

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par
Farinas AKIL

Thème

**Mise à jour de la commande de la
fardeleuse TSM 4 SDI à l'unité eau
minérale Lalla Khedidja.**

Mémoire soutenu publiquement le 29 / 09 / 2016 devant le jury composé de :

M Rabah MELAH

MCA, UMMTO, President

M Takfarinas CHELLI

MAA, UMMTO, Encadreur

Mme Fadhila BOUDJEMA

MAA, UMMTO, Examinatrice

Mme Ouiza BOUKENDOUR

MAA, UMMTO, Examinatrice



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents

Mes chers frères et sœurs

Ma famille et mes proches

Tous mes amis

Farinas.

Remerciements

Je remercie tout d'abord par excellence sa grandeur «le bon dieu», qui m'a donné le courage et la patience tout au long de ce projet.

Ainsi qu'à ma famille pour toutes leurs aides et conseils qui nous ont été très significatifs

Mes premiers remerciements vont à mon promoteur Mr M. CHELLI qui a suivi et veillé sur le bon déroulement de ce travail avec ses conseils et ses remarques constitutives, et surtout pour sa compréhension et son encouragement.

Je remercie le président du jury et les examinateurs d'avoir accepté de jurer mon travail

Je remercie aussi tous le personnel de Lalla KHEDIDJA qui m'ont contribué à ma formation durant mon stage.

Tous infinis remerciements vont à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant mon cursus universitaire.

Abbreviations:

WinCC: Windows Controller Center.

IHM: Interface Humane Machine.

API: Automate Programmable Industriel.

CPU: Central Processing unit.

AUD: arrêt d'urgence dure.

GVMV19: une vitesse grande du convoyeur d'entrée.

MVMV19 : une vitesse moyenne du convoyeur d'entrée.

MFP : Interface bus de terrain.

FIFO : First Input, First Output (premier entrée, premier sortie).

Sommaire :

Introduction générale	01
------------------------------------	-----------

Chapitre I : Généralités et description de la fardeleuse

I) Introduction	02
II) Présentation générale de l'entreprise	02
II.1) Lala Khedidja	02
II.2) Les différentes unités de la ligne de production	03
II.2.1) Le distributeur de préforme	03
II.2.2) Souffleuse	03
II.2.3) Remplisseuse	03
II.2.4) Capsule use (boucheuse)	03
II.2.5) Etiqueteuse	04
II.2.6) Dateuse	04
II.2.7) Fardeleuse	04
II.2.8) La twin pack	04
II.2.9) Palettiseur	04
II.2.10) Housse use	04
II.3) Présentation schématique d'une ligne de production	05
III) Fardeleuse	05
III.1) Caractéristiques techniques générales	06
III.2) Les différentes parties de la fardeleuse	06
III.2.1) Table d'accumulation de bouteilles (FIFO)	07
III.2.2) Convoyeur de dosage	08
III.2.3) Convoyeur d'entrée	08
III.2.4) Cassette	08
III.2.5) Table Cycleur	09
III.2.6) Table de nappage	09
III.2.7) Table de transfert	10
III.2.8) Tunnel	10
III.2.9) Convoyeur tunnel	11
III.2.10) refroidisseur	12
III.3) Raccordement en énergie	12
III.4) Les différents équipements de la fardeleuse	13
III.5) Description des différents composants du système automatisé	14
III.5.1) Différents capteurs (acquisition de données)	15
III.5.1.1) Définition	15
III.5.1.2) les détecteurs de proximité inductifs	16
III.5.1.3) Les intercepteurs de position électromécanique.....	18
III.5.1.4) Les détecteurs photoélectriques	18

III.5.1.5) Les détecteurs à ultrasons	21
III.5.1.6) Les codeurs optiques	21
III.5.2) Différents moteurs (actionneur)	27
III.5.2.1) Les motoréducteur (moteurs asynchrones triphasés)	27
III.5.2.2) Servomoteur brushless	27
III.5.3) Les Préactionneurs	28
III.5.3.1) Electrovanne Electropneumatiques	28
III.5.3.2) Variateurs de vitesse	29
III.5.4) Systèmes d'entraînement décentralisés (MFP)	32
III.5.4.1) Description	32
III.5.4.2) Composition de l'appareil	32
III.5.5) Dispositifs de protection	33
III.5.6) Partie commande (PC 620 SIEMENS V5)	33
III.5.7) Pupitre de commande	33
IV) Cahier des charges	33
V) Conclusion	33

Chapitre II) : Analyse fonctionnel de la fardeleuse.

I) Introduction	35
II) Principe de fonctionnement général	35
III) Liste des capteurs, moteurs, Préactionneurs	35
III.1) Liste des capteurs	35
III.2) liste des moteurs	37
III.3) Liste des variateurs	38
III.4) liste des électrovannes	38
IV) Description détaillée	40
V) Principe de fonctionnement de la machine	43
VI) L'organigramme de la station	45
VI.1) L'organigramme moteur M1	45
VI.2) L'organigramme de convoyeur d'entrée	46
VI.3) L'organigramme des électrovannes	47
VI.4) L'organigramme des moteurs M3, M6, MV40	48
VI.5) L'organigramme du tunnel	49
VII) Conclusion	50

Chapitre III : GRAFCET et programmation de la fardeleuse

I) Introduction	51
II) Définition du GRAFC	51
II.1) Les concepts de base d'un GRAFCET	51
II.2) Niveau d'un GRAFCET	52
II.3) GRAFCET de la station	52
II.3.1) Abréviations utilisées dans la modélisation du processus	52

II.3.2) Représentation du GRAFCET niveau 2 de la station	54
III) L'automate S 7-300 et son langage de programmation STEP7	55
III.1) Introduction	55
III.2) Présentation de l'automate programmable S7-300	55
III.3) Les caractéristiques du S7-300	56
III.4) Modularité du S7-300	56
III.4.1) Alimentation (PS)	56
III.4.2) L'unité central (CPU)	57
III.4.3) Coupleur de périphériques (IM)	57
III.4.4) Modules de signaux (SM)	57
III.4.5) module de fonction (FM)	57
III.4.6) processeur de communication (CP)	57
III.4.7) Châssis d'extension (UR)	57
III.4.8) Console de programmation (PG/PC SIMATIC)	58
III.5) Les critères de choix d'un API	58
III.6) mode de communication	58
III.6.1) mode de communication centralisé	58
III.6.2) mode de communication décentralisé	58
III.7) SIMATIC ET 200 Pour solutions d'automatisation distribuée	58
III.8) Les réseaux de communication utilisés	59
III.8.1) Le protocole MPI	60
III.8.2) Le protocole PROFIBUS	60
III.9) la programmation avec le logiciel du STEP7	61
III.10) Langages de programmation	61
III.11) Les blocs S 7	62
III.11.1) Blocs système	62
III.11.2) Blocs utilisateurs	62
III.12) Les registres CPU	62
III.13) Zones mémoires CPU	63
III.14) Configuration matérielle	63
III.15) Raccordement de codeur incrémental vers la CPU	68
III.16) Commande du compteur depuis le programme utilisateur	70
III.17) Structure de notre programme	70
III.18) Table des mnémoniques	72
III.19) Validation de notre programme	73
III.20) Un extrait de programme	74
IV) Conclusion	77

