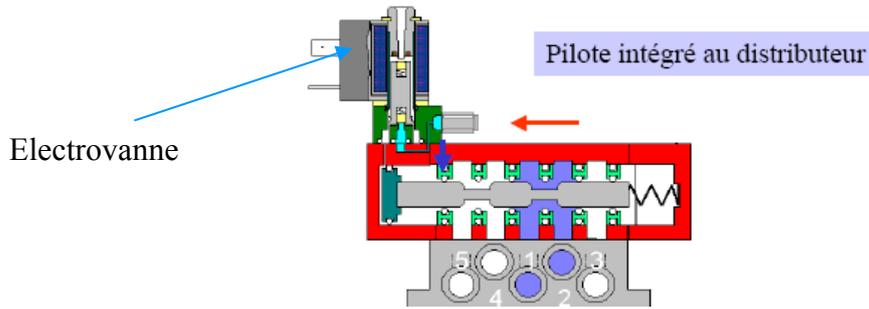


Figure IV.19 : Schéma d'un pilote électropneumatique intégré [8]

- Le distributeur est équipé d'un module AS-I spécifiques supportant jusqu'à 16 E/S.

d- Les accessoires de ligne

Les accessoires de lignes ont pour objet de régler un débit, purger rapidement une capacité, réduire les bruits d'échappement et de connecter les appareils entre eux.

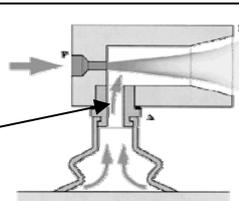
Accessoire	Symbole	Fonction
Clapets anti-retour		Ils assurent le passage de l'air dans un sens et bloquent le débit dans l'autre sens. Une bille peut se déplacer dans une cavité. Lorsque l'air se déplace dans le sens contraire au sens de passage, la bille obstrue le passage et empêche l'air de s'échapper. Cet élément peut être utilisé pour maintenir un circuit sous pression en cas de coupure d'alimentation.
Régulateurs d'échappement		Ils ont pour rôle de régler la vitesse des vérins en s'implantant sur chacun des orifices d'échappement des distributeurs. Ils sont composés d'un orifice de passage d'air qui peut être obstrué par une vis de réglage pour réguler l'échappement.
Réducteurs de débit unidirectionnel (RDU)		Ces composants sont destinés à régler le débit d'air. Ils doivent assurer le freinage du débit d'air dans un sens (gauche droite sens N°1) et le plein passage dans l'autre sens (droite gauche). Le clapet anti-retour obstrue le passage de l'air dans le sens N°1 et l'oblige à passer par l'étrangleur.
Silencieux		Les silencieux sont chargés d'atténuer les bruits d'échappement de l'air comprimé. Ils peuvent être constitués soit de chicanes, soit de filtre de mousse.
Générateurs du vide (venturi)		Un étranglement prévu à l'intérieur de l'éjecteur provoque une accélération du flux d'air vers l'orifice qui entraîne l'air ambiant de l'orifice A et provoque ainsi une dépression. 

Tableau IV.3 : Accessoires de ligne

Il est nécessaire de filtrer l'air venant du compresseur pour retirer les éléments nuisibles au bon fonctionnement des composants (poussière, rouille des tuyaux des canalisations, l'eau condensé dans la cuve du compresseur), de le lubrifier pour faciliter le déplacement des organes mobiles des composants pneumatiques et d'en contrôler la pression. On utilisera à cet effet une succession de composants : un filtre, un détendeur de pression et un graisseur à goutte.

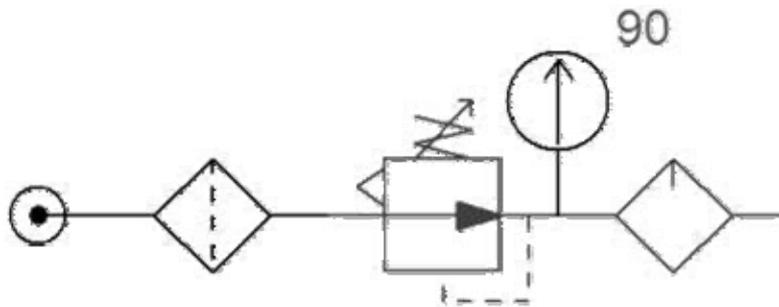


Figure IV.20 : Schéma du filtrage et de lubrification [8]

IV.1.3.2- Les moteurs Electriques

La maquette dispose de 3 Moteurs Asynchrones

Moteur	Rôle	Alimentation	Branchement	Vitesse nominale (Tr/m)
M1	Ouverture/Fermeture Porte Four	Triphasé (1)	Direct avec le variateur ATV58.	-
M2	Convoyeur Tapis 1	Monophasé	Direct au démarreur LF1, avec une capacité de démarrage.	1320 /1594
M3	Convoyeur Tapis 2	Monophasé	Direct, avec une capacité de démarrage.	1320/1594

Tableau IV .4 : Caractéristiques des différents moteurs de la maquette

(1) L'alimentation en triphasé est générée par le variateur ATV58.

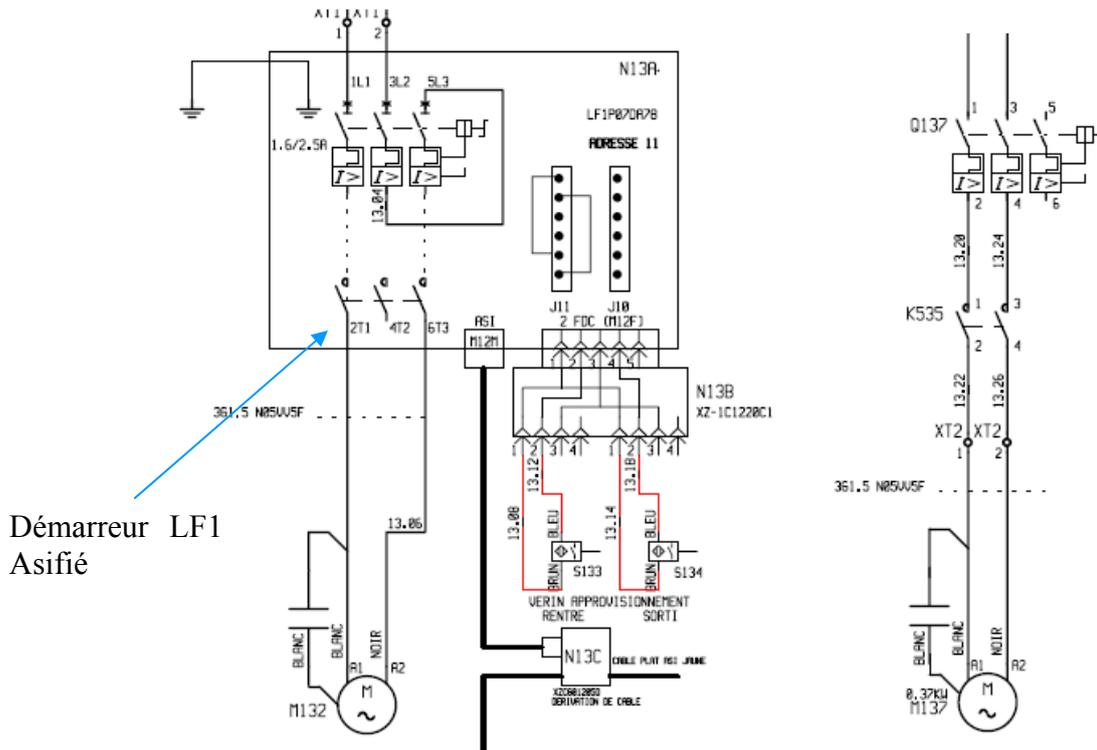


Figure IV.21 : Les schémas électriques des moteurs M2 et M3 [5]

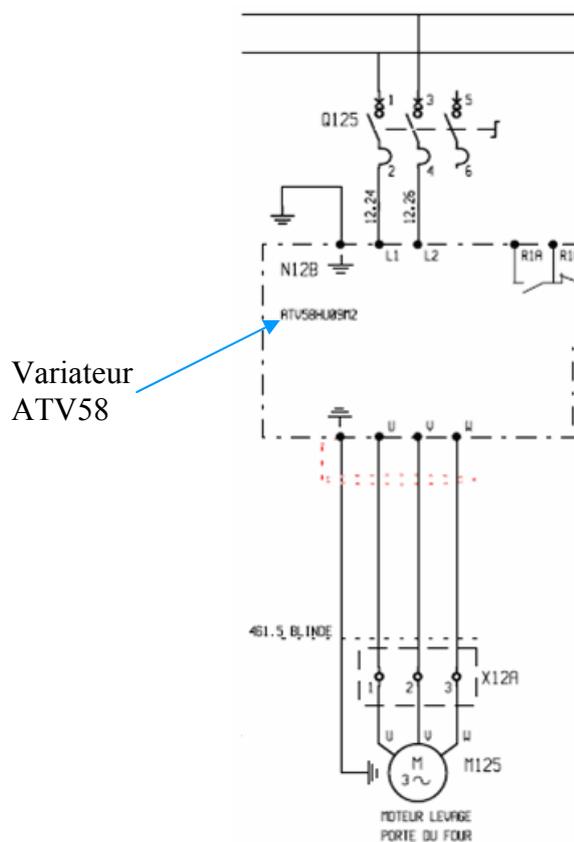


Figure IV.22 : Schéma électrique du moteur 1 avec le variateur ALTV58 [5]

IV.2- Applications

Après l'étude fonctionnelle et instrumentale de la maquette « convoyeur AS-i », on a pu constater que l'exploitation et l'utilisation de celle-ci n'étaient pas complètes, ce qui nous a amené à élaborer un cahier des charge afin de remédier à cela .

Cahier des charge :

- Identification du réseau AS-i .
- Identification des adresses des Entrées/Sorties du système.
- Modification du programme PL7 initial afin de permettre :
 - La mise en marche de la boîte à bouton AS-i.
 - L'économie d'énergie en arrêtant le moteur du Tapis 1 dès la fin de l'approvisionnement.
 - La régulation de la température du four.
- Paramétrer le Variateur ATV 58 avec le logiciel Powersuite.
- Réaliser une Interface Homme/Machine en remplaçant le terminal alphanumérique Magelis XBT-P par un terminal graphique Magelis XBT-F.

IV.2.1- Identification du réseau AS-i

La maquette comprend un Module maître AS-i TXS SAZ 10 placé à la 4ème position du rack (position obligatoire).



Position n°4
Maître coupleur
AS-i

Figure IV.23: Position du coupleur AS-i dans le rack

Le réseau AS-i est alimenté par une alimentation spécifique TSX SUP A02 qui délivre du 30 V DC.

Le bus jaune AS-i qui sort du maître est couplé avec le câble d'alimentation grâce au répartiteur, et réparti en 2 câbles jaune contenant l'information et l'alimentation qui relient les esclaves répartis sur la maquette.

Notre maquette dispose de 10 esclaves directs différents composés de stations actives 4 E/S ou de carte AS-i 8 E/S.

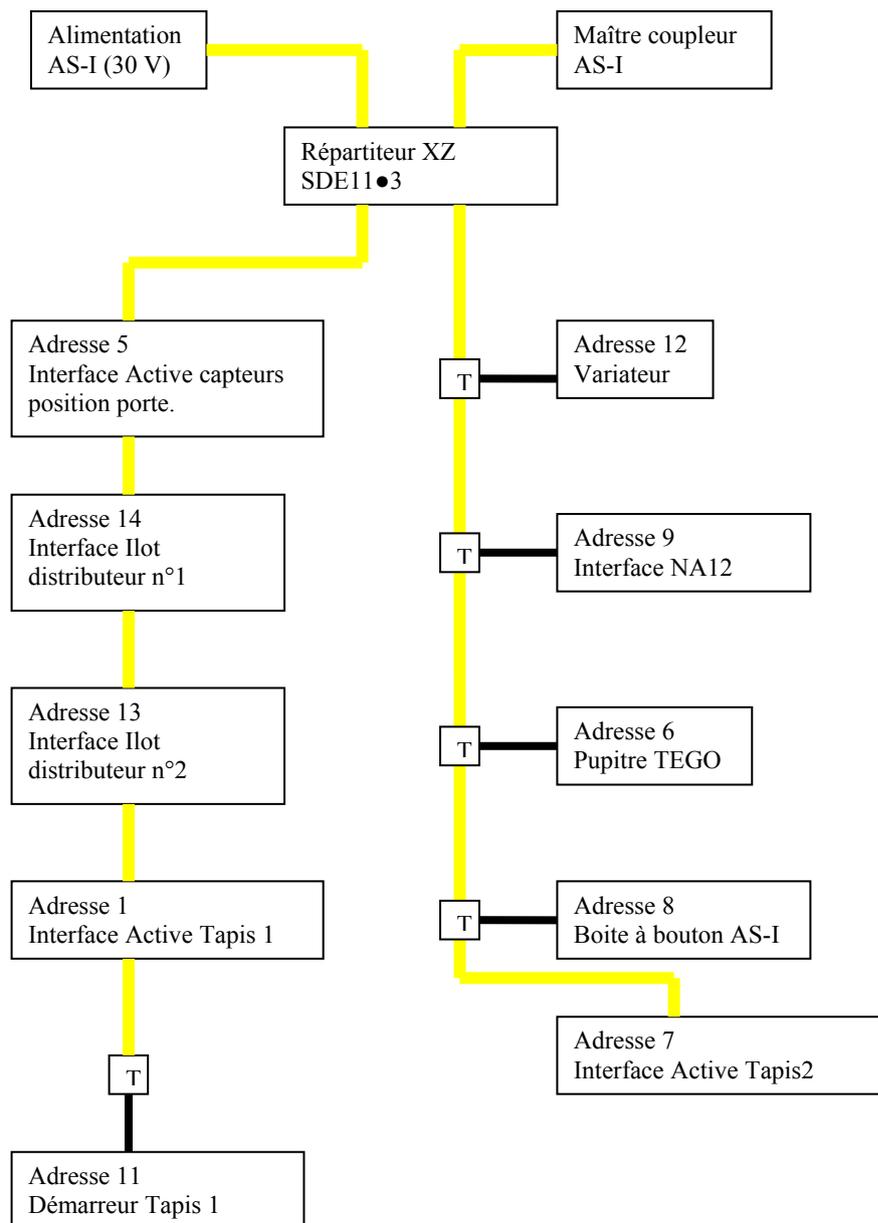


Figure IV.24 : Topologie en arbre du réseau AS-I dans la maquette

IV.2.2- Identification des adresses des Entrées/Sorties du système

Les adresses fournies dans la documentation techniques de la maquette ont été pour la plupart modifiés, et pour mettre à jour le document on se devait de les identifier.

Pour cela on a procédé par 3 méthodes :

- Bloc de visualisation.
 - Forçage des entrées/sorties avec PL7.
 - Utilisation du Terminal d'adressage (configurateur d'adresse).
- Le bloc de visualisation centralisé de l'automate TSX Micro permet de visualiser les états de chacune des voies d'entrées/sorties, et de diagnostiquer les équipements sur le bus AS-I.

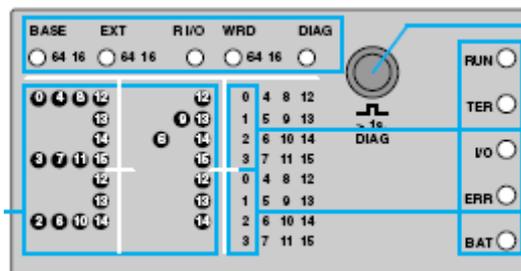


Figure IV.25 : Le bloc de visualisation centralisé de l'automate TSX Micro

- La configuration matérielle sur PL7 permet d'avoir accès à tous les modules du rack, ainsi on a la possibilité de forcer ou de déforcer les entrées/sorties de chaque module.

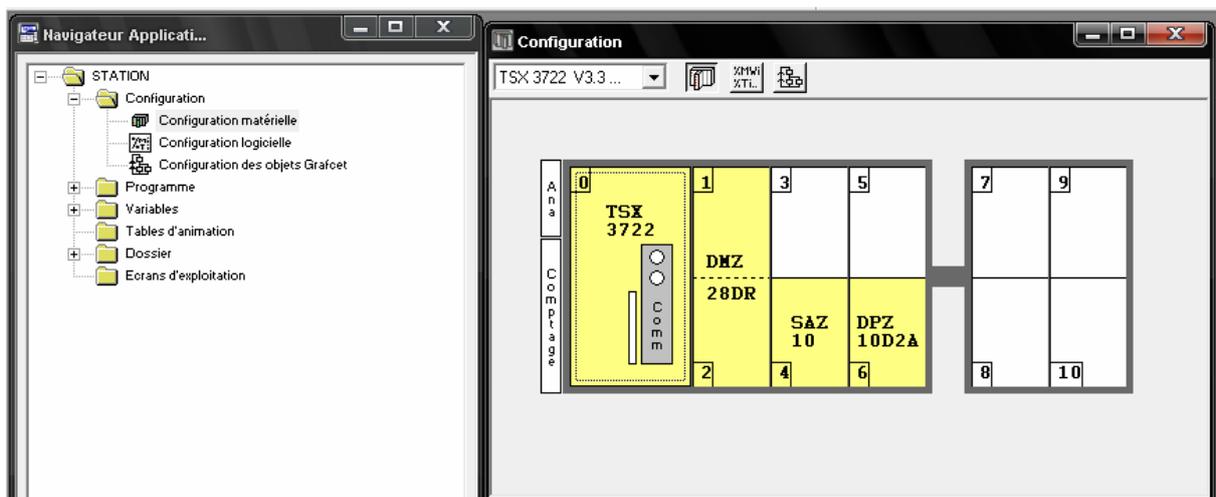
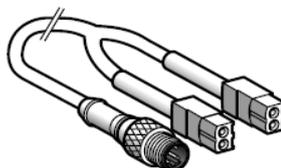


Figure IV.26 : Configuration matérielle sur PL7

- Le Terminal d’adressage donne la possibilité de lire et de modifier les adresses des répartiteurs et des esclaves AS-i.



XZ-MC11



XZ-MG12

Figure IV.27 : Terminal d’adressage AS-i [3]

On a aboutit au résultats suivants :

Esclave	Repère	Nombre d’E/S (type de module)	Repère	Fonction	Adresse
1	N67	4	S62B	Présence pièce au poste d’approvisionnement (CI)	%I4.0\1.0
			S62A	Présence pièce au poste d’enfournement (CI)	%I4.0\1.1
2	Non utilisée				
3	Non utilisée				
4	Non utilisée				
5	N63A	4	S637	Porte du four ouverte (FC)	%I4.0\5.0
			S634	Début ralentissement montée (CI)	%I4.0\5.1
			S635	Début ralentissement descente (CI)	%I4.0\5.2
			S638	Porte du four fermée (FC)	%I4.0\5.3
6	N25A	8	SH257	Bouton poussoir DCY	%I4.0\6.0
			SH258	Bouton poussoir FCY (NF)	%I4.0\6.1
			S259	Clé Auto/Man	%I4.0\6.2
			SH257	Voyant DCY allumée (cycle en	%Q4.0\6.0

				cours)	
			SH258	Voyant FCY allumée (fin de cycle demandée)	%Q\4.0\6.1
7	N66	4	B7	Nombre de pas d'avancement de la pièce (CI)	%I\4.0\7.0
			S65A	Présence pièce au début du tapis d'évacuation (CI)	%I\4.0\7.1
			S65B	Présence pièce à la fin du tapis d'évacuation	%I\4.0\7.2
8	N64B	4	SH641	Bouton poussoir DCY	%I\4.0\8.0
			SH642	Bouton poussoir FCY	%I\4.0\8.1
			SH641	Voyant DCY allumée	%Q\4.0\8.2
			SH642	Voyant FCY allumée	%Q\4.0\8.3
9	N12A	4	KPC	Partie commande sous tension	%I\4.0\9.0
			KPO1 KPO2	Partie opérative sous tension	%I\4.0\9.1
			KR1	Résistance de chauffage du four	%Q\4.0\9.2
10	Non utilisée				
11	N13	8		Démarrateur sous tension	%I\4.0\11.0
				Bouton poussoir tapis1	%I\4.0\11.1
			S133	Vérin1 rentré (FC)	%I\4.0\11.2
			S134	Vérin1 sorti (FC)	%I\4.0\11.3
			N13A	Mise en marche tapis1	%Q\4.0\11.0
12	N12C	8	A10	Variateur prêt (mis sous tension)	%I\4.0\12.0
			A10	Variateur en marche	%I\4.0\12.1
			A10	Moteur en marche	%I\4.0\12.3
			A10	Ouverture de la porte	%Q\4.0\12.0
			A10	Fermeture de la porte	%Q\4.0\12.1
			A10	Sélection des vitesses : LSP, SP2, SP3 et HSP sur ATV	%Q\4.0\12.2
			A10		%Q\4.0\12.3
13	N62	8	S616	Vérin3 rentré (FC)	%I\4.0\13.0
			S617	Vérin3 sorti (FC)	%I\4.0\13.1
			S614	Vérin2 rentré (FC)	%I\4.0\13.2
			S615	Vérin2 sorti (FC)	%I\4.0\13.3
			N72E	Faire sortir vérin2 (BP)	%Q\4.0\13.0
			N71C	Faire sortir vérin4 (BP)	%Q\4.0\13.1
			N72A	Faire sortir vérin1 (BP)	%Q\4.0\13.2
				Faire rentrer vérin1 (BP)	%Q\4.0\13.3
14	N61	8	S624	Vérin 4 rentré (FC)	%I\4.0\14.0
			S625	Vérin 4 sorti (FC)	%I\4.0\14.1
			S626	Vérin 5 rentré (FC)	%I\4.0\14.2
			S627	Pièce dans le four (CI)	%I\4.0\14.3
				Faire sortir vérin3 (BP)	%Q\4.0\14.0
				Faire rentrer vérin3 (BP)	%Q\4.0\14.1
				Faire sortir vérin5 (BP)	%Q\4.0\14.2
				Faire rentrer vérin5 (BP)	%Q\4.0\14.3

Tableau IV.5 : Adressage des entrées/sorties AS-i

CI : Capteur de proximité Inductif,
 BP : Bouton Poussoir,
 FC : Fin de Course,
 NF : Normalement Fermé,

Adresse (entrée)	Fonction	Adresse (sortie)	Fonction
%I1.0	Disjoncteur du tapis d'évacuation (tapis2) prêt	%Q2.0	Validation watchdog
%I1.1	Pression d'air	%Q2.1	Départ moteur tapis1 et 2 OK (conditions initiales)
%I1.2	Réarmement acquittement	%Q2.4	Balise 'four en chauffage'
%I1.3	Moteur tapis2	%Q2.8	Tapis d'évacuation en marche

Tableau IV.6 : Adressage des entrées/sorties du module TSXDMZ28DR

Adresse	Fonction
%I6.0	Commande de la chaîne de sécurité
%I6.1	Premier contact AU1 0V
%I6.2	Premier contact AU2 0V
%I6.3	Premier contact AU3 0V
%I6.4	Capteur photoélectrique
%I6.5	Deuxième contact AU1 24V
%I6.6	Deuxième contact AU2 24V
%I6.7	Deuxième contact AU3 24V
%I6.9	Réarmement acquittement (entrée validation)

Tableau IV.7 : Adressage des entrées du module Preventa TSXDPZ10D2A

AU1 : arrêt d'urgence TEGO,
 AU2 : arrêt d'urgence porte du four,
 AU3 : arrêt d'urgence tapis2.

IV.2.3- Modification du programme PL7 initial

IV.2.3.1- La mise en marche de la boîte à bouton AS-i

Notre boîte asifiée comporte deux boutons de couleur rouge et verte voir Annexe B. Le départ cycle et le fin de cycle sont actionnés à partir du TEGO. Notre but est de modifier le programme initial afin d'avoir une deuxième possibilité d'activer le départ et le fin de cycle de fabrication à distance, pour cela on procède par :

- Détermination des adresses associées aux départ et fin de cycle du TEGO et leur emplacement sur le programme :

Sachant que les adresses des départ et fin de cycle sont %I4.0\6.0 et %I4.0\6.1 (voir Tableau IV.5), on cherche leurs emplacements sur le programme en utilisant les références croisées sur PL7 :

The image shows two screenshots of a cross-reference tool and two snippets of ladder logic code. The top screenshot shows the tool with search criteria %I4.0\6.1, resulting in a table with one entry: MAST - Pil - TOP-12. The bottom screenshot shows the tool with search criteria %I4.0\6.0, resulting in a table with four entries: MAST - Pil - TOP-8, MAST - Pil - TOP-9, MAST - Pil - TOP-11, and MAST - Chart PAGE3. The ladder logic code includes a deactivation cycle and a memory DCY.

```

(* dévalidation cycle *)
IF %M11 AND RE %I4.0\6.1
THEN SET %M13;
END_IF;
IF(%M11 AND %M13 AND %M100)OR(%M11 AND NOT %M13 AND %M100 AND RE %I4.0\6.1)
THEN %M11:=FALSE;%M13:=FALSE;
END_IF;

(* mémoire dcy *)
IF %M8 AND RE %I4.0\6.0
THEN %M26:=TRUE;
END_IF;
    
```

Objets référencés	Référence	Usage	O
%I4.0\6.1	MAST - Pil - TOP-12	R	2

Objets référencés	Référence	Usage	O
%I4.0\6.0	MAST - Pil - TOP-8	R	1
%I4.0\6.1	MAST - Pil - TOP-9	R	1
%I4.0\6.2	MAST - Pil - TOP-11	R	1
%I4.0\6.0	MAST - Chart PAGE3 %M1->%M6...	R	1
%I4.0\6.1	MAST - Chart PAGE3 %M1->%M2...	R	1

Figure IV.28 : Exemple de recherche des emplacements des adresses des DCY et FCY

➤ Introduction des adresses des boutons de la boîte dans le programme:

Sachant que les adresses spécifiques aux boutons vert et rouge de la boîte sont : %I4.0\8.0 et %I4.0\8.1 (voir Tableau IV.5), l'idée est de mettre ces adresses en parallèle avec les adresses des départ et fin de cycle :

```
! (* mémoire dcy *)
IF %M8 AND RE %I\4.0\6.0
  THEN %M26:=TRUE;
  END_IF;
```

```
(* mémoire dcy *)
IF %M8 AND (RE %I\4.0\6.0 OR RE %I\4.0\8.0)
  THEN %M26:=TRUE;
  END_IF;
```

```
! (* dévalidation cycle *)
IF %M11 AND RE %I\4.0\6.1
  THEN SET %M13;
  END_IF;
IF (%M11 AND %M17 AND %M100) OR (%M11 AND NOT %M13 AND %M100 AND RE %I\4.0\6.1)
  THEN %M11:=FALSE; %M13:=FALSE;
  END_IF;
```

```
! (* dévalidation cycle *)
IF %M11 AND (RE %I\4.0\6.1 OR RE %I\4.0\8.1)
  THEN SET %M13;
  END_IF;
IF (%M11 AND %M13 AND %M100) OR (%M11 AND NOT %M13 AND %M100 AND (RE %I\4.0\6.1 OR RE %I\4.0\8.1))
  THEN %M11:=FALSE; %M13:=FALSE;
  END_IF;
```

Remarque :

On a vu qu'une seule adresse du bouton départ cycle pour montrer la procédure à suivre, faire la même chose avec le reste des adresses sur le programme.

IV.2.3.2- Économie d'énergie

Dans le programme initial, l'arrêt du moteur tapis1 est effectué par un appuie sur le bouton fin de cycle.

A la fin du cycle de fabrication le moteur ne s'arrête pas, ce qui implique une perte d'énergie due au fonctionnement à vide du tapis.

Pour optimiser la consommation d'énergie on va conditionner l'arrêt du moteur par une temporisation, pour cela on va procéder par :

➤ La configuration d'une Temporisation :

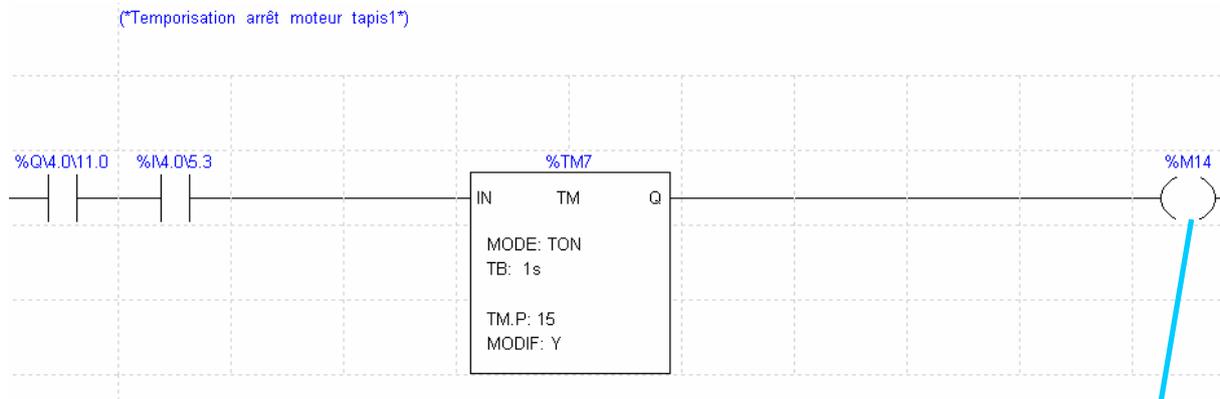
L'enclenchement de la temporisation est conditionné par :

- Moteur du tapis1 en marche %I\4.0\11.0;
- La porte du four fermé %I\4.0\5.3.

La valeur de la temporisation est de 15s.

15s est le temps nécessaire pour un cycle de fabrication complet c'est-à-dire le temps que fait une pièce du poste d'enfournement jusqu'au tapis d'évacuation avec la fermeture de la porte après l'évacuation.

La valeur de sortie du temporisateur est affectée à un memento %M14.



➤ Principe d'arrêt :

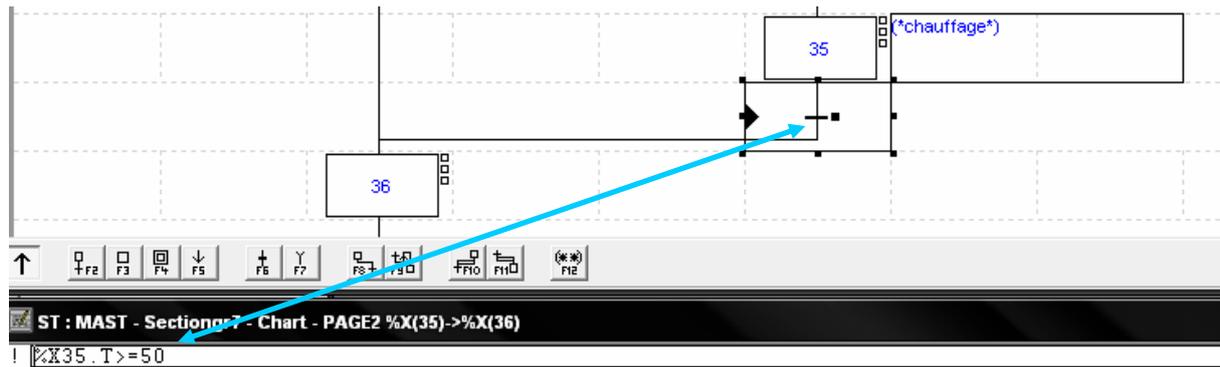
Pour l'arrêt du moteur on va mettre le memento %M14 en parallèle avec l'adresse du bouton fin de cycle et celui de la boîte modifié précédemment

```
! (* dévalidation cycle *)
IF %M11 AND (RE %I\4.0\6.1 OR RE %I\4.0\8.1 OR RE %M14)
  THEN SET %M13;
END_IF;
IF (%M11 AND %M13 AND %M100) OR (%M11 AND NOT %M13 AND %M100 AND (RE %I\4.0\6.1 OR RE %I\4.0\8.1 OR RE %M14))
  THEN %M11:=FALSE;%M13:=FALSE;
END_IF;
```

La reprise se fait par un appui sur le bouton départ cycle du TEGO ou bien celui de la boîte.

IV.2.3.3- Régulation PID

Dans le programme initial, le passage %X35 → %X36 (pour le chauffage) se fait après une temporisation de 50 unités de temps (unité de Grafset). La balise rouge s'allume pendant cette temporisation symbolisant la simulation du chauffage.



Pour actionner la procédure du chauffage, on doit utiliser la fonction PID du PL7 pour avoir une régulation de température adéquate à notre processus de fabrication.

Pour pouvoir ajuster la sortie analogique du PID on met en amont la fonction PWM qui offre une sortie TOR pour une entrée analogique, cette sortie TOR va permettre d'actionner la résistance du chauffage. L'accès à la régulation sera conditionner par l'accès au sous-programme de régulation. Pour cela on va procéder par :

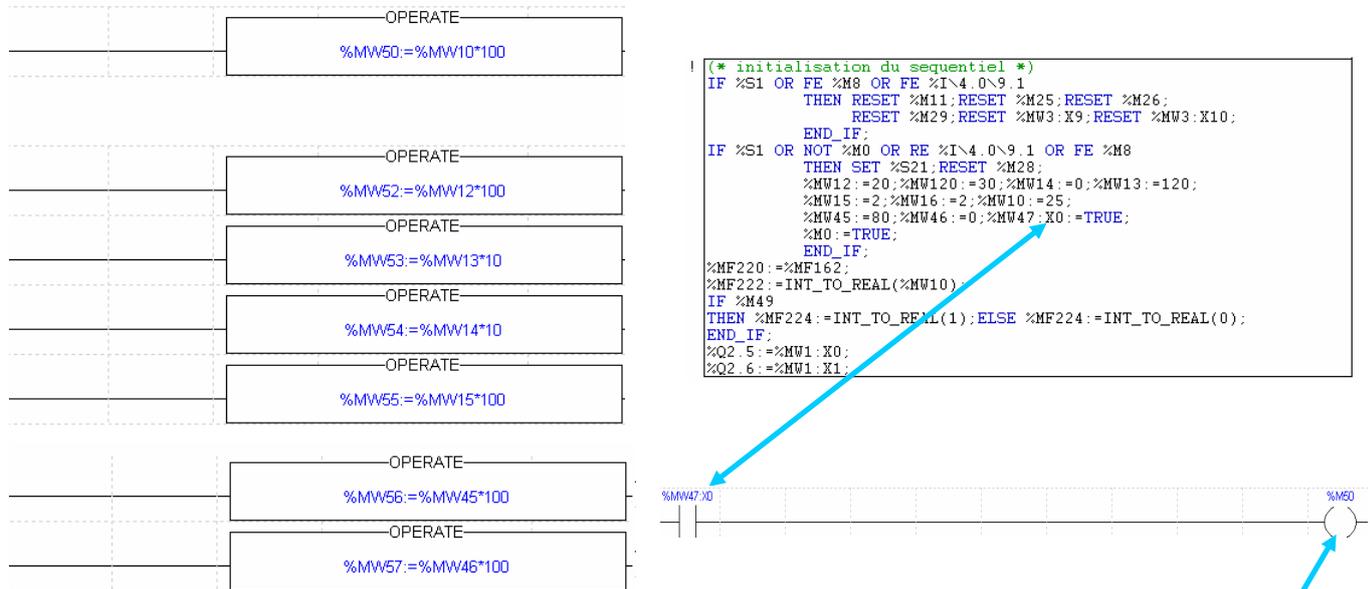
- La création du sous-programme :
 - Mot de commande de la fonction PID :

Le tableau de mots %MW50 :43 (%MW50→%MW92) est réservé pour les paramètres numériques de la fonction PID, pour notre application on va prendre les 8 premiers mots qui ont pour adresse :

Paramètres utilisés	Adresses
Consigne : SP	%MW50
Valeur de la sortie manuelle du PID : OUT_MAN	%MW51
Gain proportionnel : Kp	%MW52
Temps d'intégration : Ti	%MW53
Temps de dérivation : Td	%MW54
Période d'échantillonnage : Ts	%MW55
Limite max de la sortie PID : OUT_MAX	%MW56
Limite inf de la sortie PID : OUT_MIN	%MW57
Dérivée sur la mesure ou sur l'écart (bit)	%MW58 : X8

Tableau IV.8 : Les adresses des paramètres utilisés de la fonction PID

Les paramètres de la fonction sont affectés directement par des mots dont la valeur est modifiable à partir du programme (initialisation du séquentiel) :



Le bit du paramètre Manu/Auto est affecté au memento %M50, ce dernier étant toujours activé pour avoir une régulation automatique, ce qui inhibe l'affectation du mot associé à la sortie manuelle %MW51.



La mesure de la température du four qui provient de la sonde PT100 est filtrée et mise à l'échelle par l'automate (entre 0 et 10000).

Voie	Utilisée	Tâche	Symbole	Gamme	Echelle	Filtre
2	✓	MAST		0..10V	%..	0
3	✓			0..10V	%..	0
4	✓			0..10V	%..	0
5	✓			0..10V	%..	0
6	✓			0..10V	%..	0
7	✓			0..10V	%..	0
8	✓			0..10V	%..	5
9	✓			0..10V	%..	0

Annotations: Filtrage de niveau 5 (pointing to the 'Filtre' column for voie 8), Mise à l'échelle 0-10000 (pointing to the 'Echelle' column for voie 8).

Figure IV.29 : Configuration de l'entrée analogique intégrée

Puis l'entrée analogique est affectée au mot %MW7,

```
! (* mise à l' échelle de la température *)
%MW7 := %IWO . 8 ;
```

qui sera l'entrée de la fonction PID.



- Mot de commande de la fonction PWM :



Le tableau de mots %MW40 :5 (%MW40 → %MW44) est réservé pour les paramètres de la fonction. Le seul mot client :

Paramètres utilisés	Adresses
Temps de modulation : T_MOD	%MW40

Tableau IV.9 : L'adresse des paramètres utilisés de la fonction PWM

Ce paramètre reçoit la valeur du mot %MW16 multipliée par 100 pour la mise à l'échelle (1/100° de seconde) et dont la valeur est modifiable au début du programme (initialisation du séquentiel) :



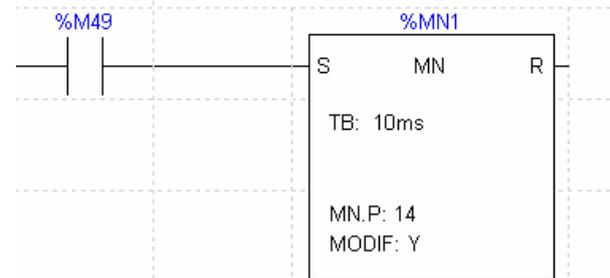
La fonction a pour valeur à moduler le mot %MW97 dont la valeur est égale à celle de la sortie du PID (%MW49).



```
! (* initialisation du sequentiel *)
IF %S1 OR FE %M8 OR FE %I\4.0\9.1
    THEN RESET %M11; RESET %M25; RESET %M26;
        RESET %M29; RESET %MW3:X9; RESET %MW3:X10;
    END_IF;
IF %S1 OR NOT %M0 OR RE %I\4.0\9.1 OR FE %M8
    THEN SET %S21; RESET %M28;
        %MW12:=20;%MW120:=30;%MW14:=0;%MW13:=120;
        %MW15:=2;%MW16:=2;%MW10:=25;
        %MW45:=80;%MW46:=0;%MW47:X0:=TRUE;
        %M0:=TRUE;
    END_IF;
%MF220:=%MF162;
%MF222:=INT_TO_REAL(%MW10);
IF %M49
    THEN %MF224:=INT_TO_REAL(1); ELSE %MF224:=INT_TO_REAL(0);
    END_IF;
%Q2.5:=%MW1:X0;
%Q2.6:=%MW1:X1;
```

Le memento %M49 prend la valeur de la sortie PWM, ce memento va enclencher un monostable dont le rôle est de filtrer les commutations à haute fréquence, avec un filtrage à l'ordre de 140ms.

(*filtrage sortie chauffage*)



➤ L'accès au sous-programme :

L'accès au sous-programme de régulation se fait par :

- La boîte à bouton ou avec le bouton vert et la désactivation avec le rouge,
- L'interface homme machine (Magelis).

Pour la programmation de ces deux possibilités on a procédé par :

- Au début on a conditionné l'activation et la désactivation du memento %M30 aux boutons de la boîte.

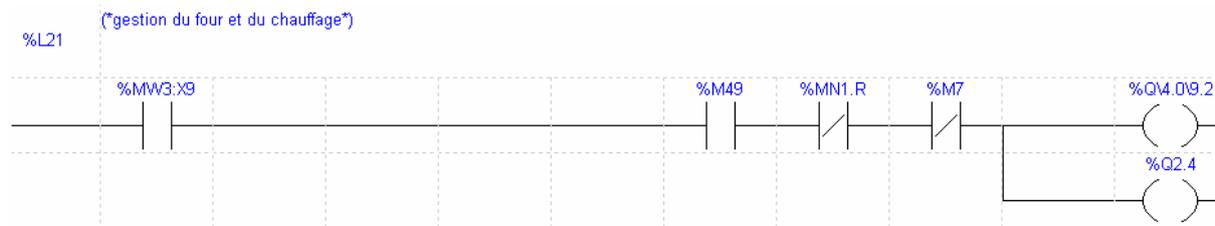
```
! (* boite réul *)
IF RE %I\4.0\8.0
    THEN %M30:=TRUE;
    END_IF;
IF FE %I\4.0\8.1
    THEN %M30:=FALSE;
    END_IF;
```

- La mise en parallèle du memento %M30 avec %MW3:X10 (adresse associée à k'activation de la régulation sur le Magelis (voir Tableau IV.10)), et l'affectation du bit %MW3:X9.

```
! (*REG*)
%M30 := %MW3:X10 OR %M30;
```

Le bit %MW3:X9 va permettre d'accéder à la régulation.

```
! (* mode régl actif *)
IF %MW3:X9
    THEN SR0;
END_IF;
```



IV.2.4- Paramétrage sur PowerSuite

Notre variateur est paramétré (configuré) par le maître pour travailler en mode 4 vitesses présélectionnées avec deux sens de marche pour l'ouverture et la fermeture de la porte du four.

La variation de vitesse ainsi que l'arrêt du moteur s'effectuent à l'activation des capteurs position de la porte (voir Figure IV.4). L'inconvénient principal de notre application est la petite distance dans laquelle opère notre porte, ce qui implique une mauvaise visualisation du changement des vitesses à cause de l'inertie du moteur. Cet inconvénient nous oblige à ne travailler qu'avec deux vitesses : LSP et HSP ou SP2 et SP3 (voir Annexe PowerSuite).

L'application initiale était configurée pour travailler avec les vitesses LSP et HSP,

l'affectation se fait avec le mot associé au variateur ATV58 :



Le code des deux vitesses (voir Tableau IV.10) voulues est affecté à notre mot (%MW5) avec un codage hexadécimal.

Exemple d'adressage :

L'ouverture de la porte en grande vitesse :

Cette instruction est codée comme suit : 1 1 0 1, alors le mot associé à ATV58 aura comme valeur 16#000D.



L'adressage se fait comme suit :

Type de vitesse		LSP	SP2	SP3	HSP
Adresse associée	ouverture	16#0001	16#0003	16#0009	16#000D
	fermeture	16#0002	16#0006	16#000A	16#000E

Tableau IV.10 : Codage des vitesses

Maintenant on va voir les paramètres de réglages/entraînement du variateur sur le logiciel PowerSuite.

Choix de la vitesse

La configuration des 4 vitesses

présélectionnées sera comme suit :

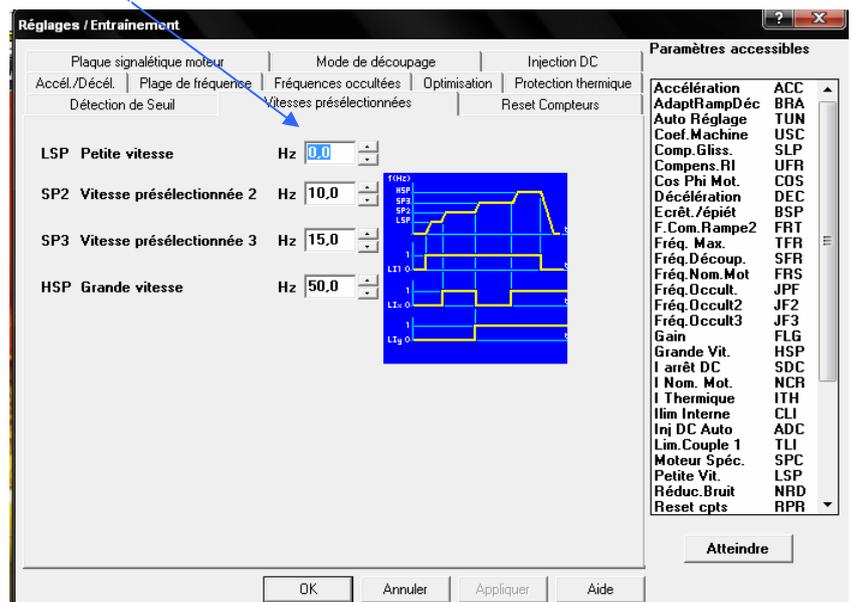


Figure IV.30 : Réglage des vitesses

Après le choix des valeurs des vitesses
Désirées, on choisit le type
d'accélération et de
décélération à adapter.

Champ
de saisie

Choix du
type de la
rampe

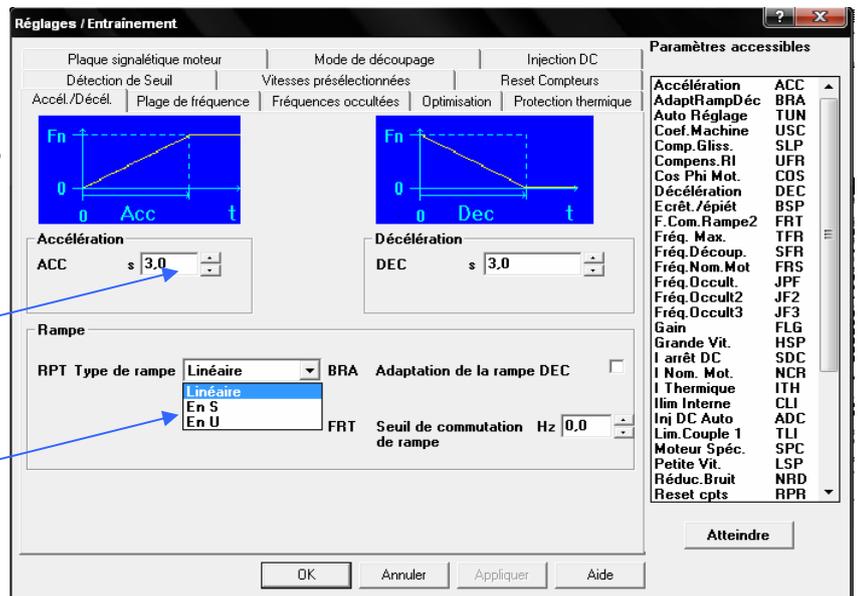


Figure IV.31 : Réglage des Accélération/Décélération

Pour remédier au dépassement dû à
l'inertie du moteur on doit optimiser
les valeurs du Gain (pour atteindre
rapidement la vitesse voulue)
ainsi que la Stabilité (pour diminuer
les dépassement dus au Gain), on
ajoute à ces deux paramètres celui
de la Compensation du glissement.