Chapitre IV) : Supervision à l'aide de l'outil Win CC flexible 2008

I) Introduction	78
II) Généralité sur la supervision	78
II.1) définition de la supervision	78
II.2) Avantage de la supervision	78

II.3) Constitution d'un système de supervision	78
II.3.1) Module de traitement	79
II.3.2) Module de communication	79
II.3.3) Le module d'archivage	79
II.3.4) Le module de visualisation (affichage)	79
III) Logiciel de supervision WinCC flexible 2008	80
III.1) Applications disponibles sous WINCC flexible 2008	80
III.2) Développement d'une application sous WinCC	81
III.3) WinCC et SIMATIC STEP7	81
III.4) Avantage de WinCC flexible 2008	81
IV) Développement d'un système de supervision sous WinCC flexible 2008.....	82
IV.1) Réalisation des vues de contrôle et de supervision.....	82
V) Conclusion	90

Introduction Générale

L'unité eau minérale « Lalla Khedidja » fait partie du géant industriel algérien Cevital, cette dernière est l'une de ces entreprises qui investit dans toutes dernières techniques de production pour optimiser le coût de production et d'assurer une qualité supérieure de ses produits ce que lui permet de garder sa place dans le marché.

Pour cela la technique de fardelage est par excellence un meilleur moyen d'emballer les produits en fardeaux, en utilisant un film plastique thermo-rétractable, ce procédé nous permet de gagner un temps énorme en transport et en stock ce que réduit considérablement le coût de revient des produits.

Cette technique ne peut être réalisée sans les avancements technologiques des automatismes industriels (matériels et logiciels), sa capacité d'exécution des grands programmes en un peu de temps avec un nombre important de périphérique (les Entrées/Sorties...), et sa flexibilité (la reprogrammation), ainsi ses caractéristiques qui lui permet d'être installé dans un environnement industriel, le rend l'élément incontournable par les constructeurs des automatismes industriels. Le logiciel Step7 nous permet d'éditer des programmes en différents langages (logique, liste et contact) et de programmer les automates de marque siemens, un autre logiciel le WinCC est utilisé pour réaliser la supervision afin d'aider les opérateurs et assurer une bonne maintenance.

Dans ce contexte, l'entreprise « Lalla Khedidja » nous a confié sa fardeleuse qui se trouve dans une ligne de production au niveau de son usine à Agouni Gueghrane, pour une mise à jour de sa commande en utilisant l'automate siemens S7 300 et réaliser des interfaces graphiques (supervision) à l'aide de l'outil WinCC.

Pour cela nous avons organisé notre travail en quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise ainsi des généralités sur la fardeleuse sont données. Une analyse fonctionnelle et des représentations par organigramme des différentes opérations intervenantes au cours de fardelage ont été présentées dans le deuxième chapitre. En suite le troisième chapitre est consacré à la modélisation par outil GRAFCET, et la programmation de la fardeleuse. Enfin dans le quatrième chapitre nous développons les interfaces graphiques à du WinCC et nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I : Généralité et description de la fardeleuse

I) Introduction :

Ce chapitre consiste à présenter l'unité de production d'eau minérale **Lalla Khedidja** en donnant un aperçu sur ses différents ateliers et blocs. En étudiant ensuite la machine fardeleuse dans le but d'en définir les différentes parties fonctionnelles, notamment les parties commande et opérative.

II) Présentation générale de l'entreprise :**II.1) Lalla Khedidja :**

CIVITAL SPA (Société Par Action), compte parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée sur des fonds privés en 1998. Elle contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et à exporter le surplus en offrant une large gamme de produits de qualité supérieure.

L'unité d'eau minérale **LALLA KHEDIDJA(LLK)** de **CIVITAL** située au pied du mont **Djurdjura** dans la commune d'Agouni Gueghrane, à environ 35KM au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de **TIZI OUZOU**, puise son eau de la source « **thinzer** » située sur le flanc du mont **kouriet**, exploitée par **ETK (Entreprise Touristique Kabylie)** depuis 1990 puis cédée au gérant de l'agro-alimentaire **CIVITAL** en 2004.

Ce dernier, dans le cadre des stratégies de développement et l'élargissement de ce créneau a opté pour un changement des infrastructures avec l'intégration de technologies de dernière génération.

L'eau de **Lalla Khadidja** est une eau oligo-minérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels à la vie, réputée pour sa légèreté et sa pureté.

C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. Elle est ainsi directement embouteillée sans subir aucun traitement chimique. En juillet 2007 la célèbre eau minérale prend sa place sur le marché.

En plus de deux lignes de conditionnement destinées pour l'eau minérale, l'unité dispose d'une troisième ligne destinée à la production de diverses boissons non alcoolisées.

L'objectif actuel de l'unité est de produire plus afin d'atteindre la capacité de 3.000.000 bouteilles/jour avec une gamme de produit de qualité compétitive de points de vue hygiénique et organoleptique, répondant ainsi aux exigences des consommateurs Algériens et étrangers.

Aussi, en manière de résorption de chômage, l'unité constitue la clef de bonheur de nombreuse famille, son effectif actuel est de 300 employés. Elle fonctionne 24h/24 et 7j/7 [1].

II.2) Les différentes unités de la ligne de production :**II.2.1) Le distributeur de préforme :**

Le distributeur de préformes a pour fonction d'alimenter de façon continue une machine de production (en particulier souffleuse) avec des préformes col en haut.

Les préformes sont déversées en vrac dans le distributeur. Elles sont ensuite transportées par petit lot pour être positionnées. Orientées col en haut et alignées en file indienne, elles se déplacent ensuite par gravité vers le rail d'alimentation. La gestion du flux des préformes dans le rail d'alimentation permet de compenser un manque de préformes dans le rail d'alimentation pour éviter des niveaux bas.

Pour éviter le blocage des préformes dans le rail d'alimentation, les préformes emboîtées ou mal orientées sont éjectées lors de leur passage sur le rail de stabilisation.

II.2.2) Souffleuse :

Fabrication de bouteilles à partir de préformes. Cette dernière passe dans un four composé de deux parties une partie pour la chauffer une autre pour répartir la température. Une fois la température répartie elle passe au moule où elle est soufflée pour prendre la forme du moule puis refroidi prête à être remplie.

II.2.3) Remplisseuse :

Après soufflage, les bouteilles passent au poste de remplissage, où elles seront remplies par 1.5L d'eau pour le grand format et 0.5L d'eau pour le petit format.

La bouteille après sa sortie de la souffleuse passe dans la remplisseuse pour qu'elle puisse se remplir, puis elle sort pour qu'elle soit capsulée ou bouchonnée.

II.2.4) Capsule use (boucheuse) :

Après le remplissage, la bouteille est capsulée ou bouchonnée, la boucheuse contient aussi un distributeur orienteur de bouchons, les bouchons se déposent de façon désordonnée dans les tasseaux au fond de la trémie et commencent à être convoyés jusqu'au « dos d'âne ».

La sélection des bouchons à ce niveau s'effectue par l'intermédiaire de la gravité : en réglant l'angle de façon optimale, seuls les bouchons orientés correctement passent l'obstacle. Une cellule de niveau bas détecte un manque d'approvisionnement en bouchons dans la trémie, une alarme lumineuse (couleur bleue à la colonne) prévient l'opérateur de ce manque.

II.2.5) Etiqueteuse :

L'étiquetage se fait par colle à chaud qui donne une meilleure présentation en plus d'assurer une plus grande fiabilité dans le système d'étiquetage. Sa cadence doit être légèrement supérieure à celle du groupe de remplissage.

II.2.6) Dateuse :

Elle a pour fonction de mettre la date et l'heure à la sortie des bouteilles.

II.2.7) Fardeleuse :

La fardeleuse regroupe les bouteilles en lots de six bouteilles généralement. Ces lots sont entourés d'un film de plastique qui est ensuite thermo-rétracté.

II.2.8) La twin pack :

Machine automatique pour l'application de poignées auto-adhésives sur les fardeaux.

II.2.9) Palettiseur :

Les fardeaux sont alors regroupés en palettes, une feuille de carton intercalaire est placée entre chaque couche constituant la palette.

II.2.10) Housse use :

Le housage des palettes se fait à partir de gaines plastique thermo-tractionnables. La gaine peut être :

- Prédécoupée dans le cas de pose semi-automatique. Dans ce cas les bobines sont placées au-dessus de la ligne de convoyage des palettes l'opérateur déroule la gaine et l'enfile sur la palette.
- En bobine dans le cas de pose automatisé.

Remarque :

Toutes les machines doivent être reliées entre elles par des convoyeurs en acier inoxydable. Tous ces convoyeurs devront être commandés automatiquement et tenir compte des demandes des machines en aval pour régler leur flux ainsi que des éventuels incidents pour communiquer les informations en amont de la fardeleuse afin d'informer les automatismes qui commandent la synchronisation de la ligne.

II.3) Présentation schématique d'une ligne de production :

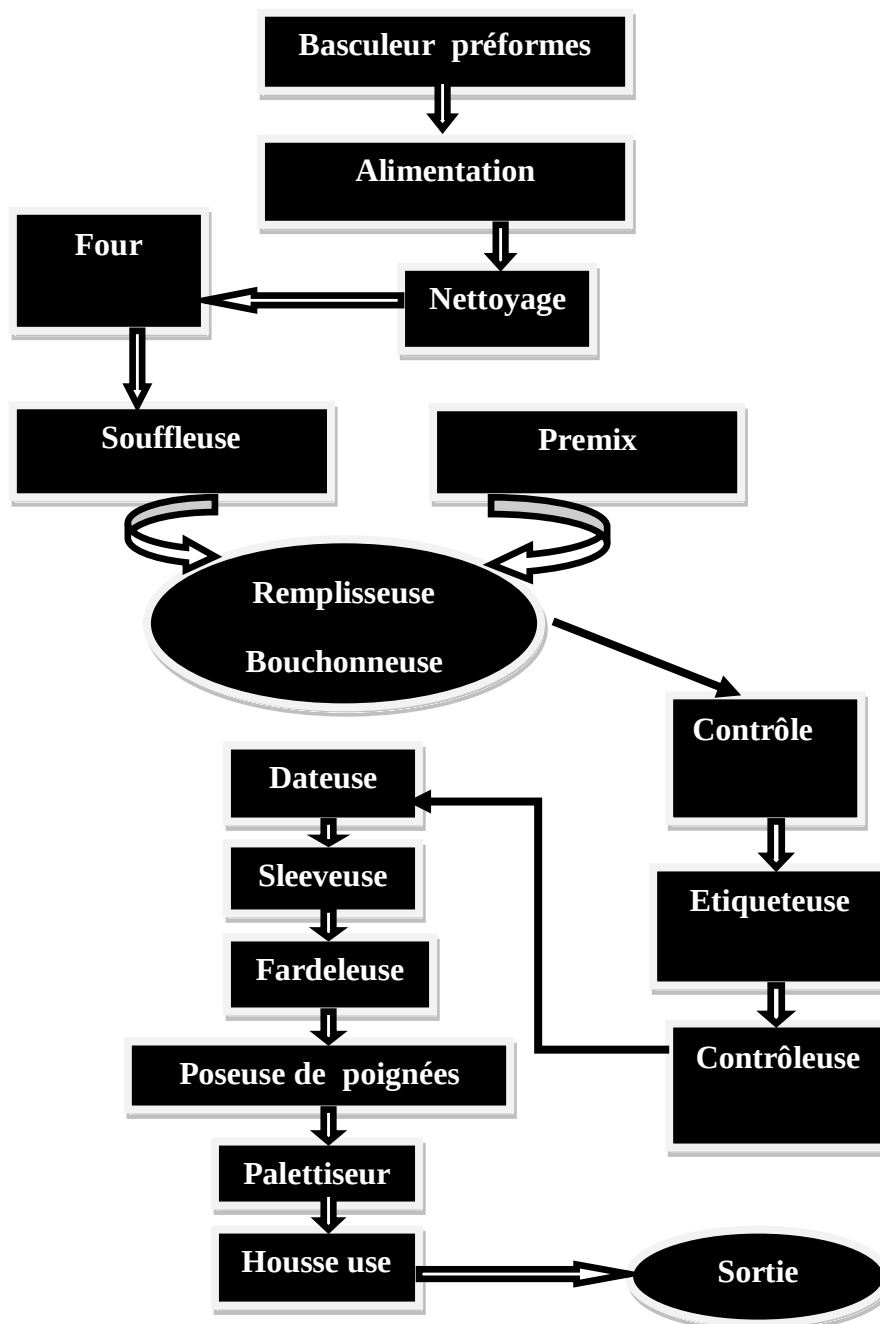


Figure 1 : Emplacement des différentes machines de la chaîne de production.