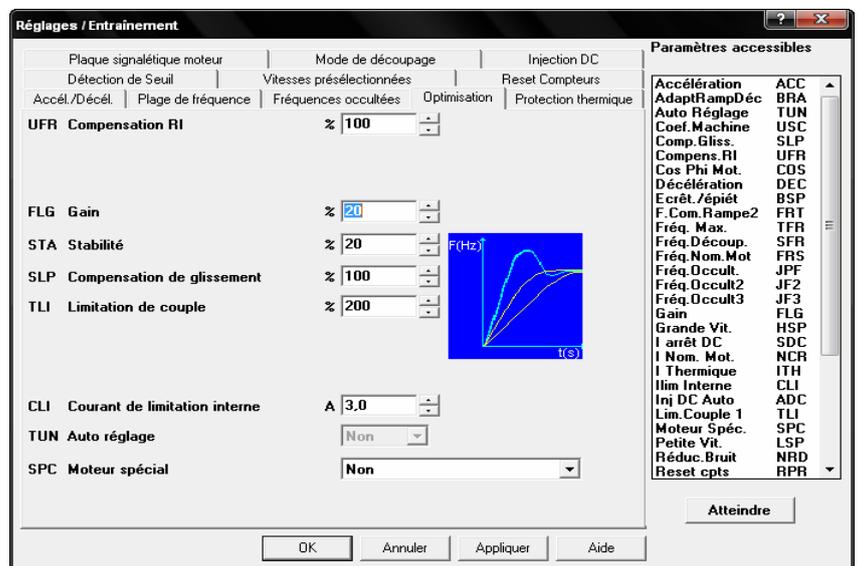


Figure IV.32 : Optimisation

Tous les paramètres qu'on vient de voir ont été optimisés pour un bon fonctionnement de la maquette.

Pour remédier à la mauvaise visualisation due à la petite distance dans laquelle opère notre porte, on a procédé par :

- L'inversion des adresses AS-i, associées aux capteurs inductifs de la porte, dans le programme initial : cette opération nous a permis de diminuer la distance de la grande vitesse ce qui nous donne une inertie réduite du moteur et une bonne visualisation de la procédure du changement de vitesse.
- Optimisation des paramètres liés aux vitesses grâce à PowerSuite :

Le réglage va se faire sur les paramètres :

- Accélération/décélération,
- Optimisation,
- Vitesses présélectionnées.

Paramètres	Réglages usine	Valeur initiale
Accélération/ décélération	ACC : 3s	3s
	dEC : 3s	3s
Optimisation	FLG : 20%	20%
	STA : 20%	20%
	SLP : 100%	100%
Vitesses présélectionnées	LSP : 0Hz	30Hz
	SP2 : 10Hz	40Hz
	SP3 : 15Hz	50Hz
	HSP : 50Hz	60Hz

Tableau IV.11 : Paramètres initiaux

On a commencé par modifier les valeurs des paramètres LSP et HSP, la diminution de ces derniers nous permet de bien visualiser la procédure, en modifiant en même temps les ACC et dEC.

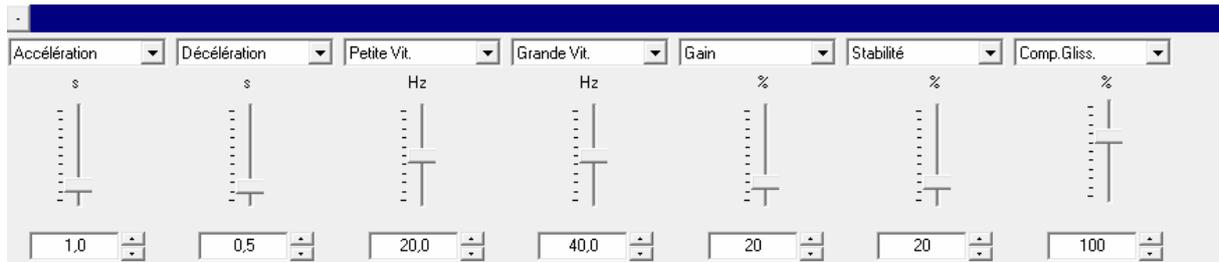
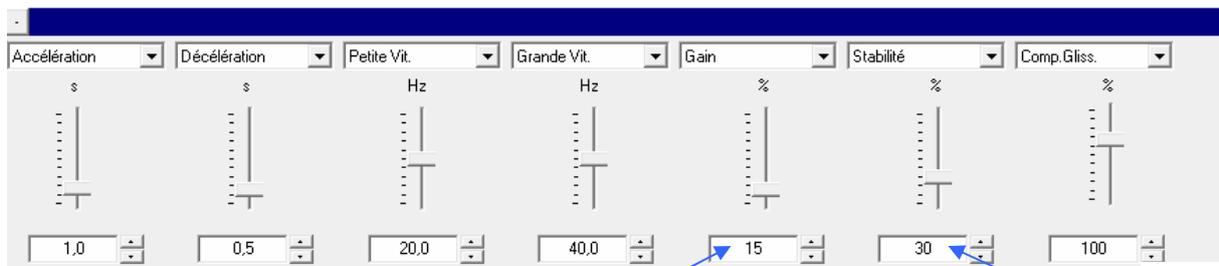


Figure IV.33 : Premières Modifications

Cette première modification nous permet de bien observer le passage de la grande à la petite vitesse, l'inconvénient de ce paramétrage est la lenteur du processus de l'ouverture et la fermeture.

Dans le deuxième paramétrage, on a essayé de remédier à cela, alors on a augmenté les vitesses en jouant en même temps sur les valeurs du gain, stabilité et compensation du glissement pour contrer les effets de l'inertie dus à l'augmentation de la vitesse :



Diminuer la rapidité des transitoires

Atteindre le régime établi rapidement après le premier transitoire

Figure IV.34 : Deuxièmes Modifications

IV.2.5- Réalisation d'une interface Homme machine

La maquette dispose d'un terminal Magelis alphanumérique intégré au pupitre TEGO qui permet la commande manuelle,

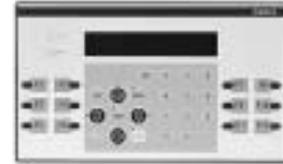


Figure IV.35 : Terminal Magelis XBT-P021010

la visualisation des alarmes et un paramétrage non approprié pour la régulation PID.

Ce type de terminal ne peut afficher que 2 lignes, ce qui est insuffisant pour l'exploitation et la visualisation de la maquette convoyeur AS-i.

On a donc opté pour un terminal graphique Magelis XBT-F qui offre de meilleures possibilités d'exploitation et une facilité de mise en œuvre.

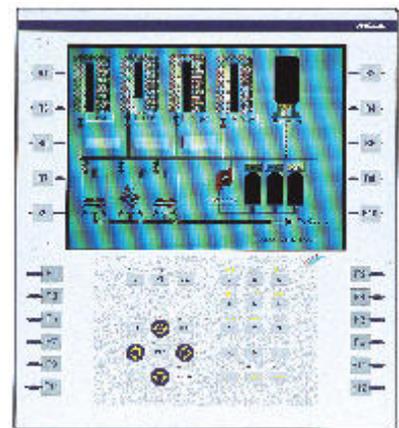


Figure IV. 36: Terminal Magelis XBT-F024110

IV.2.5.1- Développement de l'application sur XBTL 1000

Pour développer l'application on a suivi les étapes suivantes: (voir chapitre III)

Cahier des charges

Notre application devra contenir les pages suivantes :

- Page Mode automatique.
- Page visualisation du processus en mode automatique.
- Page Mode manuel
- Page de paramétrage PID et PWM.
- Page Courbe de régulation.
- Page Mise en état initial.
- Page Réarmement/Acquittement.

Ainsi que 27 pages Alarmes.

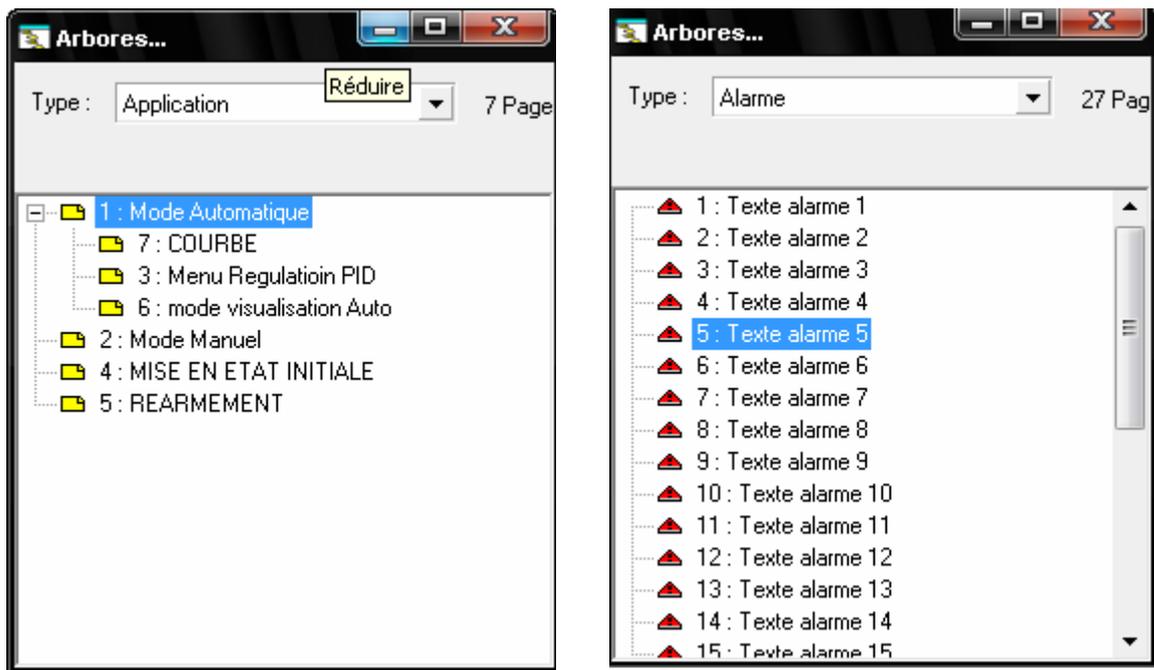


Figure IV.37 : Arborescence des pages application et pages alarmes

a- Réalisation des pages et leurs contenus

Page Mode Automatique

Cette page comprend :

- 2 champs alphanumériques qui affichent les variations de la température et de la consigne.
- Un barographe qui affiche le niveau de la température /consigne.
- Des objets animés qui affichent l'état du variateur (en marche, GV, PV...).
- Un bouton dynamique qui permet de modifier la consigne.
- Un bouton dynamique qui permet de lancer la régulation.
- Deux bouton dynamiques départ cycle/fin cycle.
- Un bouton dynamique qui permet de passer au mode manuel.
- Un bouton dynamique qui permet l'accès à la page visualisation du processus.
- Un bouton dynamique qui permet l'accès à la page paramètres PID.
- Un bouton dynamique qui permet l'accès à la courbe de régulation.

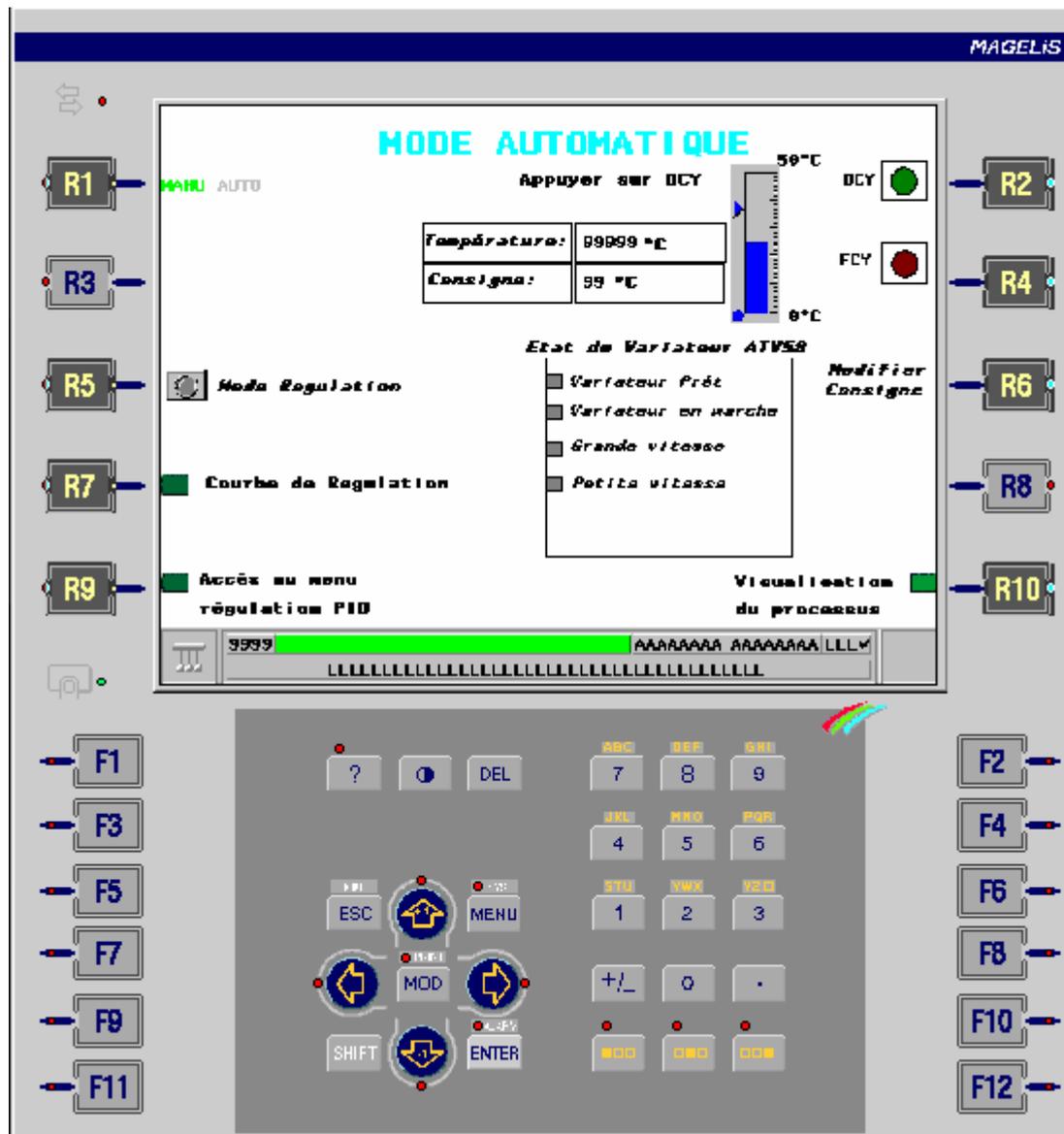


Figure IV.38 : Page du Mode Automatique

Page Mode manuel

Cette page comprend :

- Les différents actionneurs (vérins, moteurs) animés à l'activation.
- 12 Touches système qui permettent de commander les différents actionneurs.
- Bouton dynamique qui permet le passage en mode Auto.

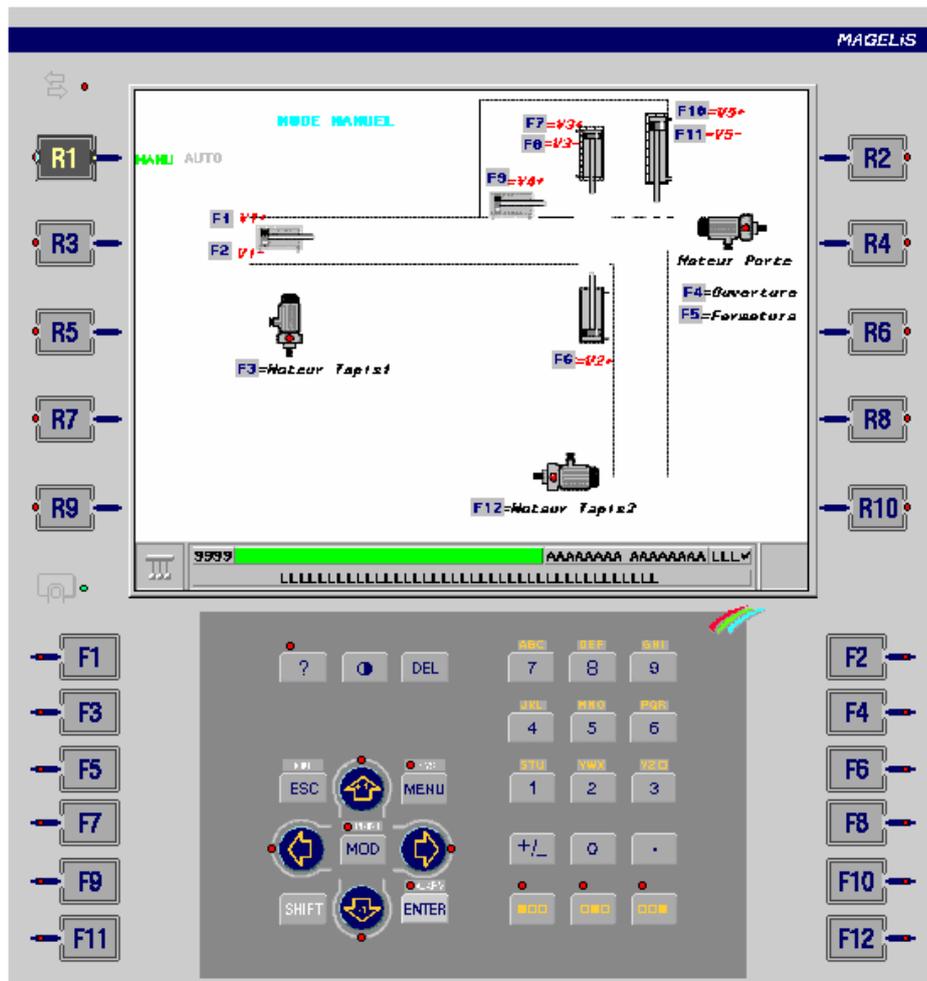


Figure IV.39: Page du Mode Manuel

Page visualisation en Mode automatique

Elle contient les différents actionneurs animés (Figure IV.) et permet de les visualiser pendant le cycle de fabrication.

Page Menu Régulation PID

Cette page contient :

- 11 champs alphanumérique :
 - 2 en lecture (visualisation des variables associées)
 - 8 en écriture (visualisation/modification des variables associées).

Parmi les paramètres affichés : SP, Kp, Ti, Td, Ts, Tmod...etc.

- 8 boutons dynamiques permettant de modifier les paramètres en écriture.
- 1 bouton dynamique qui permet de changer le mode du régulateur Auto/Manu.
- Un barographe affichant la variation de la température par rapport a la consigne.

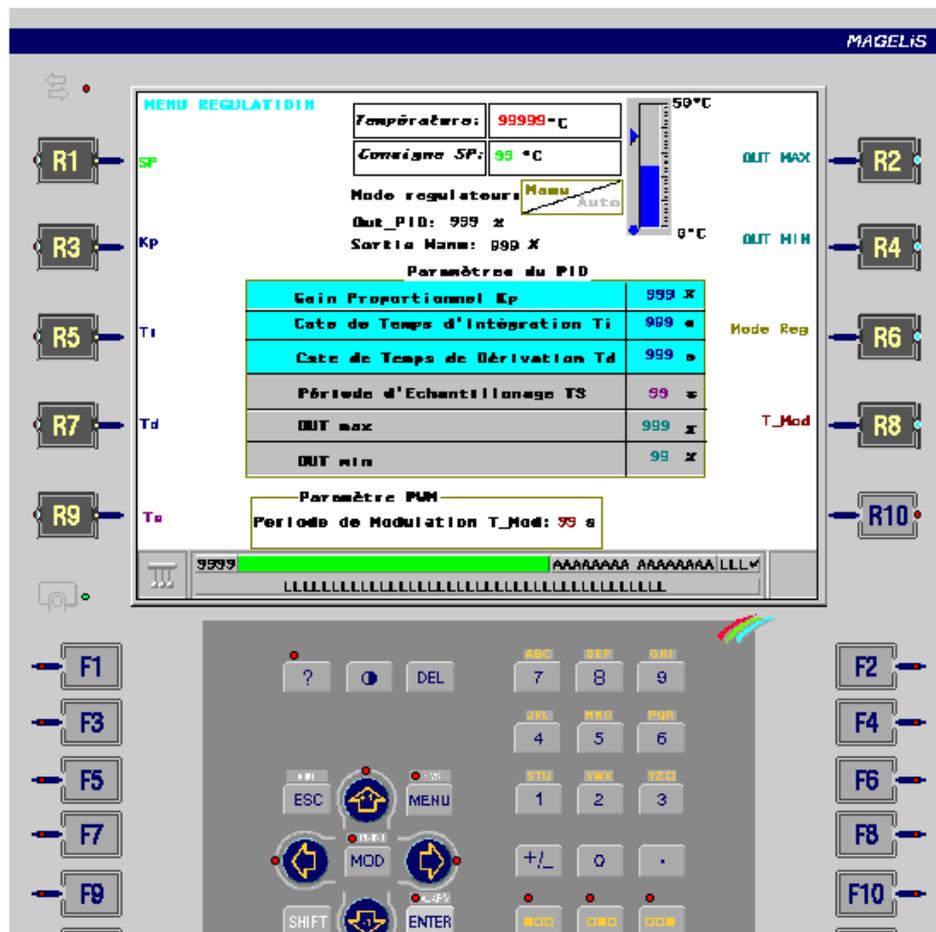


Figure IV.40 : Page Paramètres Régulation PID

Page Courbe régulation :

Cette page contient :

- un objet courbe qui affiche la variation de la température ,de la consigne et de la commande sur un même graphe.
- 1 bouton dynamique qui permet de modifier la consigne.
- 2 champs alphanumériques affichant la valeur de la température et de la consigne .