III) Fardeleuse :

Pour satisfaire les clients, certains produits de grande consommation sont enveloppés sous film plastique pour à la fois les protéger, faciliter leur transport, leur manutention ou encore leur stockage. L'opération qui consiste à mettre le produit sous film s'appelle le fardelage et le système réalisant cette opération une fardeleuse. Le procédé de fardelage présente l'avantage de s'adapter à tous les formats et permet un emballage jusqu'à 6 faces. Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour réaliser l'opération de fardelage. Celle

proposée dans cette étude consiste à déposer un film plastique thermo-rétractable puis à le chauffer pour qu'il épouse la forme du produit à emballer. Cette machine produit deux fardeaux à la fois [3].

III.1) Caractéristiques techniques générales :

Les valeurs ci-dessous, non contractuelles, sont données à titre indicatif, elles dépendent de l'article traité et de la configuration machine.

Tableau 1 : les caractéristiques de la fardeleuse TSM 4 SDI.

Type de machine	TSM4SDI 45761
Année de conception	2003
Cadence nominale (cycle / minute)	55
Alimentation électrique	
Puissance totale installée	149000 Watts
Tension d'alimentation	triphasé 400 v 50Hz+Terre
Intensité par phase sous 400V	229 ampères
Alimentation pneumatique	
Pression d'alimentation	6 à 10 Bars
Consommation sous 6Bars	1Nm3/H à 70cycles/mn
Film utilisable	
Matière	Polyéthylène basse densité mono-orienté
Diamètre intérieur	76 à 80mm
Diamètre des bobines maximum	450mm
Epaisseur minimum	40µm
Epaisseur maximum	80µm

III.2) Les différentes parties de la fardeleuse :

La figure 2 représente le schéma synoptique de la fardeleuse.

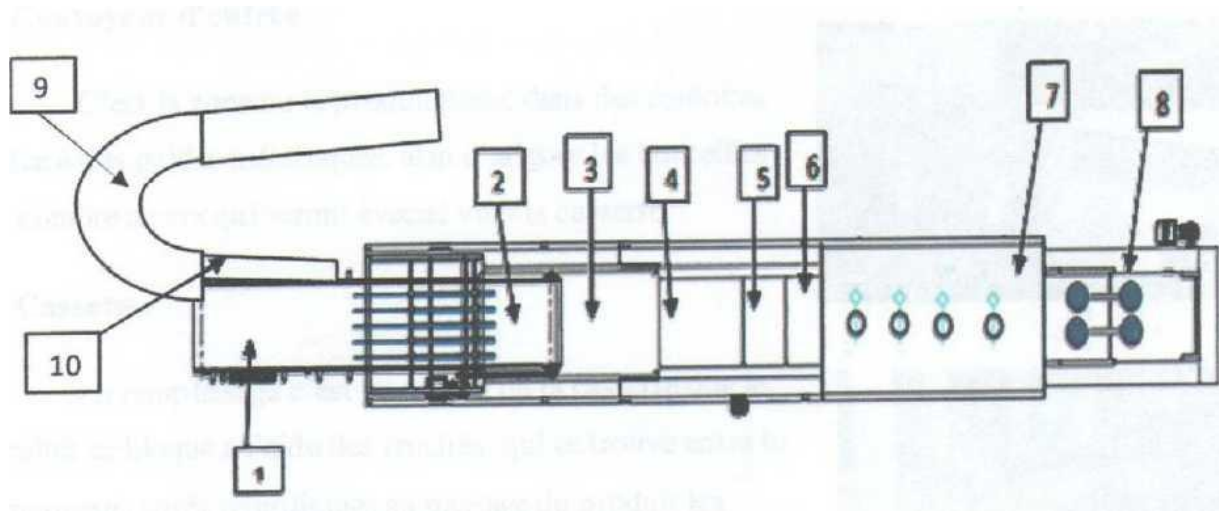


Figure 2 : Schéma synoptique de la fardeleuse [4].

Le tableau 2 représente les différentes parties de la machine fardeleuse.

Tableau 2 : différentes parties de la fardeleuse.

1	Convoyeur d'entrée	6	Convoyeur tunnel
2	Cassette	7	Tunnel
3	Table Cycleur	8	Refroidisseurs
4	Table de nappage	9	Table FIFO Accumulateur
5	Table de transfert	10	Convoyeur de dosage

III.2.1) Table d'accumulation de bouteilles (FIFO) :

La table FIFO (first input, first output) permet de stocker ou d'accumuler le produit afin de garantir un fonctionnement de flux continu de la ligne et du produit. Le produit s'accumule au niveau de cette table jusqu'à la satisfaction des conditions de démarrage de la fardeleuse. La table est en contact avec la machine via trois capteurs de type ultra-son qui permettent de gérer la fardeleuse sur des cadences variables. Un autre capteur inductif plus proche à la machine permet d'enclencher l'arrêt ou le démarrage de cette dernière (manque de produit).

Le concept de mini produit est souvent utilisé dans ce type d'installations qui veut dire le manque du produit sur le convoyeur accumulateur, ce qui ordonne l'arrêt de la machine (manque de produit), et le redémarrage si la table est pleine.



Figure 3 : Table FIFO.

III.2.2) Convoyeur de dosage :

En remplissage il y a un convoyeur entre la Table d'accumulation de bouteilles (FIFO) et le convoyeur d'entrée qui fait déplacer le produit, afin de remplir le convoyeur d'entrée pour éliminer ce qui est appelé par les ingénieurs le produit couché. Un capteur inductif contrôle toujours l'arrêt ou le démarrage de la machine [4].

III.2.3) Convoyeur d'entrée :

C'est la zone où le produit passe dans des couloirs grâce à des guides métalliques, afin d'aligner les bouteilles en nombre de six qui seront évacuées vers la cassette.

Un ensemble de doigts traversant un capteur photoélectrique permet de détecter le produit couché [4].



Figure 4: convoyeur d'entrée.

III.2.4) Cassette :

C'est au niveau de la cassette que la ligne de bouteilles se divise par deux à l'aide des crochets qui laissent passer le produit fardeau par fardeau.

La sélection s'effectue grâce à un système de doigts venant depuis le dessous qui montent entre les produits de manière à absorber la poussée des produits amont et ensuite libérer rang par rang les produits dans le cycleur.

La libération des produits s'effectue par un rapide basculement vers l'avant des doigts montés sur biellette. Le tapis de la cassette est lié mécaniquement au moteur M1 avec un embrayage à action pneumatique [4].



Figure 5 : table cassette.

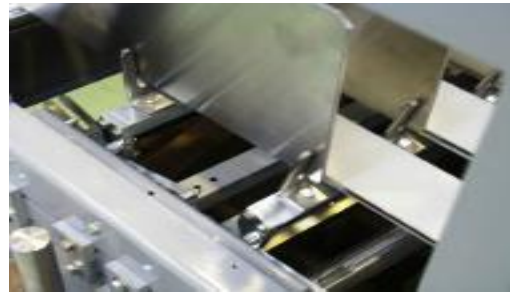


Figure 6 : doigts cassette.

III.2.5) Table Cycleur :

Cette partie composée d'un convoyeur entraîné par un moteur principal M1 qui facilite le glissement et le déplacement des bouteilles et des barres cycleur attachées à deux chaînes en parallèle afin de sélectionner les bouteilles qui seront en suite transférées vers la table nappage [4].



Figure 7 : table cycleur.

III.2.6) Table de nappage :

Cette partie est synchronisée avec la machine via moteur principal avec une chaîne, pendant que le pack avance avec l'extrémité initiale du dessous, une barre rotative accompagne le film et l'enroule autour du pack jusqu'à ce que l'extrémité opposée soit sous la partie avant du fardeau. Cette opération se déroule avec une grande précision afin de passer à la table de transfert [4].



Figure 8 : cycleur du nappage.

III.2.7) Table de transfert :

Fait transférer le produit de la table de nappage vers le convoyeur tunnel, la table de transfert est faite pour l'isolation de la table de nappage du convoyeur tunnel, qui est très chaud à sa sortie du tunnel, ce qui risque d'abîmer la table de nappage s'ils se touchent [4].



Figure 9 : table de transfert.

III.2.8) Tunnel :

Le four fonctionne par chauffage de l'air envoyé sur les fardeaux filmés qui le traversent grâce à des cavités de circulation de l'air chaud (5) dont la position est réglable.

L'air est recyclé à l'intérieur du four, et cela se fait à l'aide des turbines et des résistances concentriques dont la puissance est de 26kW chacune. Cette technique permet à l'air en circulation de prélever la chaleur nécessaire au maintien de la température à l'intérieur du four. Le surdimensionnement de ces échangeurs/générateurs par rapport à la consommation réelle permet une montée en température rapide du four (environ 30 mn) lors de sa mise en service.

La température est régulée autour de 180 °C pour assurer la bonne thermorétraction du film. Le contrôle de la température est effectué sur plusieurs zones indépendantes dans le four. La variabilité est réduite au minimum (± 2 °C) pour assurer une température constante sur toute la section, le contrôle de la température est assuré par des sondes de haute précision [5].

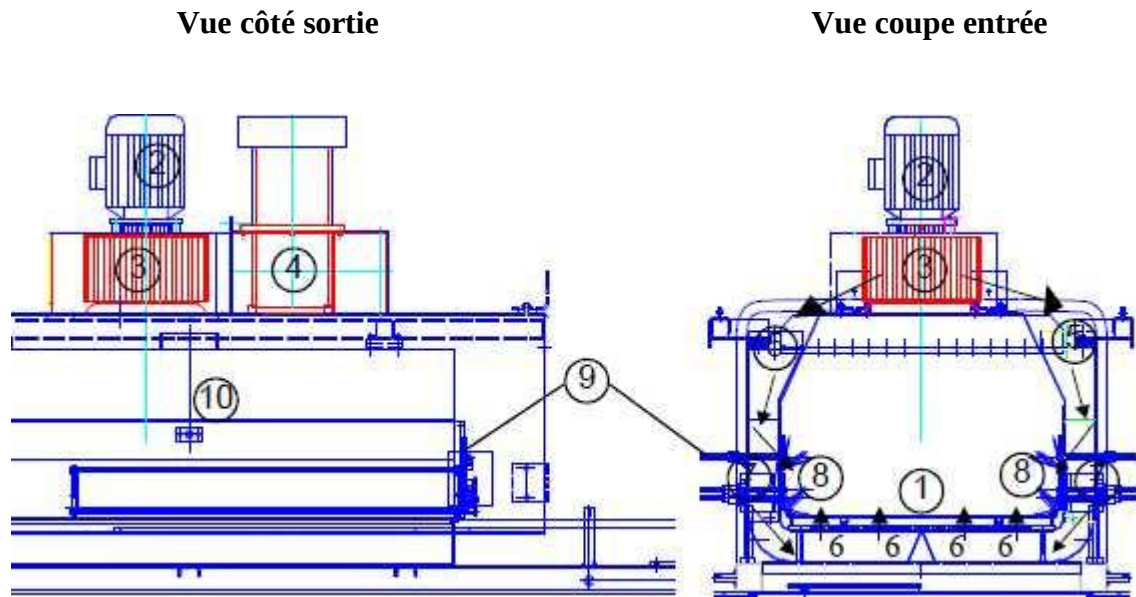


Figure 10 : Schéma de différents éléments du tunnel [4].

Les flèches indiquent le circuit emprunté par l'air :

- 1) convoyeur tunnel.
- 2) ensemble de cyclage (moteur).
- 3) ensemble de cyclage (turbine).
- 4) éléments chauffants.
- 5) cavité de circulation de l'air chaud.
- 6) tirettes de réglage du débit d'air chaud sous les produits. Elles sont en deux parties réglables.
- 7) volets de réglage de répartition du débit d'air (cotés/dessous les produits).
- 8) volets d'orientation du flux d'air (cotés).
- 9) poignet de réglage des volets.
- 10) sonde de température.

III.2.9) Convoyeur tunnel :

Le convoyeur est soumis à un réchauffement moins important et les problèmes liés à la fusion du plastique, il possède des tirettes de réglage du débit d'air chaud sous les produits. Le convoyeur tunnel est composé d'un tapis grillagé, son entraînement est assuré par un motoréducteur fixé en bout d'arbre.