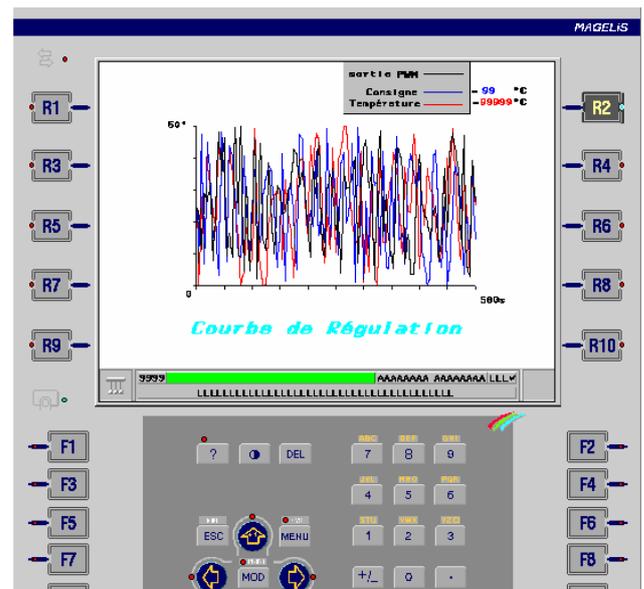


Figure IV.41 : Page courbe de Régulation PID

Page de Mise en état initial

Cette page contient :

- 2 boutons dynamiques DCY/FCY
- un objet texte qui demande l'appuie sur le DCY
- un objet animé signalant la mise en état initial

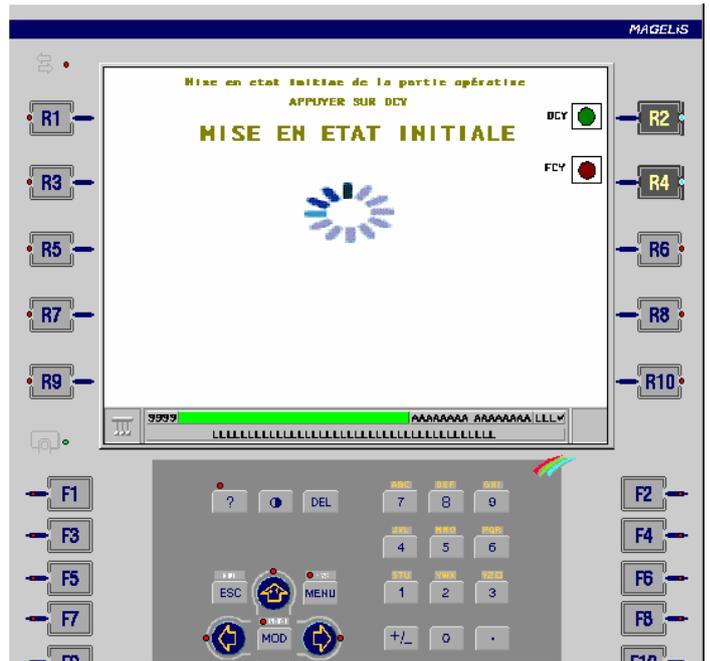


Figure IV.42 : Page mise en état initial

Page Réarmement

Cette page contient :

- Un objet texte statique « demande réarmement partie opérative ».
- Un objet texte animé « demande d'acquiescement ».



Figure IV.43 : Page Réarmement

b- Les adresses Mémoire associés (Mapping mémoire automate)

Chaque objet, texte, image animée, ou bouton dynamique, doit être associé à une adresse mémoire dans l'automate, on se doit donc de leur réserver les mot mémoire non utilisé dans le programme initial.

Voici les adresses associées :

Objet mémoire	Fonction
%MW0:X0	Animation DCY
%MW0:X0	Objet texte Appuyer sur DCY (mise en état initial)
%MW0:X1	Animation FCY
%MW0:X4	Objet texte « Appuyer sur DCY »
%MW0:X5	Animation Mode Auto/Manuel
%MW0:X5	Bouton dynamique R1 (page mode auto)
%MW0:X7	Objet texte Acquitter défaut
%MW1:X0	Bouton dynamique R2 (page mode auto/initialisation)
%MW1:X1	Bouton dynamique R4 (page mode auto/initialisation)
%MW1:X2	Boite à image Mise en état initial
%MW1:X3	Objet texte Mise en état initial
%MW2:X0	Boite a image animée : vérin 1
%MW2:X1	Boite a image animée : vérin 2
%MW2:X10	Objet texte V2+
%MW2:X11	Objet texte V3+
%MW2:X12	Objet texte V3-
%MW2:X13	Objet texte V4+
%MW2:X14	Objet texte V5+
%MW2:X2	Boite a image animée : vérin 3
%MW2:X3	Boite a image animée : vérin 4
%MW2:X4	Boite a image animée : vérin 5
%MW2:X5	Boite a image animée : moteur tapis 1
%MW2:X5	Objet texte V5-
%MW2:X6	Boite a image animée : moteur tapis 2
%MW2:X7	Boite a image animée : moteur porte
%MW2:X8	Objet texte V1+
%MW2:X9	Objet texte V1-
%MW3:X0	Objet texte Moteur Tapis 1
%MW3:X1	Objet texte Moteur Tapis 2
%MW3:X10	Boite à image Mode régulation active
%MW3:X10	Bouton dynamique R5 (page mode auto)
%MW3:X2	Objet texte ouverture porte

%MW3:X3	Objet texte fermeture porte
%MW3:X5	Rectangle animé variateur prêt
%MW3:X6	Rectangle animé variateur marche
%MW3:X7	Rectangle animé variateur en Grande vitesse
%MW3:X8	Rectangle animé variateur en petite vitesse

Tableau IV.12 : Les adresses associées aux objets de l'application IHM

c- Paramétrage de la table de dialogue

Après avoir associé les adresse mémoire aux objets animés et aux boutons dynamiques, on a configuré la table de dialogue afin d'affecter les adresses mémoire aux :

- Différentes pages application.
- Touches statique et touches système.
- Numéro de page à traiter et page affichée.
- Pages alarmes
- LEDs des touches fonction statiques.
- Verrouillages des touches fonction statique.

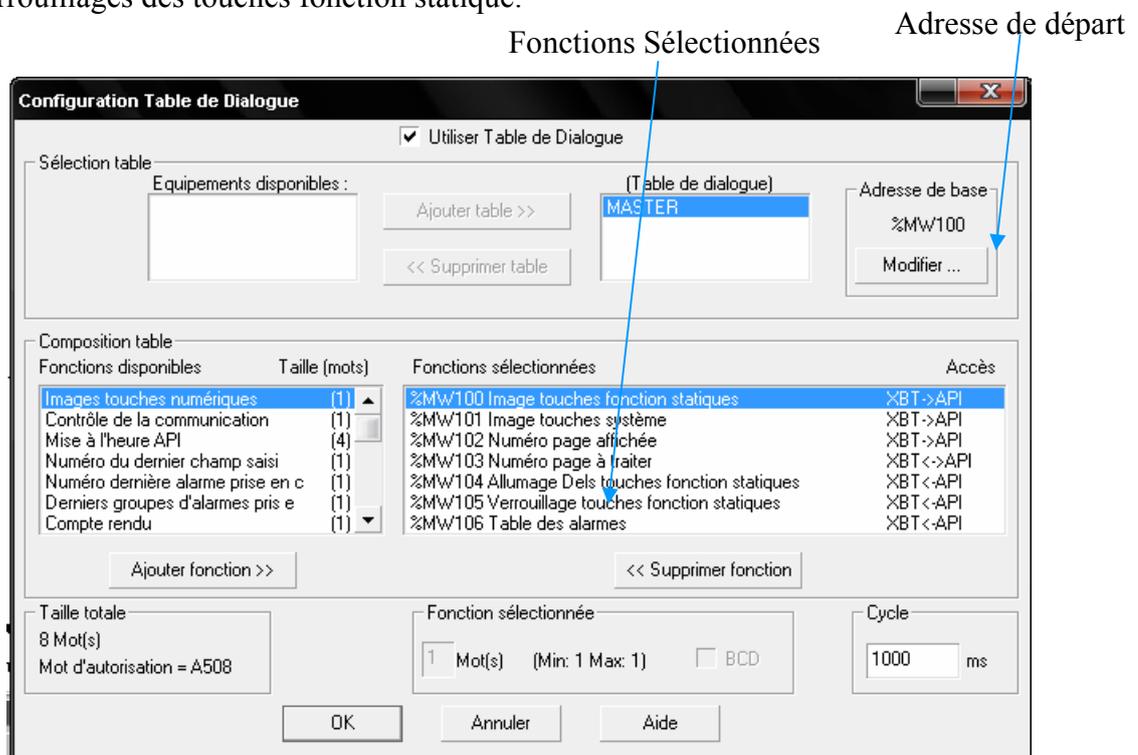


Figure IV.44 : Configuration table de dialogue

IV.2.5.2- Programmation de l'application sur PL7

Une fois les adresses mémoires définies, on passe à la partie automate, c'est-à-dire la programmation de l'application.

La programmation des objets animés et de la gestion des pages se fait en Langage Structuré dans la section Prl.

- Affichage des pages

La gestion des pages se fait en affectant le numéro de la page voulue au mot %MW103 (page à afficher dans la table de dialogue) par le biais du mot mémoire %MW99. Afin d'éviter le rafraîchissement cyclique des pages on écrit l'instruction suivante :

```
! (* table de dialogue *)
IF %MW102=%MW99 AND %MW103=-1 THEN %MW99:=-1;END_IF;
IF %MW102<>%MW99 AND %MW103=-1 THEN %MW103:=%MW99;END_IF;
```

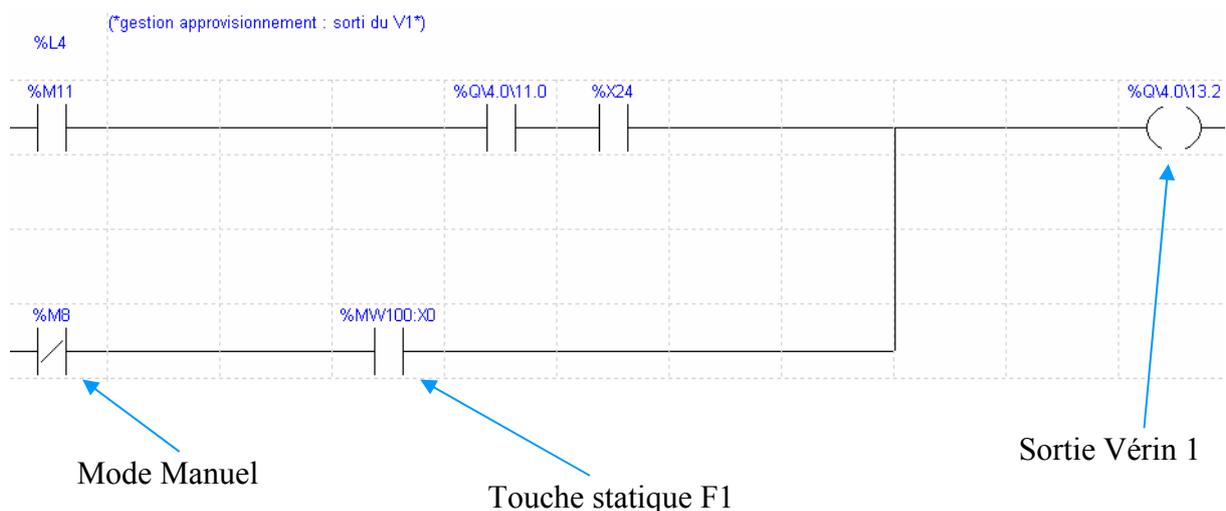
Tel que %MW102 est la page affichée.

On affecte le chiffre -1 qui ne signifie aucun numéro de page à afficher.

- Touches fonction statiques

Les adresses des touches fonction statiques (%MW100) ne sont utilisées qu'en mode manuel et sont donc placées en séries avec les sorties voulues (les actionneurs) et la négation du memento %M8 (mode Auto/Manu).

Exemple : sortie Touche statique F1



- Les LEDs des Touches fonction statiques et leur verrouillage

Les LEDs signalant l'état actif des touche statiques (adresse %MW104) et leur verrouillage (adresse %MW105), sont programmés dans la section Prl comme suit :

```
(* touche F1 *)
%MW104:X0:=(%MW102=2 AND %I\4.0\11.2)OR %MW102=1;%MW105:X0:=NOT %MW104:X0;
(* touche F2 *)
%MW104:X1:=%MW102=2 AND %I\4.0\11.3;%MW105:X1:=NOT %MW104:X1;
(* touche F3 *)
%MW104:X2:=%MW102=2;%MW105:X2:=NOT %MW104:X2;
(* touche F4 *)
%MW104:X3:=(%MW102=2 AND NOT %I\4.0\5.0)OR(%M29 AND NOT %I\4.0\5.0);%MW105:X3:=NOT %MW104:X3;
(* touche F5 *)
%MW104:X4:=(%MW102=2 AND NOT %I\4.0\5.3 AND %I\4.0\13.2 AND %I\4.0\13.0 AND %I\4.0\14.2)OR(%M29 AND NOT %I\4.0\5.3);
%MW105:X4:=NOT %MW104:X4;
(* touche F6 *)
%MW104:X5:=%MW102=2 AND %I\4.0\13.1 AND %I\4.0\5.0;%MW105:X5:=NOT %MW104:X5;
(* touche F7 *)
%MW104:X6:=%MW102=2 AND %I\4.0\5.0 AND %I\4.0\14.0 AND %I\4.0\13.0 AND %I\4.0\14.2;%MW105:X6:=NOT %MW104:X6;
(* touche F8 *)
%MW104:X7:=%MW102=2 AND %I\4.0\5.0 AND %I\4.0\14.0 AND %I\4.0\13.1 AND %I\4.0\14.2;%MW105:X7:=NOT %MW104:X7;
(* touche F9 *)
%MW104:X8:=%MW102=2 AND %I\4.0\13.0 AND %I\4.0\14.2;%MW105:X8:=NOT %MW104:X8;
(* touche F10 *)
%MW104:X9:=%MW102=2 AND %I\4.0\13.1 AND %I\4.0\14.0 AND %I\4.0\14.2 AND %I\4.0\5.0;%MW105:X9:=NOT %MW104:X9;
(* touche F11 *)
%MW104:X10:=%MW102=2 AND %I\4.0\13.1 AND %I\4.0\14.0 AND NOT %I\4.0\14.2 AND %I\4.0\5.0;%MW105:X10:=NOT %MW104:X10;
(* touche F12 *)
%MW104:X11:=%MW102=2;%MW105:X11:=NOT %MW104:X11;
```

Exemple pour la touche F2 : (faire rentrer le vérin 1)

```
(* touche F2 *)
%MW104:X1:=%MW102=2 AND %I\4.0\11.3;%MW105:X1:=NOT %MW104:X1;
```

La LED est allumée à l'affichage de la page mode manuel (%MW102= 2) et activation du capteur qui indique que le vérin 1 est sorti (%I\4.0\11.3). Dans le cas contraire la touche F2 est verrouillée (%MW105 :X1).

- Les Objets et textes animés et boites à images

Les différentes animations sont programmées en langage structuré dans la section Prl comme suit :

```

! (*ANIMATION MODE MANUEL*)
%MW2:X0:=%I\4.0\11.3 AND NOT %I\4.0\11.2;
%MW2:X1:=%I\4.0\13.3 AND NOT %I\4.0\13.2;
%MW2:X2:=%I\4.0\13.1 AND NOT %I\4.0\13.0;
%MW2:X3:=%I\4.0\14.1 AND NOT %I\4.0\14.0;
%MW2:X4:=%NOT %I\4.0\14.2;
! %MW2:X5:=%Q\4.0\11.0;
%MW2:X6:=%Q2.8;
%MW2:X7:=%I\4.0\12.3;
%MW2:X8:=%Q\4.0\13.2;
%MW2:X9:=%Q\4.0\13.3;
%MW3:X0:=%Q\4.0\11.0;
%MW3:X2:=%Q\4.0\12.0;
%MW3:X3:=%Q\4.0\12.1;
%MW2:X10:=%Q\4.0\13.0;
%MW2:X11:=%Q\4.0\14.0;
%MW2:X12:=%Q\4.0\14.1;
%MW2:X13:=%Q\4.0\13.1;
%MW2:X14:=%Q\4.0\14.2;
%MW2:X15:=%Q\4.0\14.3;
%MW3:X1:=%Q2.8;

! (*ANIMATION LEDS VARIATEUR*)
%MW3:X5:=%I\4.0\12.0;
%MW3:X6:=%I\4.0\12.1;
%MW3:X7:=%Q\4.0\12.2 AND %Q\4.0\12.3 AND %I\4.0\12.3;
%MW3:X8:=%NOT %Q\4.0\12.2 AND NOT %Q\4.0\12.3 AND %I\4.0\12.3;
(*Animation texte DCY*)
%MW0:X4:=%MW0:X0;
! (*Activation de la Regulation*)
%MW3:X9:=%MW3:X10 OR %M30;

```

Chaque bit mémoire affecté à l'objet de l'application est associé à l'action qui active son animation.

- Programmation des alarmes :

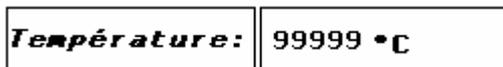
Toutes les pages alarmes sont associée aux deux mots d'adresses %MW106 et %MW107 , leur affichage est conditionné sur PL7 comme suit :

```
! (* diagnostic bus ASi *)
%MW107:=0;
%MW107:X0:=%IW4.0:X1;
%MW107:X1:=%IW4.0:X1;
%MW107:X2:=%IW4.0:X7;
%MW107:X3:=%IW4.0:X7;
%MW107:X4:=%IW4.0:X5;
%MW107:X5:=%IW4.0:X6;
%MW107:X6:=%IW4.0:X7;
%MW107:X7:=%IW4.0:X8;
%MW107:X8:=%IW4.0:X9;
%MW107:X10:=%IW4.0:X11;
%MW107:X11:=%IW4.0:X12 AND %I\4.0\9.1;
%MW107:X12:=%IW4.0:X13;
%MW107:X13:=%IW4.0:X14;
%MW107:X14:=%NOT %I\4.0\11.0;
%MW107:X15:=%NOT %I1.0;
! (* diagnostic module préventa *)
%MW106:=0;
%MW106:X6:=%NOT %I6.1 OR NOT %I6.5;
%MW106:X7:=%NOT %I6.3 OR NOT %I6.7;
%MW106:X8:=%NOT %I6.2 OR NOT %I6.6;
%MW106:X9:=%NOT %I6.4;
! (* alarmes *)
%MW106:X5:=%NOT %I1.1;
```

- Affichage des variables (champs alphanumériques, barographe et Courbe) :

➤ Chaque champ alphanumérique est associé à l’adresse de la donnée qu’il doit afficher.

Exemple : le champ qui affiche la température :



Est configuré dans l’XBTL 1000 ainsi : (avec une remise à l’échelle /100)

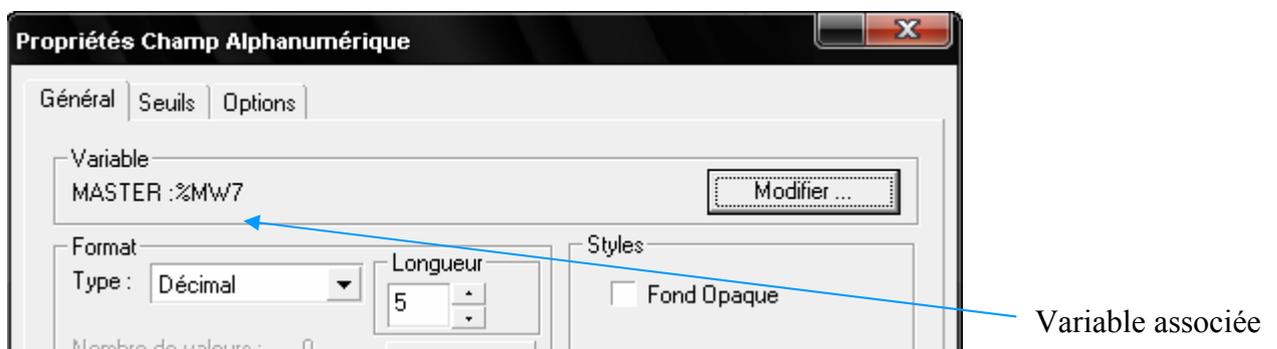


Figure IV.45 : Configuration du champ alphanumérique

L'adresse %MW7 étant la mesure de la température (affectée sur PL7)

➤ Le barographe

Le barographe de la température affiche la variation de celle-ci avec le seuil de la consigne

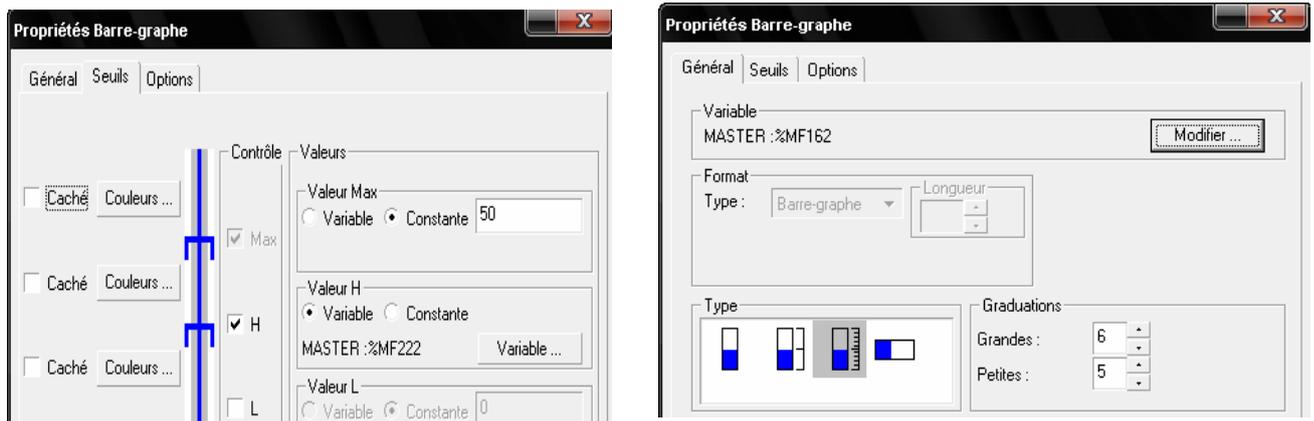
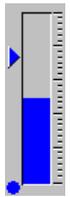


Figure IV.46 : Configuration du barographe température

%MF162, et %MF222 sont des mots Flottants qui désignent la température et la consigne respectivement. (Affecté sur programme PL7).

➤ La courbe

On a réalisé une courbe de régulation qui affiche les variations de la température, de la consigne et de la commande en fonction du Temps.

Sa configuration sur XBTL se fait en mettant les 3 variables à afficher dans des adresses consécutives, dans notre cas :

- La température %MF220
 - La consigne %MF222
 - La commande %MF224
- } adresses consécutives.

Le mot flottant occupe 32bits donc deux mots de 16 bits.

Les adresses sont affectées sur PL7 comme suit :

```

| %MF220 := %MF162;
| %MF222 := INT_TO_REAL(%MW10);
| IF %M49
| THEN %MF224 := INT_TO_REAL(1); ELSE %MF224 := INT_TO_REAL(0);

```

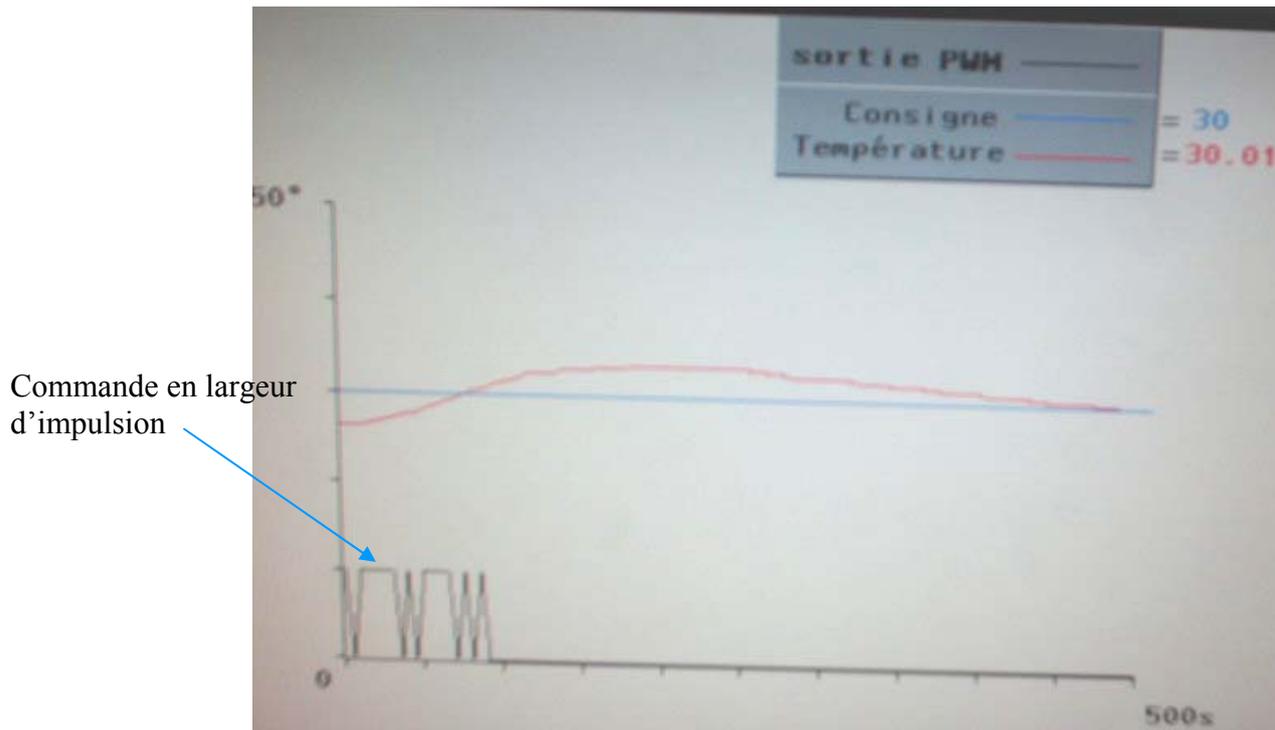



Figure VI.48 : *Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PI (régime transitoire)*

On remarque que l'impulsion de commande est assez large au départ mais diminue petit à petit jusqu'à s'annuler dès le dépassement de la consigne.