La lubrification des chaînes est assurée automatiquement par un système à pinceau. La pompe de lubrification est commandée par PC industriel [6].

La vitesse four est définie en pourcentage. Ce paramètre permet de régler la vitesse du convoyeur four par rapport à la vitesse nominale machine (ex.. 100% le convoyeur four tourne à la même vitesse que la machine) [4].



Figure 11 : convoyeur tunnel.

III.2.10) refroidisseur :

Le système de refroidissement à la sortie du four est également important, il comprend quatre ventilateurs hélicoïdaux placés dans la partie supérieure qui sert à refroidir et à stabiliser le film après sa rétraction dans le tunnel. Le moteur de chaque ventilateur est monophasé.



Figure 12 : refroidisseur à quatre ventilateurs.

III.3) Raccordement en énergie :

A) Raccordement en énergie électrique :

Avant tout, il faut connaître la puissance installée et l'intensité de notre machine. Pour cela, reportons-nous aux caractéristiques techniques générales de la machine.

En partant de cette intensité, il nous sera facile de déterminer la section en mm² de notre câble, se référer pour cela aux tableaux ci-dessous. Cette section n'est valable que si la longueur n'excède pas cent mètres.

Il est impératif que la ligne électrique soit munie d'une protection contre les courts-circuits (disjoncteur ou coupe-circuit à fusibles omnipolaires).

Tableau 3 : la section en mm² du câble.

Intensité	Section minimale du câble (longueur 100 mètres maximum)	
de 25 à 34 A	10 mm ²	16 mm ²
de 34 à 57 A	16 mm ²	25 mm ²
de 57 à 93 A	25 mm ²	35 mm ²
de 93 à 125 A	35 mm ²	50 mm ²
de 125 à 161 A	50 mm ²	70 mm ²
	CUIVRE	ALUMINIUM

B) Raccordement en énergie pneumatique :

La pression d'alimentation doit être de 6 Bars minimum (9 Bars maxi), l'air doit être sec, dépourvu d'impuretés. Notre installation d'air comprimé doit venir au plus près de la machine, la section du tuyau d'alimentation doit tenir compte des pertes de charges dues à la longueur et aux détours de notre canalisation.

Exemple : Une tuyauterie de section 15/21 doit avoir une longueur maximum de huit mètres. Au delà, il est nécessaire de passer à une section supérieure.

➤ Raccordement :

Le raccordement à la machine s'effectue à l'aide d'un tuyau souple d'un diamètre intérieur de 10 mm sur la busette cannelée. (Voir illustration)

La vanne cadénassable permet d'isoler la machine du circuit d'air, lors d'une intervention d'entretien par exemple. Un pressostat contrôle en permanence la pression de fonctionnement (pas inférieur à 3,5 Bars) [4].

III.4) Les différents équipements de la fardeleuse :

La figure ci-dessous nous montre quelques équipements de la fardeleuse.

1	Capteur bourrage de produit
2	Moteur de convoyeur tunnel
3	Convoyeur de tunnel
4	Refroidisseur
5	Tunnel
6	Graissage de tunnel
7	Bobine de film
8	Tapis de transfert
9	Détection présence film
10	Tapis de nappage
11	Cycleur de nappage
12	Porte de sécurité
13	Moteur MI
14	Cycleur
15	Pieds
16	Electrovannes
17	La Cassette
18	Couloir de deux lignes
19	Capteur du Produit Couché
20	Cadre de protection
21	Guides métalliques
22	Tapis d'entrée
23	Capteur convoyeur

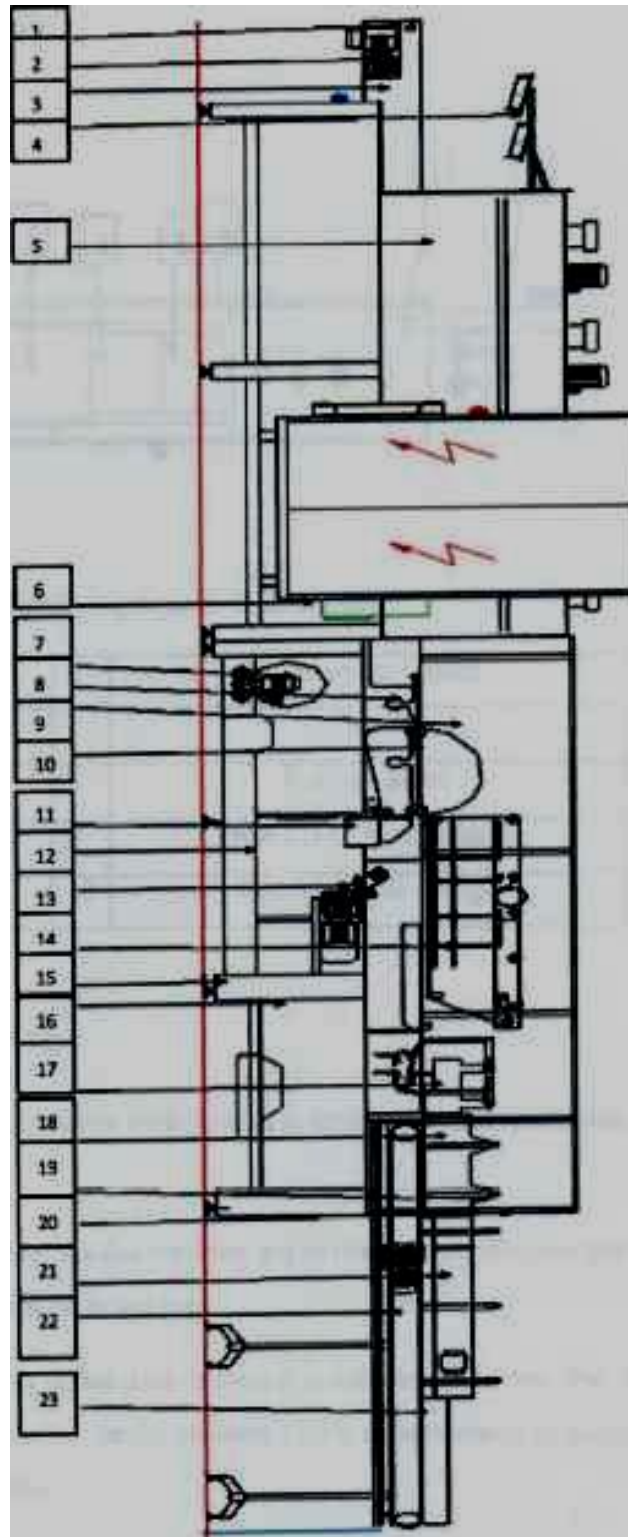


Figure 13 : Montre la Fardeleuse TSM 4 SDI [4].