Le dépassement est relativement petit (Ecart Max = 3 °C).

La temps de montée est assez lent en raison de l'absence de l'action dérivée et de la réduction du gain proportionnel K_p (20).

La pente de descente est très lente car le processus de chauffage se refroidi à la température ambiante (26°C).

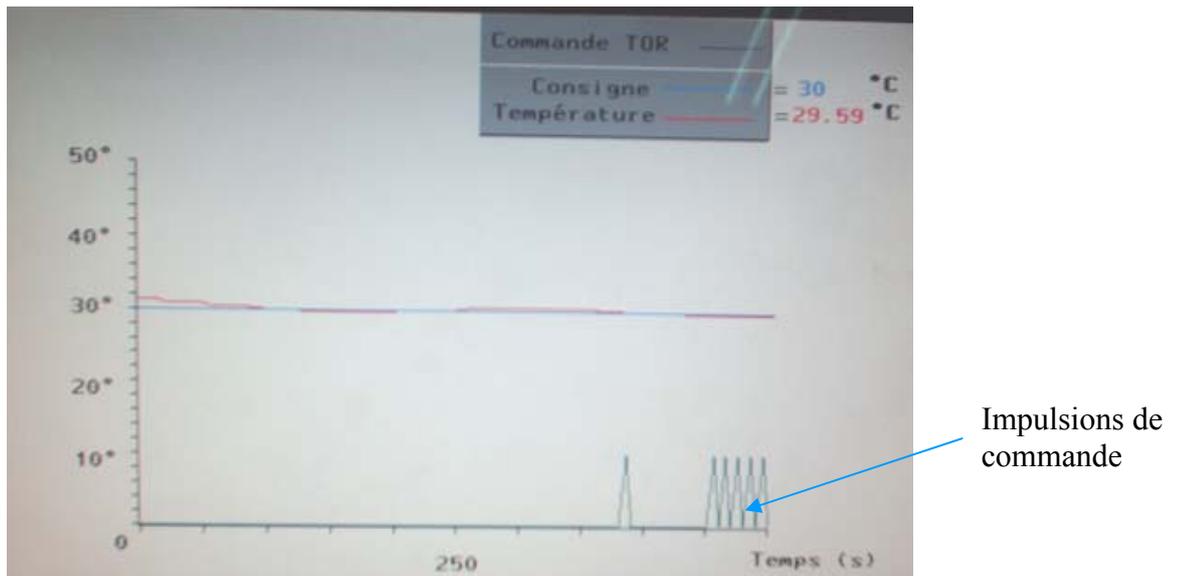


Figure VI.49 : Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PI (régime permanent)

On remarque qu’au régime permanent l’erreur statique est quasiment nulle, le régulateur tend à maintenir la valeur de la température au voisinage de la consigne, et cela avec de brèves impulsions de commande (voir figure ci dessus).

Régulateur PID : $K_P = 20$	$T_s = 2 \text{ s}$	$OUT_min = 0$
$T_i = 120 \text{ s}$	$T_MOD = 2 \text{ s}$	$SP = 30 \text{ °C}$
$T_d = 50 \text{ s}$	$OUT_max = 80$	

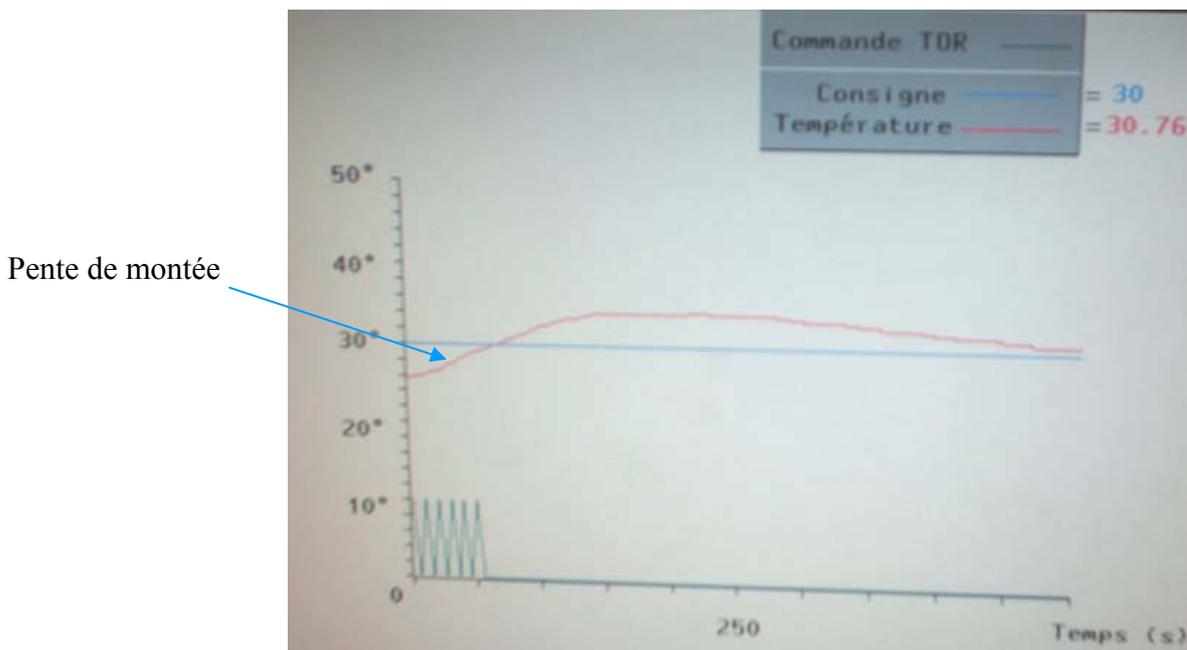


Figure VI.50 : Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PID (régime transitoire)

On remarque un temps de montée plus rapide sous l'effet de l'action dérivée, mais cela engendre un dépassement plus important (Ecart max = 4°C) et une pente de descente plus lente, due au refroidissement naturel (température ambiante 26 °C).

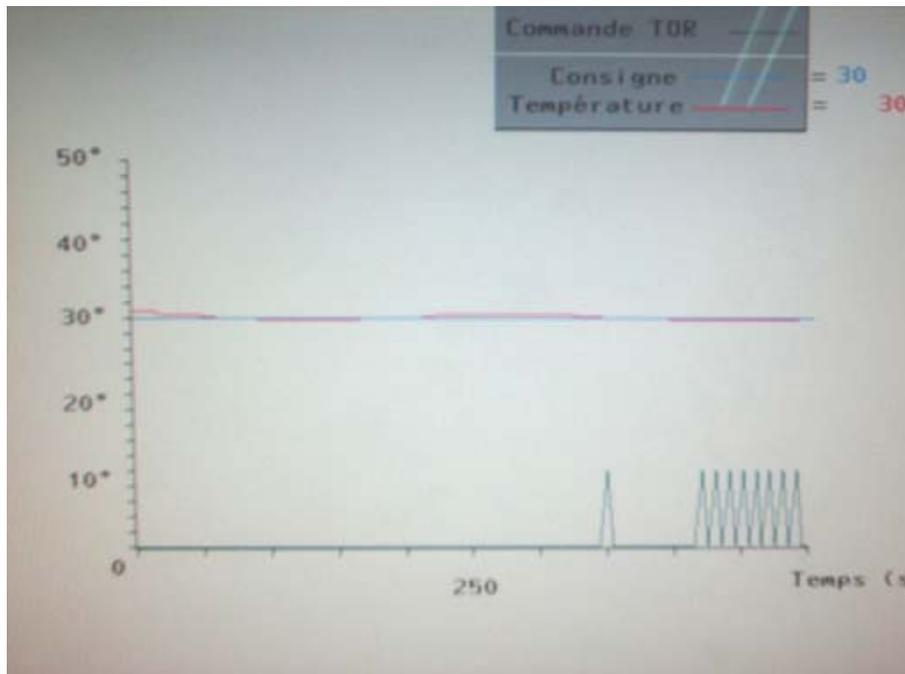


Figure VI.51 : *Les Courbes de température, consigne et commande pour un régulateur PID (régime permanent)*

Le régime établi est similaire à celui du régulateur PI c'est-à-dire que l'erreur statique est quasi nulle et le régulateur tend à maintenir la température au voisinage de la consigne avec de brèves impulsions de commande.

IV.2.5.4- Conclusion

L'utilisation d'une régulation PID avec une PWM dans la maquette est dans un but didactique, permettant de voir les effets des différentes actions : proportionnelle, intégrale et dérivée, ainsi que la modulation en largeur d'impulsion PWM.

L'interface graphique nous a permis d'exploiter au mieux cette partie, en ayant la possibilité de modifier les paramètres de régulation afin de mieux comprendre leur rôles en visionnant les courbes résultantes.

L'interface homme machine permet aussi de visionner les données du variateur, suivre et commander le processus à distance, et diagnostiquer les éventuelles pannes.

Conclusion générale

Les premières étapes étudiées dans ce projet à savoir :

- La présentation de la gamme d'automates télémechanique,
 - Le logiciel PL7, et les exemples d'applications sur la maquette du chariot,
 - Le bus de terrain AS-i, le variateur de vitesse ATV 58, et les terminaux Magelis,
- nous ont permis de mieux aborder la maquette « Convoyeur AS-i ».

Après avoir étudié ses différents capteurs, leur rôle et leur fonctionnement, les actionneurs et pré actionneurs pneumatique et leurs types de commande, nous avons pu élaborer un cahier des charges qui a été réalisé comme suit :

- L'identification de la topologie du réseau AS-i nous a aidé à connaître l'emplacement de chaque interface et de chaque organe de commande.
- L'identification des adresses des entrées/sorties du système nous a été nécessaire dans la suite de la mise en œuvre du cahier des charges.
- Les modifications opérées sur le programme initial ont permis d'exploiter au mieux toutes les parties opératives de la maquettes (la boite à bouton, le Tapis 1 et le Four).
- Le paramétrage du variateur nous a donné la possibilité de changer de vitesse d'ouverture et de fermeture de la porte, ainsi que de comprendre le principe de communication avec l'automate.
- L'interface homme/machine réalisée, nous a permis de visionner et de diagnostiquer la maquette, ainsi que d'analyser les courbes de régulation de température, ce qui est un avantage certain dans un système didactique, car elle donne la possibilité aux utilisateurs de la maquette de mieux comprendre le rôle de la régulation en général, et du régulateur PID en particulier.

La programmation d'automates, le bus de terrain AS-i, le paramétrage du variateur de vitesse, l'instrumentation, la régulation et l'interface homme machine ont été les principaux sujets traités durant ce mémoire.

Conclusion générale

Ce projet nous a permis de voir différentes technologies des systèmes automatisés utilisés dans l'industrie, et de gérer les pannes rencontrées, ce qui fait appel au sens du raisonnement et à la capacité d'adaptation de l'élève ingénieur, et met en pratique les connaissances acquises tout au long de notre cursus.

L'organisation, la planification, et la gestion du temps ont été des paramètres essentiels durant la réalisation de ce travail.

Nous proposons comme perspectives :

- Utiliser l'entrée analogique du variateur ATV 58 afin de réaliser une régulation de vitesse, en plaçant une dynamo tachi métrique sur le moteur de la porte.
- Elaborer une commande programmée sur PL7 en utilisant la sortie analogique intégrée à l'automate TSX micro 37 22.
- Mettre le variateur au service du tapis 2 ou tapis 1 pour mieux observer la variation de vitesse.
- Mettre en réseau la maquette « convoyeur AS-i » avec d'autres maquettes en utilisant les réseaux CANopen, Profibus, Modbus...etc.

Bibliographie

- [1] G.Asch, « Capteurs et instrumentation industrielle », édition Dunod 1983.
- [2] P.Dumas, « Informatique industrielle », édition Dunod 2001.

Catalogues :

- [3] Télécatalogue Schneider Electric, 2007.
- [4] PL7Micro/Junior/Pro, 2007.
- [5] Notice technique « convoyeur AS-i ». Institut Schneider Formation / MD1AD601 / 05-2000 / IE : 01.

Webographie:

- [6] <http://lab.grafcet.free.fr/manuels>
- [7] www.wikipedia.org
- [8] http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/elts-pneu/les_elements_pneumatiques.htm#top
- [9] <http://www.bh-automation.fr/Ressources/Pour-les-automaticiens/Communications/Bus-de-capteurs-et-actionneurs.html>
- [10] www.telemecanique.com
- [11] www.schneider-electric.com
- [12] http://www.jautomatise.com/article_de_la_revue/i-v3-un-nouveau-soufle
- [13] <http://www.electromate.org/pdf/cours/mouvement/variableurs.pdf>
- [14] www.AS-interface.net
- [15] <http://www.cndp.fr/archivage/valid/43678/43678-7788-8750.pdf>

Annexe A

Les Versions du Bus de terrain AS-i

A.1- AS-i V2.1	132
A.1.1- L'adressage étendu ou A/B	132
A.1.2- Défaut périphérique	133
A.1.3- Analogique	133
A.2- Compatibilité entre les versions maîtres et les versions esclaves	133
A.3- AS-i V3	133
A.4- Différents maître coupleur automate	134

A.1- AS-i V2.1

La version de départ du système AS-Interface (V1) a été suivie de la version V2.1, dont les évolutions sont les suivantes :

- Possibilité de raccorder un maximum de 62 esclaves, au lieu de 31 précédemment, grâce à un système d'adressage à 2 banques (adressage dit étendu ou A/B).
- Possibilité de transmettre au maître AS-Interface une information de “défaut périphérique” sans inhiber totalement l'esclave (continuité de service). Ceci permet de séparer les défauts de communication des défauts liés à la périphérie du produit.
- Gestion des esclaves analogiques.

Important : les produits conformes à la spécification V2.1 ne reprennent pas forcément toutes ces évolutions.

Les configurations à 4 entrées/4 sorties et à 4 sorties ne sont pas réalisables en adressage étendu, elles sont remplacées par les configurations à 4 entrées/3 sorties et à 3 sorties.

A.1.1- L'adressage étendu ou A/B

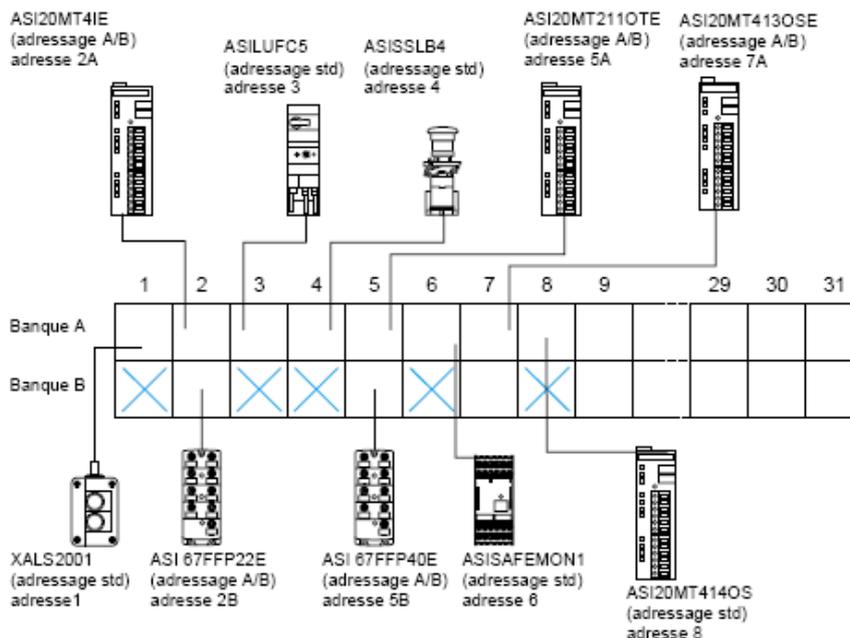


Figure A.1 : L'adressage étendu

Les maîtres AS-Interface développés suivant la spécification V2.1 disposent de 2 banques d'adressage A et B.

- Les esclaves V2.1 à adressage étendu (A/B) raccordés à ce type de maître n'occupent qu'une seule des 2 banques (A ou B), autorisant jusqu'à 62 esclaves adressés.

- Les esclaves V2.1 à adressage standard ou les esclaves V1 ne peuvent être adressés qu'en banque A et la banque B de la même adresse n'est plus disponible.

Il est tout à fait possible de mixer les esclaves V1, V2.1 adressage standard et V2.1 adressage étendu mais dans ce cas, le nombre d'esclaves total sera inférieur à 62. Les logiciels de programmation des automates Schneider Electric gèrent automatiquement le nombre maximum d'esclaves possibles, en fonction du type d'adressage des produits (standard ou étendu).

Le temps de scrutation des esclaves à adressage étendu sera le double de celui des esclaves à adressage standard.

A.1.2- Défaut périphérique

Cette nouvelle fonctionnalité permet de signaler à l'automate tout problème extérieur au système de câblage AS-Interface et notamment :

- Un court-circuit de l'alimentation capteur.
- Une absence de tension auxiliaire.
- Un court-circuit ou une surcharge des sorties.

Sur les esclaves de version V1, les défauts de ce type entraînent une inhibition totale de l'esclave qui n'est plus "vu" de l'automate.

A.1.3- Analogique

Deux nouveaux profils permettent de disposer d'esclaves à entrées analogiques.

Les types d'entrées disponibles sont :

- Tension 0-10 V.
- Courant 0-20 mA ou 4-20 mA.

A.2- Compatibilité entre les versions maîtres et les versions esclaves

	Esclaves V1	Esclaves V2.1 adressage standard	Esclaves V2.1 adressage étendu	Esclaves V2.1 analogiques
Maîtres V1	Compatible	Compatible mais les défauts périphériques ne sont pas signalés au maître	Non compatible	Non compatible
Maîtres V2.1	Compatible	Compatible	Compatible	Compatible

Tableau A.11 : Compatibilité entre les versions maître et esclaves

A.3- AS-i V3

Contrairement à la V2.1 qui ne travail qu'avec 3 sorties et 4entrées/3sorties, cette nouvelle version travail avec les 4entrées/4sorties ou 4sorties. Le nombre d'E/S de la v3.0 est donc en nette augmentation. Alors que les spécifications de la v2.1 plafonnaient à 248^E/186S, la v3.0 permet d'atteindre 248^E/248S sur la base de modules de 4^E/4S. Mieux, des modules (non disponibles pour l'instant) pourront gérer 8^E/8S, soient un total de 496^E/496S en utilisant l'adressage A/B. Seule contrainte, le temps de scrutation passe à 20 ms en entrée et 40 ms en sortie. On s'oriente vers un réseau qui permettra à terme de gérer 992 E/S, alors que les spécifications initiales n'en autorisaient que 228. Initialement limité à 300m, soit une distance de 100m reconduite deux fois à l'aide d'un répéteur, la longueur du bus peut atteindre 600m (3x200m).

A.4- Différents maître coupleur automate

				
Type de plate-forme	Twido	Premium	Micro	Quantum
Nombre de coupleurs maxi par automate	2	2, 4 ou 8 Selon processeur	1	8
Compatibilité avec interfaces et composants AS-i	V1/ V2.1	V1/V2.1	V1	V1
Nombre d'adresses maxi	62	62	31	31
Compatibilité interfaces analogiques	oui	oui	-	-
Compatibilité interfaces de sécurité	oui	oui	oui	oui
Référence				
Type d'adressage	Standard/ Etendu (A/B)	Standard/ Etendu (A/B)	Standard	Standard

Tableau A.2 : Différents maître coupleur automate

Annexe B

Différents constituants asifiés et redresseur « convoyeur AS-i »

B.1- TELEFAST	136
B.2- Démarreur	137
B.3- Module de contrôle	140
B.4- Redresseur (alimentation)	142
B.5- Boite asifiée	142

B.1- TELEFAST

Notre TELEFAST est un TELEFAST[®] SB2 AS-i à interfaces intelligentes, basé sur le concept du TELEFAST[®] 2 (ensemble de produits permettant le raccordement rapide des modules d'entrées/sorties (TOR -24 V, analogiques et comptage) aux parties opératives). Ils permettent aux dispositifs de capteurs et d'actionneurs d'être connectés au bus AS-i, ils sont disponibles en deux types : 4 ou 8 entrées/sorties.

Leurs entrées, selon le modèle, peuvent être isolées du bus AS-i, leurs sorties (soit l'état solide ou de relais électromécaniques) peuvent être utilisées pour contrôler les actionneurs de 1 à 5A.

La figure ci-après nous montre la composition d'un TELEFAST[®] SB2 AS-i à interfaces intelligentes en général :

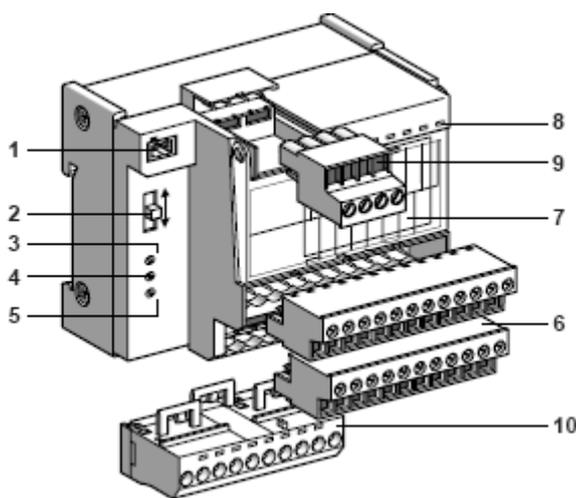


Figure B.1 : Composition d'un TELEFAST[®] SB2

- 1-connexion du module d'adresse
- 2-selection du mode « adressage/normal »
- 3-LED verte indiquant le bon fonctionnement du bus AS-i
- 4-LED rouge indiquant un défaut sur les E/S
- 5-LED verte indiquant la présence d'une alimentation externe (uniquement pour les références ABE8S22SBB et ABE8S44SBB••)
- 6-borniers de vis démontables pour le raccordement d'entrée-sortie et l'alimentation d'énergie externe, s'il y a lieu

7-étiquette d'inscription

8-LED montrant les entrées/sorties actives

9-borniers de vis démontable pour la connexion au bus AS-i

10-borniers de vis aditionnel (ABE7BV10 et ABE7BV20)

Notre TELEFAST est de la référence ABE8R44SB11, du type de 8 canaux d'interfaces qui a pour caractéristiques :

- Les entrées sont actionnés à partir du bus AS-i et protégées par un limiteur de courant,

- Les sorties électromécaniques à relais avec un contact NO, sont actionnées par —5 à 125V externe ou ~5 à 250V d’approvisionnement.

On ajoute à ces caractéristiques les caractéristiques électriques :

Nombre d’entrées/sorties	4entrées/4sorties à relais électromécanique	
Entrées (côté capteurs)	Tension d’alimentation	livrée par le bus AS-i
	Limite du courant d’alimentation	150mA
	Courant consommé par canal à U_n	10mA
	Garantie de l’état 1 ($U > I >$)	11V/6mA
	Garantie de l’état 0 ($U < I <$)	5V/2mA
Sorties (côté actionneurs)	Tension d’alimentation	19.2 à 30V DC
	Baisse max de la tension à I_n	0.5V
	Estimation thermique par canal	0.7A
	Estimation thermique pour le retour commun	2.8A
	Courant min	1mA
	Courant de fuite max	0.2mA
Consommation du courant à partir du bus	Sans charge	<35mA
	Tous les canaux ON	<250mA

Tableau B.1 : Caractéristiques TELEFAST® SB2

Son schéma est le suivant :

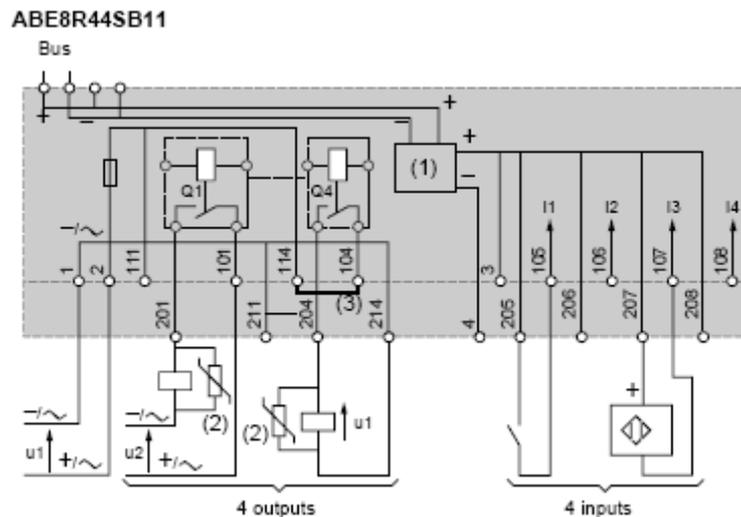


Figure B.2 : Schéma électrique du ABE8R44SB11

Dans notre TELEFAST, on a utilisé que 3entrées et 2 sorties à relais (voir tableau d’adressage).

B.2- Démarreur

Les démarreurs en coffret communicants sur le bus AS-i sont conçus pour la réalisation d'équipements électriques décentralisés : ils sont installés au plus près des moteurs à commander. La décentralisation des démarreurs permet des gains importants sur la distribution puissance sur des machines étendues telles que des convoyeurs.

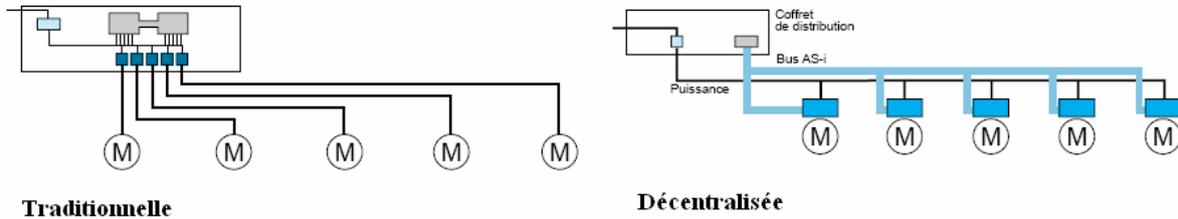


Figure B.3 : *Décentralisation des démarreurs*

Ils sont constitués :

- D'un disjoncteur magnéto-thermique,
- D'un contacteur (1 sens de marche) ou d'un contacteur-inverseur (2 sens de marche) basse consommation,
- D'un dispositif électronique de contrôle ou, pour LF7 et LF8, d'un module interface AS-i LA9-Z32811.

Prévus pour des moteurs alternatifs triphasés, ils peuvent néanmoins être utilisés pour des moteurs monophasés ou des moteurs à courant continu. Dans ces cas, il convient de faire circuler le courant dans les 3 phases du disjoncteur interne afin d'éviter un déclenchement dû à une absence de phase.

Les démarreurs LF1 ne nécessitent pas d'alimentation auxiliaire pour les contacteurs, celle fournie par le bus AS-i (câble jaune) suffit. Toutefois, en fonction de l'application, il est possible d'alimenter les bobines des contacteurs par une source 24 V externe.

La figure ci-après nous montre les deux types d'alimentation :

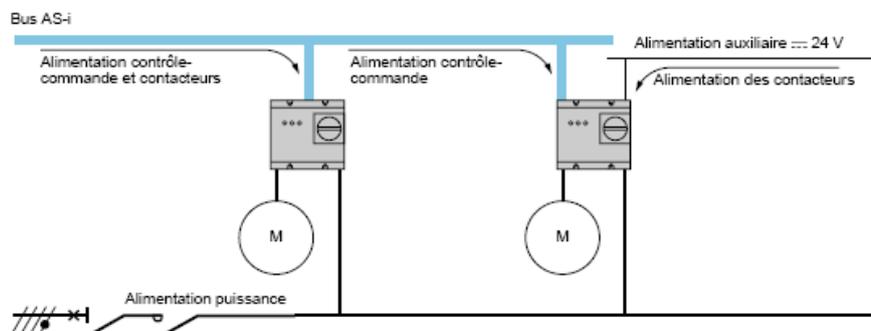


Figure B.4 : *L'alimentation auxiliaire pour démarreur*

Notre démarreur utilisé est un : LF1-P06DA78, utilisé pour le contrôle du moteur du tapis 1, à un seul sens de marche. Avec raccordement de deux capteurs, pour les puissances moteur :

- 0.18 ou .25 kW pour 220/230V.
- 0.37 ou 0.55 kW pour 400/415V.



Notre démarreur dispose de 3 diodes électroluminescentes situées sur le capot du coffret qui permettent de visualiser les différents états de fonctionnement, qui sont du nombre de trois :

- 0 : disjoncteur ouvert manuellement,
- I : disjoncteur fermé,
- Trip : disjoncteur déclenché.

Ses différentes caractéristiques sont :

Caractéristiques électriques des pôles	Tension assignée d'emploi (Ue)		415V	
	Tension assignée d'isolement (Ui)		415V	
	Fréquence assignée d'emploi		50/60Hz	
	Sensibilité a une perte de phase			
Caractéristiques entrées des capteurs (A78 et A79)	Valeurs nominales d'entrées	Tension	24V DC	
		Courant maximal disponible par capteur	50mA	
		Alimentation capteur (ondulations comprises)	19...30V	
	Valeurs limites d'entrées	A l'état 1	Tension	12.6V DC
			Courant	4.9mA
		A l'état 0	Tension	<5V DC
			Courant	<2.1mA
	Impédance d'entrée		>2kΩ	
	Temps de filtrage	Typique	7ms	
		Maximum	9.8ms	
Nombre maximal de capteurs		2		
Caractéristiques sortie auxiliaire relais	Tension limite d'emploi		24V DC AC	
	Courant thermique à 40°C		5A	
	Temps de réponse	Enclenchement	<10ms	
		Déclenchement	<10ms	

Tableau B.2 : Caractéristiques LF1-P06DA78

Lorsque la communication est interrompue, le démarreur n'est plus sous le contrôle de l'automate programmable. Dans ce cas, il peut être configuré pour :

- Prendre la position de repli moteur arrêté (applications : mouvements pouvant être dangereux),

- Prendre la position de repli moteur en marche dans le sens 1 (applications : ventilateurs, pompes),
- Ou dans l'état (application : ventouses de préhension).

Cette configuration se fait via le bus AS-i. La configuration par défaut est le repli à l'arrêt.

B.3- Module de contrôle

On a vu précédemment que la gamme des démarreurs en coffret Telemecanique se divise en deux types :

- LF1 et LF2 démarreur intégrant un dispositif électronique (pour le contrôle),
- LF7 et LF8 démarreur intégrant le module du contrôle.

Ces modules de contrôle (intégrés ou en option), permettent le contrôle et la commande des départs-moteurs par ligne AS-interface. Ces produits viennent en complément de l'offre "démarreurs AS-interface en coffret". Ils s'appliquent sur :

- Démarreurs un sens de marche,
- Démarreur deux sens de marche,
- Démarreurs deux vitesses pour moteurs à enroulements séparés.

La modularité proposée est de : 2entrées/1sortie ou 4entrées/2sorties.

Les entrées/sorties se raccordent sur un connecteur intégré à bornes élastiques réduisant ainsi les temps de mise en oeuvre.

L'alimentation extérieure 24 V DC, alimentant les sorties du module, se raccorde sur le connecteur de couleur noire. On distingue deux références du module de contrôle : **LA9 Z32810** et **LA9 Z32811**, différentes par leurs caractéristiques. Le module utilisé dans notre maquette est un : LA9 Z32810, pour commander le démarreur (un sens de marche) puisque ce dernier est composé d'un dispositif électronique de contrôle. Il est à 2entrées/1sortie, ce qui lui permet de commander qu'un seul démarreur.

La figure qui suit montre un LA9 Z32810 :

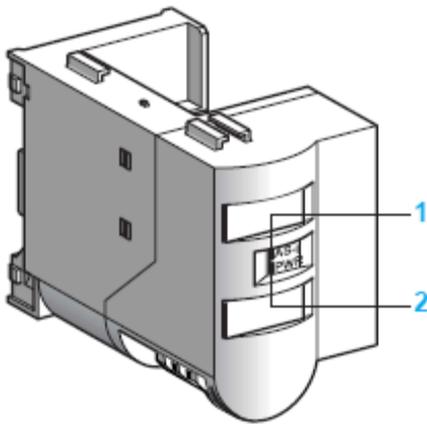


Figure B.5 : Schéma
LA9 Z32810

1 DEL AS-interface verte/rouge :

- Rouge : absence de communication avec le Maître. Les sorties sont mises hors service.
- Verte : communication OK, sorties OK,
- Rouge/jaune clignotante : module non adressé (donner une adresse entre 1 et 31),
- Eteinte : alimentation AS-interface en défaut.

2 DEL PWR verte :

- DEL allumée : présence d'alimentation auxiliaire,
- DEL éteinte : absence d'alimentation auxiliaire.

Notre module de commande a les caractéristiques suivantes :

- Alimentation AS-i interface : 29.5-31.6V,
- Intensité d'entrée : 7mA,
- Courant maximale des sorties (24v) : 0.5mA,
- Mise hors service des sorties lors de perturbations sur le bus AS-i (Watchdog),
- Protection contre les courts-circuits,

Schéma électrique :

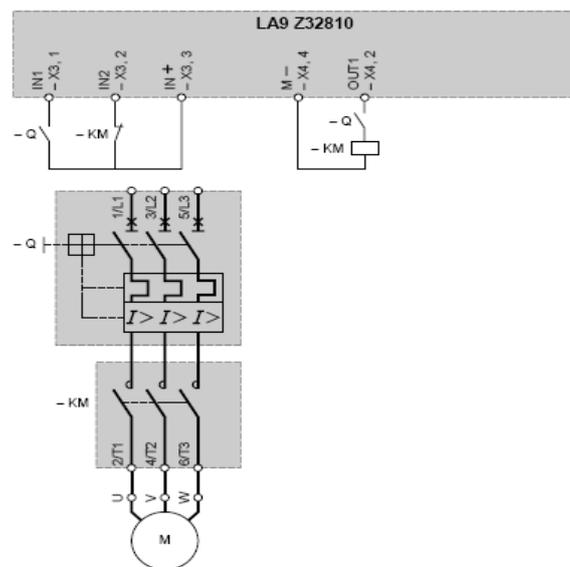


Figure B.6 : Schéma électrique LA9 Z32810

B.4- Redresseur (alimentation)

La gamme d'alimentations ABL-6R• est destinée à fournir la tension continue nécessaire aux circuits de contrôle des équipements d'automatisme.

Les alimentations (monophasées ou triphasées) redressées filtrées sont construites à partir d'un transformateur de sécurité équipé d'un pont redresseur et de condensateurs de filtrage. Elles sont particulièrement adaptées aux applications comportant de forts appels de courant.

Les caractéristiques à prendre en compte pour le choix d'une alimentation

sont :

- La tension et le courant nécessaire en sortie de l'alimentation,
- La tension de réseau disponible dans l'installation.

Le redresseur utilisé dans notre maquette pour

l'alimentation est de la référence : ABL-6F2402 équipés d'un fusible en amont pour la protection en cas de surcharge ou court-circuit (pas au delà de 5A), qui a pour caractéristiques :



ABL-6RF••••

Entrée	Tensions d'entrée	Valeurs admissibles	230 ou 400V mono ($\pm 10\%$), 120 ou 240V mono ($\pm 10\%$)
		Fréquences admissibles	47...63Hz
		Rendement	75
Sortie	Tension de sortie	24V nominale (min: 20.4V, max: 28.8V)	
	Courant de sortie	2.5A	

Tableau B.3 : Caractéristiques électriques redresseur ABL-6F2402

B.5- Boite asifiée

Notre boite dédiée à la communication AS-i est de la référence : XAL-S2003, elle est équipée de deux boutons poussoirs lumineux (vert : marche, rouge : arrêt (par défaut)). Elle a pour caractéristiques :

- Alimentation par le bus AS-i,
- Courant consommé par le bus : <80mA,
- Voyants de boutons poussoirs protégés contre les courts-circuits : DEL, —24V, 20mA,



XALS2003

Figure B.7 : Boite XAL-S2003

Annexe C

Paramétrage et configuration PowerSuite

C.1- Définitions élémentaires	144
C.1.1- Appareils	144
C.1.2- Configuration	144
C.1.3- Paramètres de communication	144
C.1.4- Les connexions	144
C.2- Ecran de navigation	145
C.3- Accès à la configuration	146
C.4- Ecran de configuration	147

C.1- Définitions élémentaires

C.1.1- Appareils

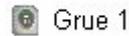
Ils correspondent aux appareils physiques de pilotage de moteurs que sont les variateurs ou des démarreurs.

Les appareils sont représentés dans

PowerSuite sous la forme suivante:

Ils peuvent être organisés en groupe par

la gestion des Appareils de l'arbre de sélection :



C.1.2- Configuration

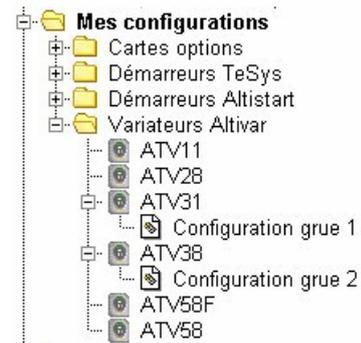
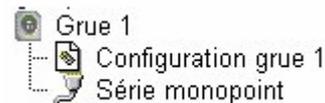
C'est un ensemble de valeurs de paramètres associés à l'appareil ou à un de ses modules. Un appareil peut posséder plusieurs modules configurables et être associé à plusieurs configurations.

Les configurations sont représentées comme

associées aux appareils sous la forme :

Elles apparaissent également dans une arborescence dédiée accessible au moyen du menu

«Affichage / Configurations»



C.1.3- Paramètres de communication

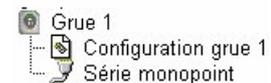
Ils sont les caractéristiques des médias, réseaux et protocoles permettant de s'y connecter.

Les paramètres de communication concernent les connexions gérées par PowerSuite sont:

- ModBus sur port série, connexion monopoint
- ModBus sur port série, connexion multipoint
- ModBus via un pont TCP, connexion monopoint
- ModBus via un pont TCP, connexion multipoint
- ModBus sur TCP

Ils sont représentés comme associées aux

Appareils sous la forme :



C.1.4- Les connexions

La branche «Mes Connexions» permet d'analyser un appareil relié à l'ordinateur afin de détecter ses caractéristiques.



Pour cela, cinq objets de type «connexion» sont proposés :

Pour chaque connexion, PowerSuite mémorise une configuration particulière. Vous pouvez modifier à volonté cette configuration en fonction des appareils que vous voulez analyser.

Après avoir sélectionné une connexion, cliquez sur « connecter » afin de déclencher l'analyse de l'appareil relié et l'affichage de ses principales caractéristiques dans la vue d'information.

Connexion série monopoint

Elle est utilisée lorsque un seul appareil est relié au port série de l'ordinateur. La boîte de définition permet de préciser le port COM de l'ordinateur sur lequel le câble série a été connecté, la vitesse de transfert et le format des trames séries.



Connexion série multipoint

Elle est utilisée lorsque plusieurs appareils sont reliés au port série de l'ordinateur. La boîte de définition à la version monopoint, mais elle permet en plus de préciser l'adresse Modbus de l'équipement recherché.

Connexion Ethernet Modbus/TCP

Elle est utilisée lorsque l'appareil est relié à l'ordinateur par un réseau Ethernet. La boîte de définition permet de préciser l'adresse IP ou le nom de l'équipement recherché.

Connexion pont Ethernet monopoint

Elle est utilisée lorsque un seul appareil est relié par liaison série à un Pont Ethernet Modbus, lui-même relié à l'ordinateur par un réseau Ethernet. La boîte de définition permet de préciser l'adresse IP ou le nom du pont Ethernet sur lequel l'équipement recherché a été connecté.

Connexion pont Ethernet multipoint

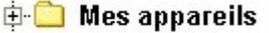
Elle est utilisée lorsque plusieurs appareils sont reliés par liaison série à un Pont Ethernet Modbus, lui-même relié à l'ordinateur par un réseau Ethernet.

La boîte de définition permet de préciser l'adresse IP ou le nom du pont Ethernet sur lequel l'équipement recherché a été connecté, ainsi que l'adresse Modbus de ce dernier.

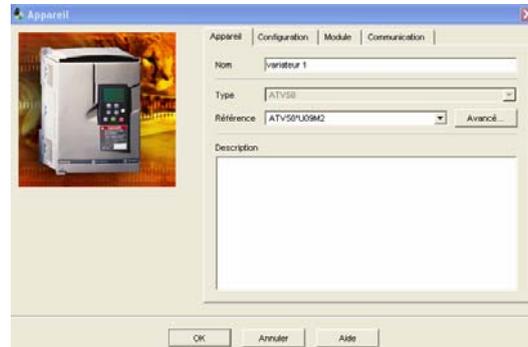
C.2- Ecran de navigation

L'écran de navigation est l'écran principal de PowerSuite. Il permet d'effectuer toutes les actions relatives à la création et la gestion des appareils, de leurs configurations et des moyens permettant de connecter PowerSuite à ces appareils. Le lancement de Powersuite ouvre l'écran de navigation.

Outre sa barre de menu, l'écran se compose de quatre zones :

- La barre d'outils en haut de l'écran,
- L'arbre de sélection à gauche : permet la gestion des appareils,  cette branche contient des appareils (qui contiennent des configurations et des connexions) et des systèmes (peuvent eux-mêmes contenir d'autres systèmes, ou bien des appareils)
- La vue d'information à droite,
- La barre d'état en bas.

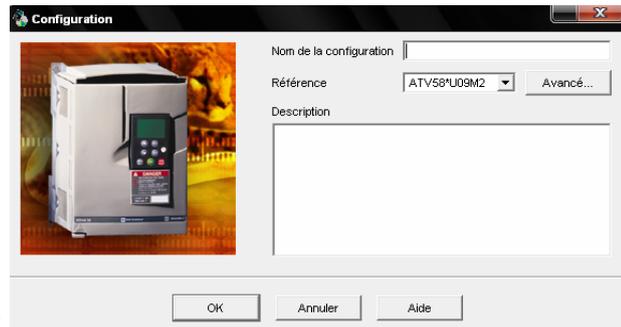
Sous un système, il est possible de créer un appareil. Pour cela, déclenchez le menu «Fichier / Nouveau / Appareil», ou bien cliquez sur le bouton  après avoir sélectionné un système dans l'arbre. Il peut être aussi directement créé dans la branche "Mes appareils" en sélectionnant cette branche puis en déclanchant le menu «Fichier / Nouveau / Appareil». Une boîte de dialogue apparaît alors :



C.3- Accès à la configuration

Pour accéder à la configuration de l'appareil désiré (variateur ou démarreur) on suit les étapes suivantes :

- Choix de notre appareil : on va prendre pour exemple le variateur de vitesse ATV58 avec la référence ATV58 HU09M2, après le choix du variateur on clique sur l'onglet nouveau

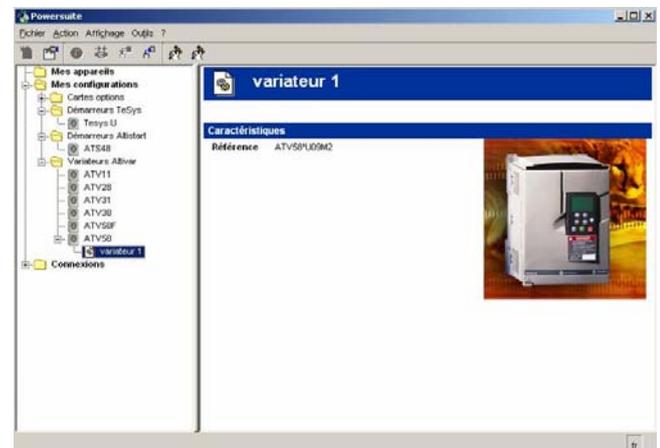


, la fenêtre suivante va apparaître :

Dans cette fenêtre on va nommer notre variateur est in sa référence.

- Après avoir choisi et nommé notre variateur (ou démarreur) on va accéder à la configuration de l'appareil à partir de la fenêtre de mes configurations :

Un double clique sur le nom du variateur et on accède à la configuration qu'on va voir ces paramètres



C.4- Ecran de configuration

L'écran de configuration est l'interface de visualisation et d'édition des configurations des appareils. Une configuration est définie comme le jeu des valeurs des paramètres d'un appareil. L'écran de configuration autorise également la commande et la surveillance des appareils.

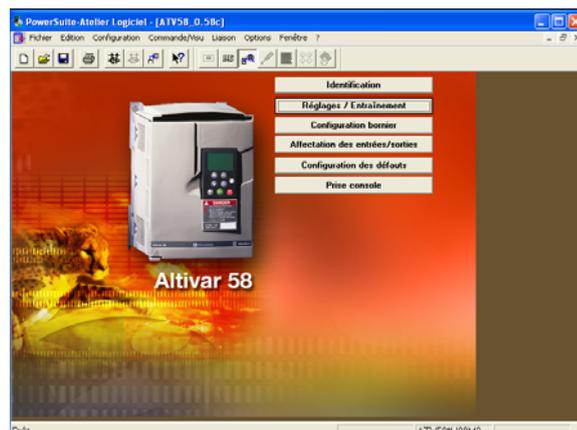
Il existe deux types d'interface pour l'écran de configuration :

- L'interface complète : s'adresse aux appareils ATV11 et ATV31.
- L'interface simplifiée : s'adresse aux autres appareils.