III.5) Description des différents composants du système automatisé :

Un système automatisé est un ensemble de moyens techniques interconnectés à des moyens de commande et de contrôle qui assure un fonctionnement reproductible plus ou moins indépendant à des interventions humaines.

Notre système fardeleuse est équipé de différents composants capteurs, actionneurs. A cet effet on s'intéresse à présenter et faire une description détaillée sur ces derniers afin de comprendre leur comportement et l'avantage apporté à la machine.

Chaque système automatisé comporte les quatre fonctions des automatismes suivants :

- Acquisition des données (Capteurs TOR, Analogique, numérique).
- Traitement des données (API), dans notre cas la fardeleuse est commandée par un PC contenant un logiciel PLC.
- Commande de puissance (Préactionneurs, actionneurs et effecteurs).
- Dialogue / Communication (Cartes réseaux, protocole de communication).

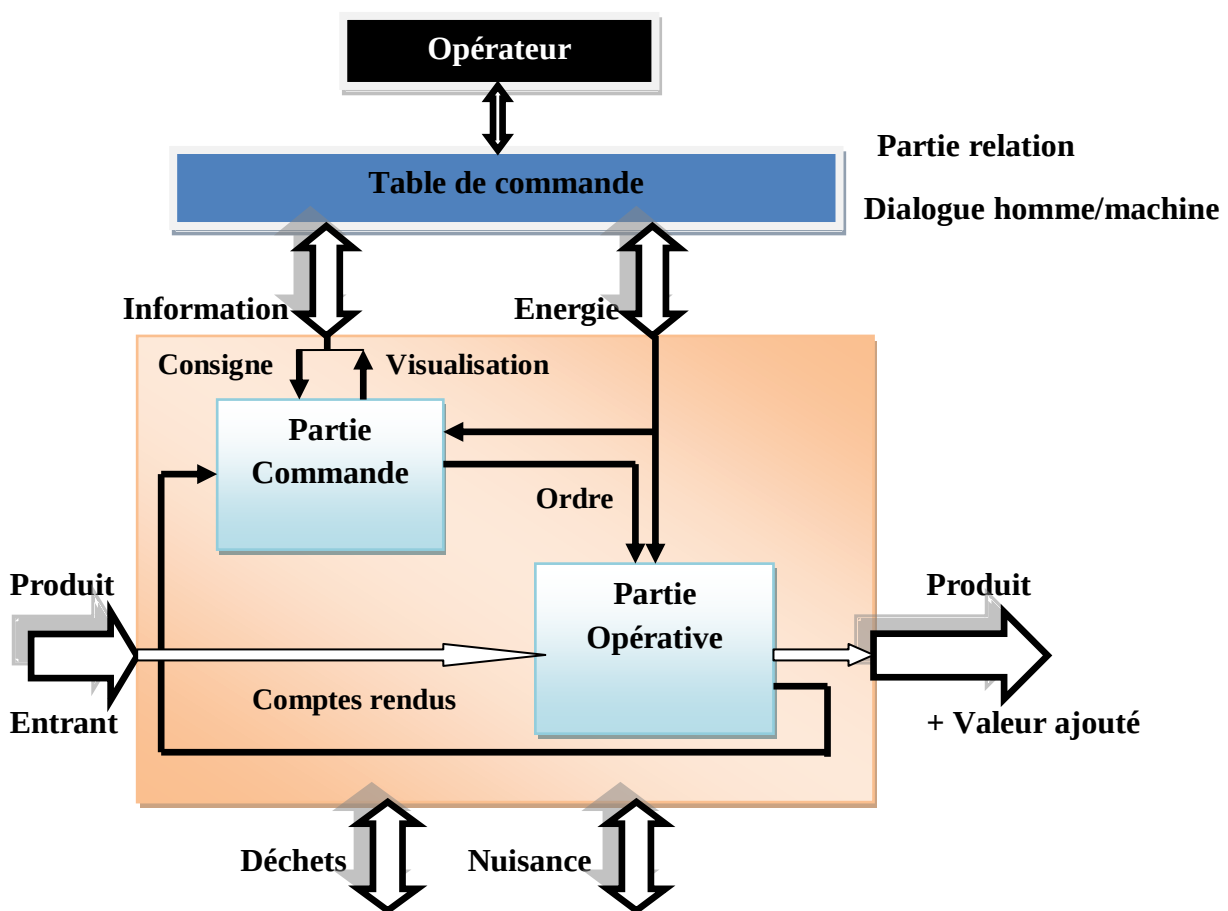
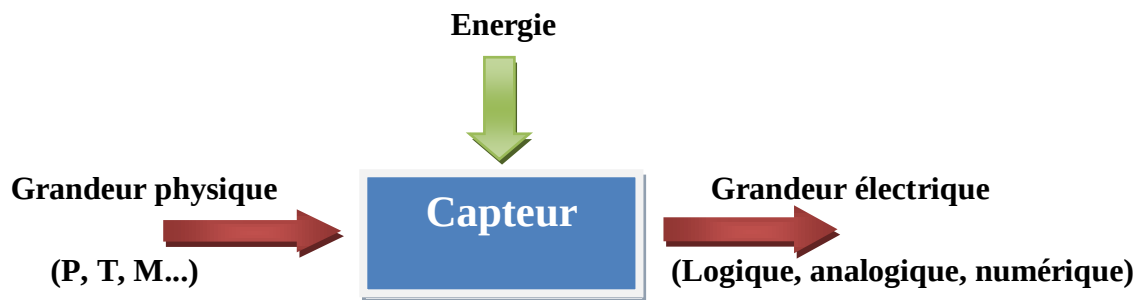


Figure14 : la structure du système automatisé.

III.5.1) Différents capteurs (acquisition de données) :

III.5.1.1) Définition :

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.