L'interface complète offre des fonctions en complément de celles de l'interface simplifiée tels que : l'oscilloscope, vue arborescente des fonctions et paramètres de l'appareil, définition d'un menu d'utilisateur, définition d'un tableau de bord de réglage et supervision ...etc.

Le logiciel de mise en service du variateur ATV58 permet de configurer, régler et commander le variateur, ainsi que d'échanger des fichiers de configuration avec la console de programmation.

Il donne accès aux paramètres suivants du variateur :



➤ Paramètres de surveillance : sur le terminal d'exploitation :

Libellé	Code	Fonction	Unité
Etat var.	--- rdY rUn ACC dEC CLI dCb nSt Obr	Etat du variateur : indique un défaut, ou la phase de fonctionnement du moteur : variateur prêt, moteur en régime établi ou ordre de marche présent et référence nulle, en accélération, en décélération, en limitation de courant, en freinage par injection, en commande d'arrêt roue libre, freinage en adaptant la rampe de décélération.	--
Ref. Fréq	FrH	Référence fréquence	Hz
Fréq. Sortie	rFr	Fréquence de sortie appliquée au moteur	Hz
Vitesse mot.	SPd	Vitesse moteur estimée par le variateur	rpm
Courant mot.	LCr	Courant moteur	A
Vit. Machine	USP	Courant moteur	--
Puiss.Sortie	OPR	Puissance fournie par le moteur, estimée par le variateur. 100 % correspond à la puissance nominale.	%
U réseau	ULn	Tension réseau	V
Therm. mot.	tHr	Etat thermique : 100% correspond à l'état thermique nominal du moteur. Au delà de 118%, le variateur déclenche en défaut OLF (surcharge moteur)	%
Therm. var.	tHd	Etat thermique du variateur : 100% correspond à l'état thermique nominal du variateur. Au delà de 118%, le variateur déclenche en défaut OHF (surchauffe variateur). Il est réenclenchable en dessous de 70%	%
Dernier déf.	Lft	Affiche le dernier défaut apparu	--
Ref. Fréq.	LFr	Ce paramètre de réglage apparaît à la place du paramètre FrH lorsque la commande variateur par la console est activée : paramètre LCC du	Hz

		menu commande.	
Consommation	APH	Energie consommée.	kWhouMWh
Temps marche	RTH	Temps de fonctionnement (moteur sous tension), en heures.	h

Tableau C.1 : Paramètres de surveillance

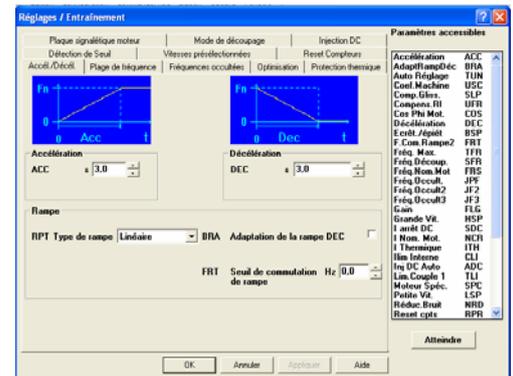
➤ Paramètres de réglage :

La modification des paramètres de réglage est possible à l'arrêt OU en fonctionnement.

S'assurer que les changements en cours de fonctionnement sont sans danger; les effectuer de préférence à l'arrêt.

La liste des paramètres de réglages est composée d'une partie fixe, et d'une partie évolutive qui varie en fonction de la macro-configuration, de la présence ou non d'une carte d'extension entrées/sorties et des réaffectations d'entrées/sorties

Les paramètres suivants sont toujours accessibles (partie fixe).



Libellé	Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
Réf. Fréq.- Hz	LFr	Apparaît lorsque la commande variateur par le terminal est activée : paramètre LCC du menu commande	LSP à HSP	--
Accélération – s Décélération - s	ACC dEC	Temps des rampes d'accélération et de décélération Définis pour aller de 0 à la fréquence nominale moteur (FrS)	0.5 à 999.9 0.05 à 999.9	3 s 3 s
Accél. 2- s Décél. 2- s	AC2 dE2	2ème temps de la rampe d'accélération 2ème temps de la rampe de décélération Ces paramètres sont accessibles si le seuil de commutation de rampe (paramètre Frt) est différent de 0Hz ou si une entrée logique est affectée à la commutation de rampe.	0.05 à 999.9 0.05 à 999.9	5 s 5 s
Petite vit. - Hz	LSP	Petite vitesse	0 à HSP	0 Hz
Grande vit. - Hz	HSP	Grande vitesse : s'assurer que ce réglage convient au moteur et à l'application.	LSP à tFr	50 / 60 Hz (3)
Gain - %	FLG	Gain de boucle fréquence : permet d'adapter la rapidité des	0 à 100	20

		transitoires de vitesse de la machine en fonction de la cinématique. Pour les machines à fort couple résistant ou inertie importante, augmenter progressivement le gain.		
Stabilité - %	StA	Permet d'adapter l'atteinte du régime établi après un transitoire de vitesse en fonction de la cinématique de la machine. Augmenter progressivement la stabilité pour supprimer les dépassements en vitesse.	0 à 100	20
I Thermique- A	ItH	Courant utilisé pour la protection thermique moteur. Régler ItH à l'intensité nominale lue sur la plaque signalétique moteur.	0,25 à 1.36 In(1)	0.9 In(1)
Temps Inj.DC- s	tdC	Temps de freinage par injection de courant continu. Si tdC=Cont, Injection de courant permanente à l'arrêt (2)	0 à 30 s Cont	0.5 s
I Arrêt DC – A	SDC	Intensité du courant de freinage par injection appliqué au bout de 30 secondes si tdC = Cont. S'assurer que le moteur supporte ce courant sans surchauffe.	0,1 à 1,36In (1)	Selon calibre variateur
Fréq Occult.- Hz	JPF	Fréquence occultée : interdit un fonctionnement prolongé sur une plage de fréquence de +/-2,5 Hz autour de JPF. Cette fonction permet de supprimer une vitesse critique qui entraîne une résonance.	0 à HSP	0 Hz
Fréq Occult2.-Hz	JF2	2e fréquence occultée : même fonction	0 à HSP	0 Hz
Fréq Occult3.-Hz	JF3	3e fréquence occultée : même fonction	0 à HSP	0 Hz
Temps LSP- s	tLS	Temps de fonctionnement en petite vitesse. Suite à un fonctionnement en LSP pendant le temps défini, l'arrêt du moteur est demandé automatiquement. Le moteur redémarre si la référence fréquence est supérieure à LSP et si un ordre de marche est toujours présent. La valeur 0 correspond à un temps non limité	0 à 999.9	No (pas de limitation de temps)
Coef.Machine	USC	Coefficient appliqué au paramètre rFr (fréquence de sortie appliquée au moteur) permettant l'affichage	0,01 à 100	1

		de la vitesse machine par le paramètre $USPUSP = rFr \times USC$		
--	--	--	--	--

Tableau C.2 : Paramètres de réglage

En plus de ce qu'on a vu comme paramètres on a les paramètres accessibles en macro configuration destinés à la maintenance ce qui est notre cas.

Libellé	Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
Compens. RI-%	UFR	Permet d'ajuster la valeur par défaut ou mesurée lors de l'auto-réglage. La plage de réglage est étendue à 800% si le paramètre SPC (moteur spécial) du menu entraînement est "oui".	0 à 150% ou 0 à 800%	100%
Comp.Gliss. -%	SLP	Permet d'ajuster la compensation de glissement autour de la valeur fixée par la vitesse nominale moteur.	0 à 150%	100%
Vit.Présél.2- Hz	SP2	2ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	10 Hz
Vit.Présél.3- Hz	SP3	3ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	15 Hz
(*)Vit.Présél.4- Hz	SP4	4ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	20 Hz
(*)Vit.Présél.5- Hz	SP5	5ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	25 Hz
(*)Vit.Présél.6- Hz	SP6	6ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	30 Hz
(*)Vit.Présél.7- Hz	SP7	7ème vitesse présélectionnée	LSP à HSP	35 Hz
(*)Détection I-A	Ctd	seuil de courant au delà duquel la sortie logique, ou le relais passe à l'état 1	0.25 à 1.36 In(1)	1.36 In(1)

Tableau C.3 : Paramètres de réglage accessibles en macro configuration

(1) : In correspond au courant nominal variateur indiqué dans le catalogue et sur l'étiquette signalétique du variateur, en application à "fort couple".

(2) : Au bout de 30 secondes IdC est automatiquement écrêté à 0,5 ItH s'il est réglé à une valeur supérieure.

(*) : Ils apparaissent si une carte extension entrées/sorties est installée.

Notre variateur a comme carte d'extension la carte AS-i.

➤ Paramètres de configuration de l'entraînement :

Les paramètres ne sont modifiables qu'à l'arrêt, variateur verrouillé.

L'optimisation des performances d'entraînement est obtenue :

- En entrant les valeurs lues sur la plaque signalétique dans le menu entraînement,
- En déclenchant un auto-réglage (sur un moteur asynchrone standard).

Libellé	Code	Description	Plage de réglage	Réglage usine
U Nom. Mot. - V	UnS	Tension nominale moteur lue sur	200 à 240V	230 V

		la plaque signalétique.	Pour : ATV58••••M2	
Fréq.Nom.Mot-Hz	FrS	Fréquence nominale moteur lue sur la plaque signalétique	40 à 500 Hz	50/60Hz (3)
I Nom. Mot - A	nCr	Courant nominal moteur lu sur la plaque signalétique	0.25 à 1.36In(1)	selon calibre variateur
Vit.Nom.Mot - rpm	nSP	Vitesse nominale moteur lue sur la plaque signalétique	0 à 9999rpm	selon calibre variateur
Cos Phi Mot	COS	Cosinus Phi moteur lu sur la plaque signalétique	0.5 à 1	selon calibre variateur
Auto réglage	tUn	Permet d'effectuer un auto réglage de la commande du moteur après positionnement de ce paramètre sur "oui". Attention : l'autoréglage s'effectue seulement si aucune commande n'est actionnée. Si une fonction "arrêt roue libre" ou "arrêt rapide" est affectée à une entrée logique, il faut mettre entrée à 1 (active à 0).	non - oui	non
Fréq. Max - Hz	tFr	Fréquence maximale de sortie. La valeur max est fonction de la fréquence de découpage	10 à 500 Hz	60/72Hz (3)
Eco Energie	nLd	Optimise le rendement moteur (4)	non-oui	oui
Adapt. I lim	Fdb	Adaptation du courant de limitation en fonction de la fréquence de sortie. (4)	non-oui	non
AdaptRampDec	brA	L'activation de cette fonction permet d'augmenter automatiquement le temps de décélération, si celui-ci a été réglé à une valeur trop faible compte tenu de l'inertie de la charge, évitant ainsi le passage en défaut ObF. Le réglage usine dépend de la macro-configuration utilisée : non en manutention, oui pour couple variable et usage général. Si le relais R2 est affecté à la fonction logique de frein, le paramètre brA reste verrouillé sur non.	non-oui	non
F.Com.Rampe2-Hz	Frt	Fréquence de commutation de rampe. Lorsque la fréquence de sortie devient supérieure à Frt, les temps de rampe pris en compte sont AC2 et dE2.	0 à HSP	0 Hz

Type arrêt	Stt	Type d'arrêt. Sur demande d'arrêt, le type d'arrêt est NST – DCI activé jusqu'au seuil FFt (menu réglage). En dessous du seuil l'arrêt se fait en roue libre. STN : sur rampe FST : arrêt rapide NST : arrêt roue libre DCI : arrêt par injection de courant continu. Ce paramètre n'est pas accessible si le relais R2 ou une sortie logique est affecté à la fonction BLC : logique de frein.	STN - FST	STN
Type Rampe	rPt	Définit l'allure des rampes d'accélération et de décélération LIN : linéaire S : rampe en S	LIN - S	LIN
Coef.Ramp DEC	dCF	Coefficient de réduction du temps de rampe de décélération lorsque la fonction arrêt rapide est active	1 à 10	4
Lim. Couple _ %	tLI	La limitation de couple permet de limiter le couple maximal moteur	0 à 200%(1)	200%
ILim.interne- A	CLI	La limitation de courant permet de limiter l'échauffement du moteur.	0 à 1,36 In(2)	1,36 In
Inj. DC Auto	AdC	Permet de désactiver le freinage par injection de courant automatique à l'arrêt	non-oui	oui
Coef. P mot.	PCC	Définit le rapport entre la puissance nominale du variateur et le moteur de plus faible puissance lorsqu'une entrée logique est affectée à la fonction commutation de moteurs	0.2 à 1	1
Type Découp.	SFt	Permet de sélectionner un découpage basse (LF) ou haute fréquence (HF1 ou HF2). HF1 est destiné aux applications à faible facteur de marche sans déclassement du variateur. La fréquence dépend de l'état thermique du variateur : 4kHz automatiquement à 59%, à 70% on a la fréquence de découpage choisie. HF2 est destiné aux applications à fort facteur de marche avec déclassement du variateur d'un calibre. La	LF-HF1-HF2	LF

		modification de ce paramètre entraîne un retour au réglage usine des paramètres : <ul style="list-style-type: none"> • nCr, CLI, Sfr, nrd (menu Entraînement) • ItH, IdC, Ibr, Ctd (menu Réglages). 		
Fréq.Découp.-kHz	SFr	Permet de sélectionner la fréquence de découpage. La plage de réglage dépend du paramètre SFt. Si SFt = LF Si SFt= HF1 ou HF2 La fréquence maximale de fonctionnement (tFr) est limitée suivant la fréquence de découpage. SFr(kHz) 0.5 1 2 4 8 12 16 tFr (Hz) 62 125 250 500 500 500 500	0.5-1-2-4kHz 8-12-16kHz	Selon calibre variateur

Tableau C.4 : Paramètres de configuration de l'entraînement

(3) : selon position du commutateur 50/60Hz.

➤ Paramètres de configuration des borniers :



Libellé	Code	Description	Plage de réglag	Réglage usine
Conf. Bornier	tCC	Configuration de la commande bornier : commande 2 fils ou 3 fils. La modification de ce paramètre nécessite une double confirmation car elle entraîne une réaffectation des entrées logiques. Entre la commande 2 fils et la commande 3 fils, les affectations des entrées logiques sont décalées d'une entrée. L'affectation de LI3 en 2 fils devient l'affectation de LI4 en commande 3 fils. En commande 3 fils, les entrées LI1 et LI2 ne sont pas réaffectables. E/S Manutention LI1 STOP	2W- 3W 2 fils - 3 fils	2W

		LI2 RUN sens avant LI3 RUN sens arrière LI4 2 vitesses présél. *LI5 4 vitesses présél. *LI6 8 vitesses présél.		
Type 2 fils	tCt	définit le type de commande 2 fils : - fonction de l'état des entrées logiques (LEL : Défect. Niv.) - fonction d'un changement d'état des entrées logiques (TRN : Défect. Trans.) - fonction de l'état des entrées logiques avec sens avant toujours prioritaire sur le sens arrière (PFo : Priorit. FW)	LEL-TRN-PFo	LEL
Inhib. RV	rIn	<ul style="list-style-type: none"> Inhibition de la marche en sens inverse du sens commandé par les entrées logiques, même si cette inversion est demandée par une fonction sommation ou régulation Inhibition du sens arrière s'il est commandé par la touche FWD/REV du terminal. 	non - oui	non
Ecrêt. /Epiet	bSP	Gestion du fonctionnement en basse vitesse : <p>The three graphs show the relationship between motor frequency (F) and reference speed (Référence) for different control modes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Non: A linear relationship from LSP to HSP over 100% reference. Epietage (BNS): A linear relationship from 0 to HSP, with a vertical step at a low reference value. Ecrêtage (BLS): A linear relationship from LSP to HSP, with a horizontal step at the start. 	Non BNS:Epiétage BLS:Ecrétage	non
Ref. Mini AI2- mA	CrL	Valeur minimale du signal sur l'entrée AI2	0 à 20 mA	4 mA
Ref. Maxi AI2- mA	CrH	Valeur maximale du signal sur l'entrée AI2 Ces deux paramètres permettent de définir le signal envoyé sur AI2.	4 à 20 mA	20 mA
		<p>The graph shows frequency vs. AI2 signal (mA). It features a linear ramp from LSP to HSP between CrL and CrH, followed by a constant frequency plateau up to 20 mA.</p>		
Val. Mini	AOL	Valeur minimale du signal sur la sortie AO	0 à 20 mA	0 mA

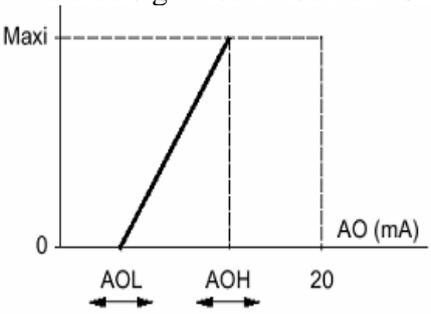
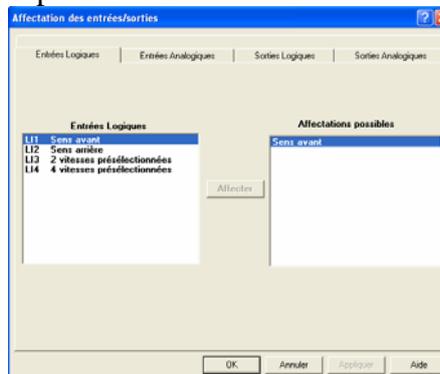
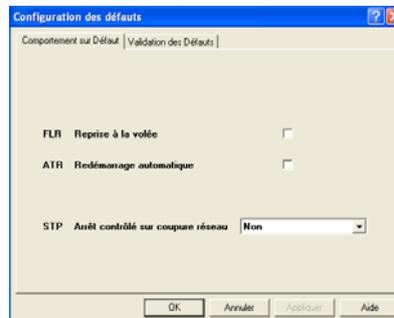
AO- mA Val.Maxi AO- mA	AOH	Valeur maximale du signal sur la sortie AO 	0 à 20 mA	0 mA
------------------------------	-----	--	-----------	------

Tableau C.5 : Paramètres de configuration des borniers

- Paramètres d'affectation des entrées/sorties
On va voir ultérieurement ces paramètres.



- Paramètres de configuration des défauts :



Les modifications ne peuvent être effectuées qu'à l'arrêt, variateur verrouillé.

Libellé	Code	Description	Réglage usine
Redém. Auto	Atr	Cette fonction permet un redémarrage automatique du variateur si le défaut a disparu (choix Oui/Non). Un redémarrage automatique est possible après les défauts suivants : Surtension réseau, défaut externe, défaut liaison série, perte phase réseau, perte phase moteur, sous-tension réseau, perte référence 4-20 mA, surcharge moteur (condition : état thermique inférieur à 100 %), surchauffe variateur (condition : état thermique variateur inférieure à 70 %), surchauffe moteur (condition : résistance des sondes inférieure à 1 500 Ohms).	Non

		Lorsque la fonction est activée, après arrêt le relais défaut reste fermé sur un ou plusieurs de ces défauts, et lorsque les conditions de redémarrage sont présentes (disparition du défaut) le variateur effectue une tentative de démarrage après un délai de 30 s.	
Perte Ph Mot	OPL	Permet la validation du défaut perte de phase moteur. (Suppression du défaut en cas d'utilisation d'un interrupteur entre le variateur et le moteur). Choix Oui / Non	Oui
Perte 4-20mA	LFL	Permet la validation du défaut perte référence 4-20mA. Ce défaut n'est configurable que si les paramètres référence mini/maxi AI2 (CrL et CrH) sont supérieurs à 3mA ou si CrL>CrH. - Non : pas de défaut - Oui : défaut immédiat - STT : arrêt sans défaut, redémarrage au retour du signal - LSF: arrêt puis défaut à la fin de l'arrêt - LFF : forçage à la vitesse de repli réglée par le paramètre LFF - RLS : maintien de la vitesse atteinte lors de l'apparition de la perte 4-20 mA, sans défaut, redémarrage au retour du signal.	Non
Reprise Volée	FLr	Permet la validation d'un redémarrage sans à-coup après les événements suivants : coupure réseau ou simple mise hors tension. remise à zéro des défauts ou redémarrage automatique arrêt roue libre ou arrêt par injection avec entrée logique. coupure non contrôlée en aval du variateur. Choix Oui / Non Si le relais R2 est affecté à la fonction logique de frein le paramètre FLr reste verrouillé sur non.	Non

Tableau C.6 : Paramètres de configuration des défauts

Paramètres d'affectation des entrées/sorties :

Fonctions d'application des entrées logiques

- *Sens de marche : avant / arrière*
- *Commutation de rampe*

1ère rampe : ACC, DEC ;

2ème rampe : AC2, DE2

2 cas d'activation sont possibles :

- Par activation d'une entrée logique LIX
- Par détection d'un seuil de fréquence réglable.

Si une entrée logique est affectée à la fonction, la commutation de rampe ne peut s'effectuer que par cette entrée.

➤ *Vitesses présélectionnées*

2,4 ou 8 vitesses peuvent être présélectionnées, nécessitant respectivement 1, 2, ou 3 entrées logiques.

L'ordre des affectations à respecter est le suivant : PS2 (Lix), puis PS4 (LIy), puis PS8 (LIz).

Pour désaffecter les entrées logiques, l'ordre suivant doit être respecté : PS8 (LIz), puis PS4 (LIy), puis PS2 (Lix).

Dans notre cas on a 4 vitesses présélectionnées.

Affecter : Lix à PS2 puis, LIy à PS4 :

LIy	Lix	référence vitesse
0	0	LSP+consigne
0	1	SP2
1	0	SP3
1	1	HSP

➤ *Arrêt roue libre*

Provoque l'arrêt du moteur par le couple résistant seulement, l'alimentation du moteur est coupée.

L'arrêt roue libre est obtenu à l'ouverture de l'entrée logique (état 0).

➤ *Arrêt par injection de courant continu*

L'arrêt par injection est obtenu à la fermeture de l'entrée logique (état 1).

➤ *Arrêt rapide*

Arrêt freiné avec le temps de rampe de décélération réduit par un coefficient de réduction dCF qui apparaît dans le menu entraînement. L'arrêt rapide est obtenu à l'ouverture de l'entrée logique (état 0).

Fonctions d'application des entrées logiques

L'entrée AI1 est toujours la référence vitesse.

- *Affectation de AI2 et AI3* : référence vitesse sommatrice. Les consignes de fréquence issues de AI2 et AI3 peuvent être sommées avec AI1.

Fonctions d'application des sorties logiques

Relais R2, sortie statique LO (avec carte extension E/S)

- *Commande contacteur aval (OCC)*: affectable à R2 ou LO

Permet la commande d'un contacteur de boucle (situé entre le variateur et le moteur) par le variateur. La demande de fermeture du contacteur se fait sur apparition d'un ordre de marche. L'ouverture du contacteur est demandée lorsqu'il n'y a plus de courant dans le moteur.

- *Variateur en marche (RUN)* : affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si le moteur est alimenté par le variateur (présence de courant), ou si un ordre de marche est présent avec une référence nulle.

- *Seuil de fréquence atteint (FTA)* : affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si la fréquence moteur est supérieure ou égale au seuil de fréquence réglé par Ftd dans le menu réglage.

- *2^{ème} seuil de fréquence atteint (F2A)* : affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si la fréquence moteur est supérieure ou égale au seuil de fréquence réglé par F2d dans le menu réglage.

- *Consigne atteinte (SRA)*: affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si la fréquence moteur est égale à la valeur de la consigne.

- *Grande vitesse atteinte (FLA)*: affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si la fréquence moteur est égale à HSP.

- *Seuil de courant atteint (CTA)*: affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si le courant moteur est supérieur ou égal au seuil de courant réglé par Ctd dans le menu réglage.

- *Etat thermique atteint (TSA)* : affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si l'état thermique moteur est supérieur ou égal au seuil de d'état thermique réglé par ttd dans le menu réglage.

- *Etat thermique variateur atteint (TAD)* : affectable à R2 ou LO

La sortie logique est à l'état 1 si l'état thermique variateur est supérieur ou égal au seuil de l'état thermique réglé par dtd dans le menu réglage.

Fonctions d'application des sorties analogiques

La sortie analogique AO est une sortie en courant, de AOL (mA) à AOH (mA), AOL et AOH étant configurables de 0 à 20 mA.

- *Courant moteur (code OCR)* : fournit l'image du courant efficace moteur.

- AOH correspond à 2 fois le courant nominal du variateur.
- AOL correspond à courant nul.

- *Fréquence moteur (Code OFR)* : fournit la fréquence moteur estimée par le variateur.

- AOH correspond à la fréquence maximale (paramètre tFr).
- AOL correspond à fréquence nulle.

- *Sortie rampe (Code ORP)* : fournit l'image de la fréquence en sortie de la rampe.

- AOH correspond à la fréquence maximale (paramètre tFr).
- AOL correspond à fréquence nulle.

- *Couple moteur (Code TRQ)* : fournit l'image du couple moteur en valeur absolue.

- AOH correspond à deux fois le couple nominal moteur.
- AOL correspond à couple nul.
 - *Couple moteur signé (code STQ)* : fournit l'image du couple moteur et son sens :
- AOL correspond à un couple de freinage = 2 fois le couple nominal.
- AOH correspond à un couple moteur = 2 fois le couple nominal.
- $(AOH + AOL)/2$ correspond à couple nul.
 - *Rampe signée (code ORS)* : fournit l'image de la fréquence en sortie de la rampe et son sens.
- AOL correspond à la fréquence maximale (paramètre tFr) dans le sens arrière.
- AOH correspond à la fréquence maximale (paramètre tFr) dans le sens avant.
- $(AOH + AOL)/2$ correspond à une fréquence nulle
 - *Consigne PI (code OPS)* : fournit l'image de la consigne du régulateur PI.
- AOL correspond à la consigne mini.
- AOH correspond à la consigne maxi.
 - *Retour PI (code OPF)* : fournit l'image du retour du régulateur PI.
- AOL correspond au retour mini.
- AOH correspond au retour maxi.
 - *Erreur PI (code OPE)* : fournit l'image de l'erreur du régulateur PI en % de la plage du capteur (retour maxi - retour mini).
- AOL correspond à - 5 %.
- AOH correspond à + 5 %.
- $(AOH + AOL)/2$ correspond à 0.
 - *Intégrale PI (code OPI)* : fournit l'image de l'intégrale de l'erreur du régulateur PI.
- AOL correspond à LSP.
- AOH correspond à HSP.
 - *Puissance Moteur (code OPR)* : fournit l'image de la puissance absorbée par le moteur.
- AOL correspond à 0 % de la puissance nominale du moteur.
- AOH correspond à 200 % de la puissance nominale du moteur.
 - *Etat thermique Moteur (code THR)* : fournit l'image de l'état thermique du moteur, calculé.
- AOL correspond à 0 %.
- AOH correspond à 200 %.

- *Etat thermique Variateur (code THD)* : fournit l'image de l'état thermique du variateur.
- AOL correspond à 0 %.
- AOH correspond à 200 %.

Annexe D

Modules d'entrées/sorties TOR et de sécurité et indice de protection IP

D.1- Module d'entrées/sorties TOR	162
D.2- Module de sécurité	165
D.3- Indice de protection IP	168

D.1- Module d'entrées sorties TOR

Notre automate est un TSX2 37-22-001, ce type d'automate se compose de : un bac d'alimentation ~100-240V, le processeur, la mémoire associée, la sauvegarde et 3 emplacements pour les modules.

L'utilisation du mini-bac d'extension TSX RKZ 02 permet de rajouter 2 emplacements supplémentaires à l'automate. L'ensemble permet de disposer de 5 emplacements qui peuvent être équipés chacun d'un module au format standard ou de deux modules au demi-format; à l'exception du premier emplacement qui ne peut recevoir que des modules au format standard.

Le tableau ci-après nous montre les configurations maximales des automates TSX 37-22 :

Entrées/sorties	Nombre maximum d'E/S TOR	Dans la base	192
		Dans la base+extension	256
		Dans la base+extension+distantes (TSX 07)	332
		Dans la base+extension+distantes (bus AS-i)	472
		A distance (4 TSX 07)	96
		A distance sur bus AS-i (124E+124S)	248
	Nombre maximum de modules	28 ou 32 E/S TOR	5
		64 E/S TOR (haute densité)	3
Déport d'E/S (pour E/S TSX 07 ou bus AS-i)		1	
Analogique	Nombre maximum de modules d'entrées/sorties analogiques		4
	Nombre maximum d'entrées analogiques en bac		32
	Nombre maximum de sorties analogiques en bac		16
	Nombre maximum d'entrées analogiques intégrées		8
	Nombre maximum de sortie analogique intégrée		1
Comptage	Nombre maximum de voies de comptage 500Hz sur entrées TOR		2
	Nombre maximum de modules de comptage (dans l'automate)		4
	Nombre maximum de voies de comptage 40 kHz et/ou 500kHz		7
	Nombre maximum de voies de comptage intégrées (10 kHz)		2
Communication	Nombre de coupleur de communication (emplacement dédié)		1

Tableau D.1 : Configurations maximales des automates TSX 37-22

La figure suivante illustre les composants d'un TSX 37-22 :

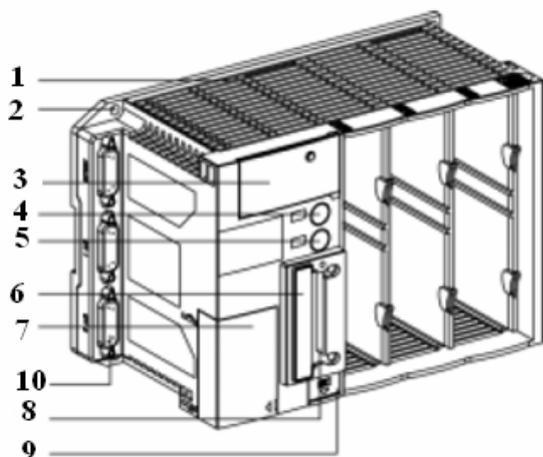


Figure D.1 : Composants d'un TSX 37-22

- 1- Bac à 3 emplacements, intégrant l'alimentation, le processeur et sa mémoire de base,
- 2- Trou de fixation de l'automate,
- 3- Bloc de visualisation centralisée,
- 4- Prise terminal TER,
- 5- Prise de dialogue opérateur AUX,
- 6- Emplacement pour une carte d'extension mémoire,
- 7- Trappe d'accès aux bornes d'alimentation,
- 8- Emplacement pour un coupleur de communication,

9- Trappe d'accès à la pile optionnelle et au commutateur de protection en écriture du système d'exploitation,

10- Connecteurs pour les fonctions analogiques et comptage intégrées.

Notre automates dispose d'un module d'extension de référence : TSX DMZ 28DR, il est à format standard dans le premier emplacement comme on l'a cité précédemment, à raccordement par bornier à vis. Un module d'entrées sorties TOR, les entrées a 24V DC et sorties à relais, avec les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques des entrées	Nombre d'entrées		16	
	Valeurs nominales d'entrées	Tension		24V DC (logique négative)
		Courant		6mA
		Alimentation capteurs (ondulations comprises)		19...30V (jusqu'à 34V, 1heure par 24heure)
	Valeurs limites d'entrées	A l'état 1	Tension	≤8V
			Courant	>2.5mA
		A l'état 0	Tension	>Ual-5V
			Courant	<1.5mA
	Impédance d'entrée à l'état 1			4KΩ
	Temps de réponse	Etat 0 à 1		0.1...7.5ms
Etat 1 à 0		0.1...7.5ms		
Compatibilité avec capteurs types 2fils/3fils				
Résistance d'isolement			>10MΩ sous 500V DC	
Caractéristiques des sorties	Nombre de sorties		12	
	Valeurs limites d'emploi		19...264V AC,	

			10...34V DC
Contact a fermeture			
Courant thermique			3A
Charge courant alternatif	Résistive régime AC-12	Tension	48V
		Puissance	50VA (10 ⁶ cycles) 110VA (0.5x10 ⁶ cycles)
	Inductive régime AC-14 et AC-15	Tension	48V
		Puissance	10VA (5x10 ⁶ cycles) 24VA (2x10 ⁶ cycles)
Charge courant continu	Résistive régime DC-12	Tension	24V
		Puissance	24W (10 ⁶ cycles) 40W (0.3x10 ⁶ cycles)
	Inductive régime DC-13	Tension	24V
		Puissance	10W (2x10 ⁶ cycles) 24W (10 ⁶ cycles)
Enclenchement et déclenchement			<10ms
Résistance d'isolement			>10MΩ sous 500V DC

Tableau D.2 : Caractéristiques TSX DMZ 28DR

Le raccordement du module est illustré dans le schéma qui suit :

Logique négative (source) :

+24V = borne17

-24V = borne18 = commun

(1) Fusible 0,5A à fusion rapide

(2) Fusible 6,3A à fusion rapide

(3) Fusible à fusion rapide, à calibrer selon la charge

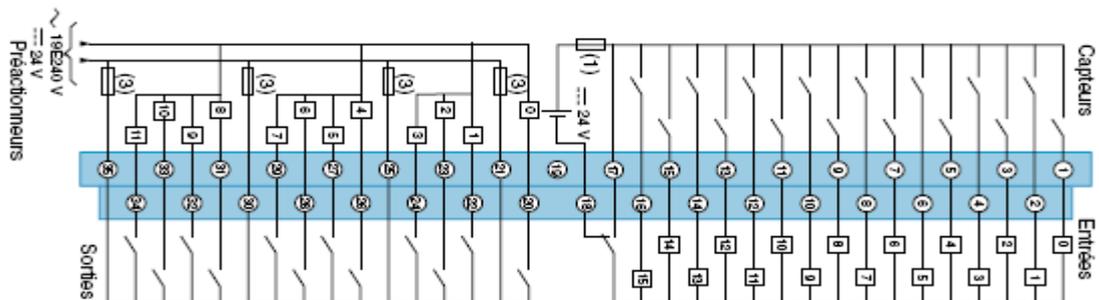


Figure D.2 : Câblage du module TSX DMZ28DR

D.2- Module de sécurité

Le module de surveillance d'Arrêt d'urgence TSX DPZ 10D2A intégré à l'automate Micro est l'alliance de :

- La simplicité d'utilisation des modules de sécurité Preventa,
- La performance de diagnostic de l'automate.

Le module de surveillance d'Arrêt d'urgence TSX DPZ 10D2A réunit dans un demi emplacement un bloc de sécurité câblée, de type Preventa (XPS), et une fonction d'acquisition "Tout ou Rien" pour le diagnostic complet des contacts d'entrées et l'état des sorties de la chaîne de sécurité.

Le module de sécurité TSX DPZ 10D2A s'utilise pour interrompre en toute sécurité un ou plusieurs circuits de commande d'Arrêt d'urgence ou d'arrêt de sécurité.

Le figure ci-après nous montre la différence entre deux solutions possibles : bloc de sécurité et l'automate séparé ou le bloc intégré dans l'automate :

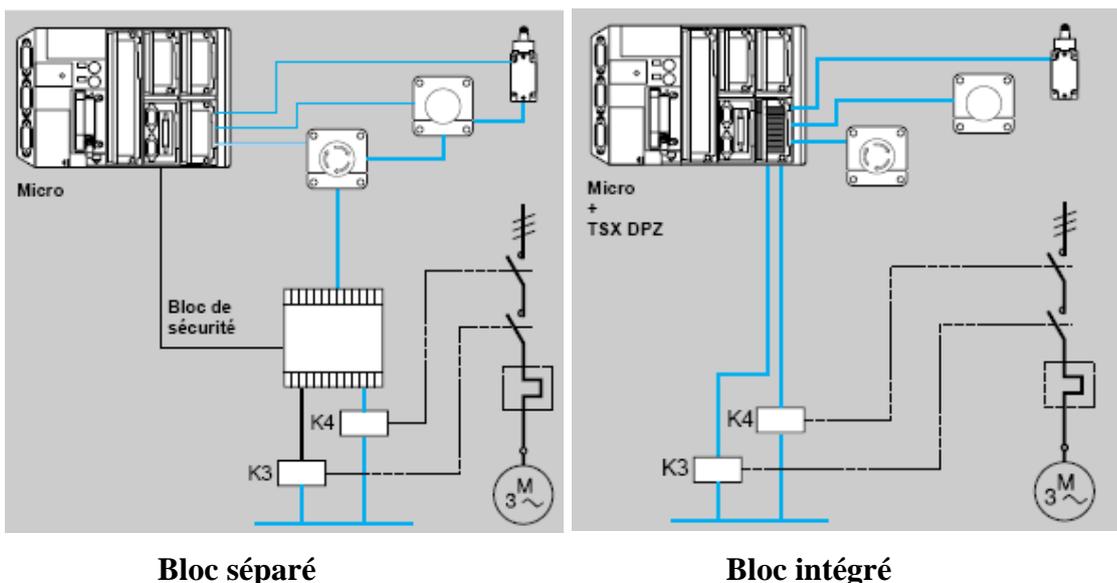
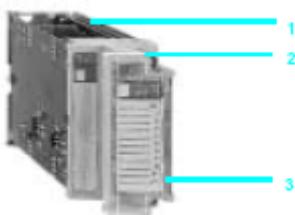


Figure D.3 : Différence entre bloc de sécurité séparé et intégré

Le module de sécurité TSX DPZ 10D2A comporte :



- 1- Un corps métallique avec un système de verrouillage pour fixation du module dans son emplacement. Ce système est accessible uniquement lorsque le bornier à vis est démonté
- 2- Un bornier à vis débrochable pour le raccordement aux capteurs et préactionneurs.

et préactionneurs.

3- Un volet d'accès aux vis du bornier servant également de support à l'étiquette de repérage.

Notre module de sécurité offre les fonctions suivantes :

- Surveillance de 1 à 4 doubles (ou simples) contacts à ouverture de type boutons poussoirs, d'Arrêts d'urgence ou d'interrupteurs de position de protecteurs mobiles pour une chaîne d'Arrêt d'urgence ou de sécurité à arrêt immédiat,
- Bloc de sécurité indépendant du processeur de l'automate Micro : **l'automate n'agit pas sur le module de sécurité,**
- 10 DEL sur le bloc visualisation de l'automate Micro : défaut alimentation et diagnostic complet de la chaîne de sécurité,
- 2 circuits de sorties de sécurité 'F' (à fermeture),
- Blocs électroniques d'acquisition pour le diagnostic complet de la chaîne de sécurité :
 - Lecture de l'état des 8 entrées boutons-poussoirs ou interrupteurs de position,
 - Lecture de l'entrée validation et boucle de retour,
 - Lecture de la commande des 2 sorties de sécurité,
 - Surveillance de l'alimentation externe du module.

Cette électronique d'acquisition est conçue de sorte qu'aucune première défaillance ne compromette la fonction de sécurité. Si la chaîne de sécurité met en oeuvre davantage de capteurs, il est possible de chaîner plusieurs modules TSX DPZ 10D2A.

Pour garantir la fonction de sécurité quelque soit la première défaillance, il est obligatoire d'utiliser :

- En entrées : des boutons-poussoirs d'Arrêt d'urgence ou des interrupteurs de position de sécurité à double contacts,
- En sorties : si un relayage est nécessaire, utiliser des relais à contacts guidés,
- Sur l'alimentation du module : un fusible de protection F1.

Tout ça est montré dans le schéma de principe suivant :

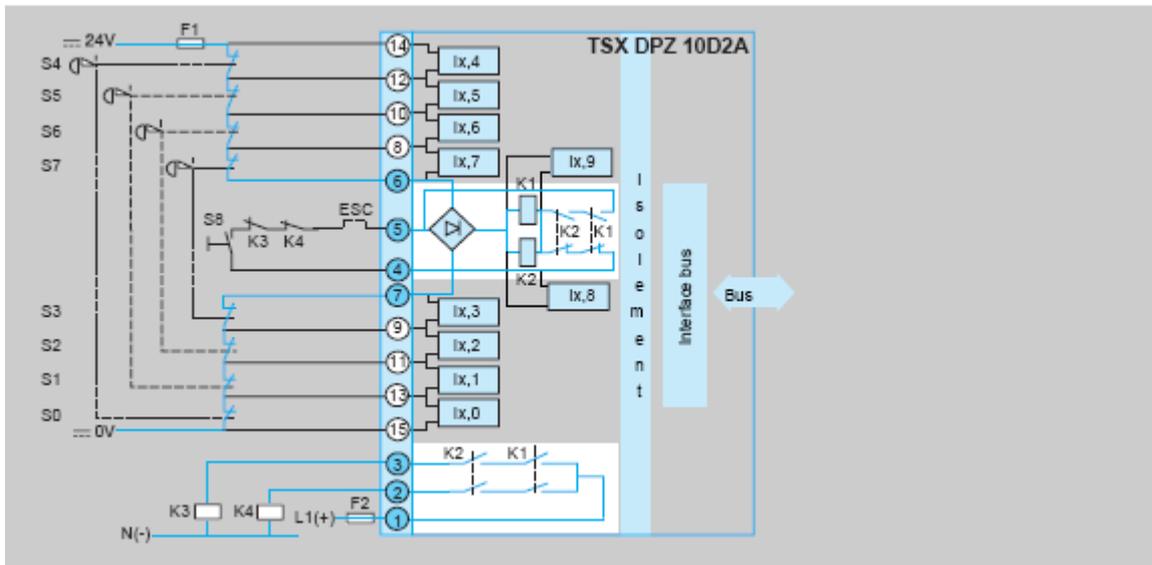


Figure D.4 : Schéma de principe du module de sécurité TSX DPZ 10D2A

6-7 : Commande de la chaîne de sécurité

1-2 et 1-3 : Sorties de sécurité, libres de potentiel

4-5 : Boucle de retour et validation marche (ESC : conditions de validation supplémentaires)

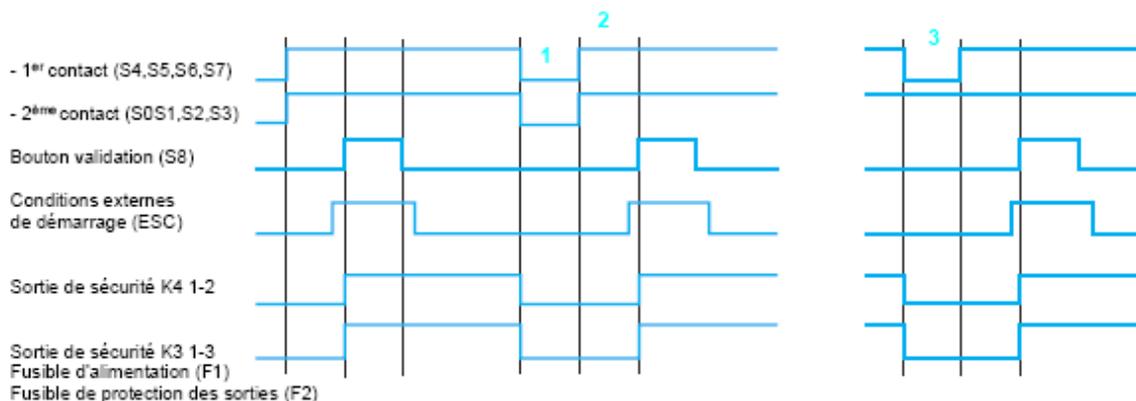
14-15 : Surveillance alimentation externe c 24 V du module

14-12, 12-10, 10-8, 8-6, 8, 7-9, 9-11, 11-13, 13-15: voies de lecture des contacts des boutons-poussoirs Arrêt d'urgence ou interrupteurs de position

Les états des contacts de la chaîne d'entrées sont tous lus par l'automate. La réalisation du test de cohérence par le programme automate sur les contacts d'entrées permet de signaler et de localiser précisément le ou les contacts en défauts.

Pour une utilisation de moins de 4 contacts doubles, il faut relier les bornes d'entrées non utilisées.

Exemple : contacts S0 et S4 non utilisés, effectuer un pont entre les bornes 14 et 12 et les bornes 13 et 15. Le fonctionnement est suivant le diagramme fonctionnel suivant :



- 1 Arrêt d'urgence ou interrupteur de position actionné
- 2 Arrêt d'urgence réarmé ou interrupteur de position fermé.
- 3 Contact S0...S3 en défaut.

Le module de sécurité a pour caractéristiques :

Caractéristiques générales	Tension nominale					
	Tension limite d'emploi		21.6...30V DC			
	Signalisation de défaut		<16V DC			
	Consommation maximale		<200mA			
Caractéristiques des entrées TOR	Tension nominale		24V DC			
	Entrées TOR Arrêt d'urgence ou interrupteur de position		8			
	Entrée TOR boucle de retour		1			
	Logique positive					
	Puissance dissipée dans le module		<4.5W			
Caractéristiques des sorties relais de sécurité	2 sorties 'F' libres de potentiel					
	Tension limite d'emploi		~19...264V, —17...250V			
	Courant thermique max (I _{th})		1.25A			
	Courant minimal		10mA			
	Charge courant alternatif : inductive AC-15	Tension	~24V	~48V	~110V	~220V
		Puissance	30VA	60VA	140VA	165VA
	Charge courant continu : inductive DC-13	Tension	24V DC			
		Puissance	30VA			
Temps de réponse		<100ms				

Tableau D.2 : Caractéristiques du module de sécurité TSX DPZ 10D2A

D.3- Indice de protection IP :

L'indice de protection (IP) est un standard international de la Commission Electrotechnique Internationale donné par la norme CEI 60529. Le code IP est constitué de 2 chiffres caractéristiques (exemple : IP 55) et peut être étendu au moyen d'une lettre additionnelle lorsque la protection réelle des personnes contre l'accès aux parties dangereuses est meilleure que celle indiquée par le premier chiffre (exemple : IP 20C). Tout chiffre caractéristique non spécifié est remplacé par un X (exemple : IP XXB). Les trois chiffres sont définis comme suit :

- **1^{er} chiffre** : protection contre la pénétration des corps solides et à la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses (X),
- **2^{ème} chiffre** : protection contre la pénétration de l'eau (Y),
- **3^{ème} chiffre** : protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses (Z).

Indices	X		Y
	Matériels	Personnes	

0	Aucune protection	Aucune protection	Aucune protection
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50mm	Protégé contre l'accès avec le dos de la main (Z : A)	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12mm	Protégé contre l'accès avec un doigt de la main (Z : B)	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5mm	Protégé contre l'accès avec un outil $\varnothing 2.5\text{mm}$ (Z : C)	Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1mm	Protégé contre l'accès avec un fil $\varnothing 1\text{mm}$ (Z : D)	Protégé contre les projections d'eau de toutes directions
5	Protégé contre les poussières	Protégé contre l'accès avec un fil $\varnothing 1\text{mm}$	Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6	Totalement protégé contre les poussières	Protégé contre l'accès avec un fil $\varnothing 1\text{mm}$	Protégé contre les paquets de mer
7			Protégé contre les effets de l'immersion temporaire
8			Matériel submersible dans des conditions spécifiées (immersion prolongée)

Tableau D.3 : Indices de protection