➤ **Constitution générale :**

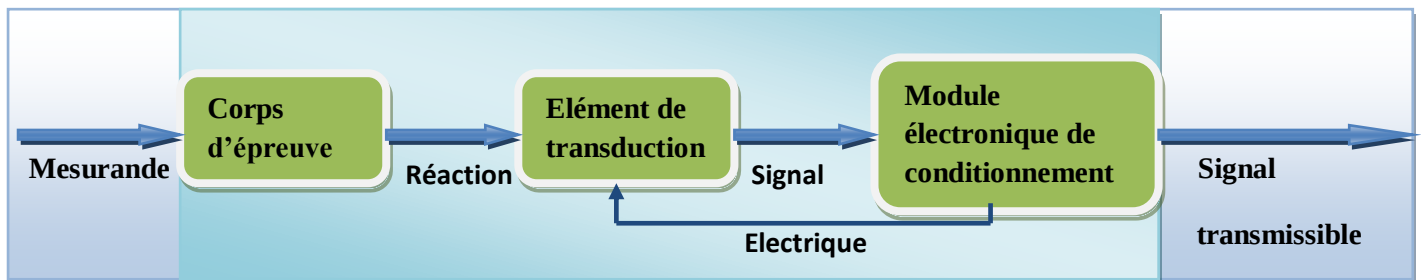


Figure 15 : Schéma bloc d'un organe de mesure.

Le corps d'épreuve est le dispositif qui, soumis à la grandeur physique à mesurer, produit une grandeur directement mesurable par le capteur. Son choix est important.

L'élément de transduction est important, car c'est lui qui assure qu'en bout de ligne le signal de sortie soit de nature électrique. L'élément de transduction peut générer l'un des types de signaux suivants : une tension électrique, un courant électrique, des charges électriques ou finalement des variations d'impédance.

Le signal de sortie du capteur peut être directement exploitable ou non. S'il n'est pas directement exploitable, il faut alors recourir à un élément nommé module électronique de conditionnement. Il faut comprendre que l'élément de transduction peut générer des signaux de plus ou moins grande amplitude. Ainsi, si l'élément de transduction génère un signal de sortie variant, par exemple, de 0 à 5 volts, le module électronique de conditionnement est inutile car ce signal de sortie est facilement exploitable. Par contre, si l'élément de transduction génère un signal variant de 0 à 20 millivolts, alors le module électronique de conditionnement est nécessaire, car un signal aussi faible peut être affecté énormément par le bruit électromagnétique présent en environnement industriel [8].

III.5.1.2) les détecteurs de proximité inductifs :

Le capteur de proximité inductif détecte tout objet qui a un effet sur un champ magnétique. Donc le détecteur de proximité inductif détectera uniquement les objets métalliques. Tout objet non métallique ne sera pas détecté.



Figure 16 : détecteur de proximité inductif [9].

➤ **Principe de fonctionnement :**

Un circuit inductif (bobine d'inductance L) constitue l'élément sensible. Ce circuit est associé à un condensateur de capacité C pour former un circuit résonnant à une fréquence F_0 généralement comprise entre **100 KHz et 1 MHz**.

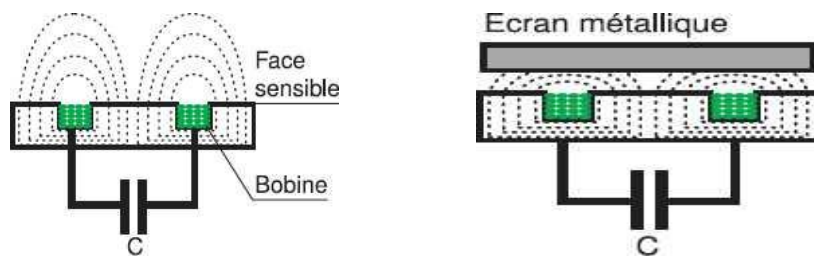


Figure 17 : Principe de fonctionnement d'un détecteur inductif [10].

Ce détecteur comporte un circuit oscillateur qui envoie une tension alternative dans une bobine localisée au bout du capteur.

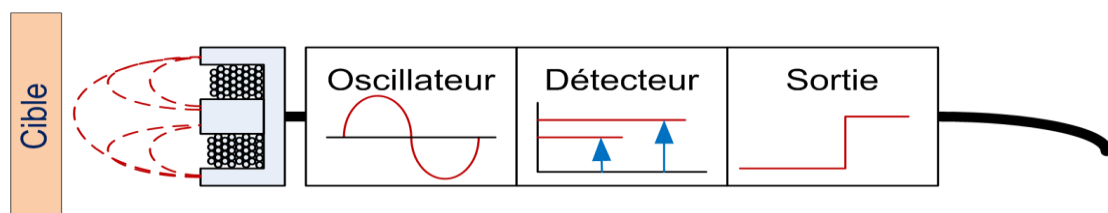


Figure 18 : Schéma d'un détecteur inductif [9].

Un champ magnétique alternatif est émis au bout du capteur. Si un objet métallique se présente dans ce champ magnétique, il y a apparition d'un courant induit, dit courant de Foucault (les anglo-saxons le désignent sous le nom de d'Eddy currents). Le courant de Foucault qui apparaît dans l'objet métallique prélève de l'énergie au circuit oscillateur. L'amplitude et la fréquence de l'oscillateur change lorsqu'un objet est présent. Plus l'objet est près, plus l'amplitude diminue. À partir de la réponse de l'oscillateur, une tension de sortie est obtenue via l'électronique de détection. Les niveaux de commutation (on - off et off - on) sont décalés pour éviter une oscillation de la sortie lorsque le signal est près des seuils de commutation

La distance nominale à laquelle la présence d'un objet provoque la commutation est nommée portée nominale. La portée dépend de la taille de l'objet. Un objet plus volumineux sera le siège d'un courant de Foucault dont l'intensité totale sera plus grande que dans un objet moins volumineux. Donc, plus d'énergie sera prélevée de l'oscillateur.

III.5.1.3) Les intercepteurs de position électromécanique :

Un capteur de position est un détecteur connu sous le nom d'interrupteur de fin de course. Puisque c'est un détecteur, par définition il fournit en sortie un signal logique évoluant entre deux états (tout ou rien). L'interrupteur de fin de course exige un contact avec l'objet à détecter. Ce contact a lieu au niveau de l'organe de commande. Un mauvais choix d'organe de commande peut entraîner des dommages sur l'objet à détecter et/ou l'interrupteur de fin de course.

Ces interrupteurs ont une durée de vie limitée, car les cycles d'ouverture et fermeture de contact provoquent à long terme une usure mécanique. Selon les modèles, la durée de vie est variable, mais généralement c'est autour de 30 millions d'opérations (de cycles). Ils sont présents dans toutes les installations automatisées ainsi que dans des applications variées en raison de nombreux avantages inhérents à leur technologie.

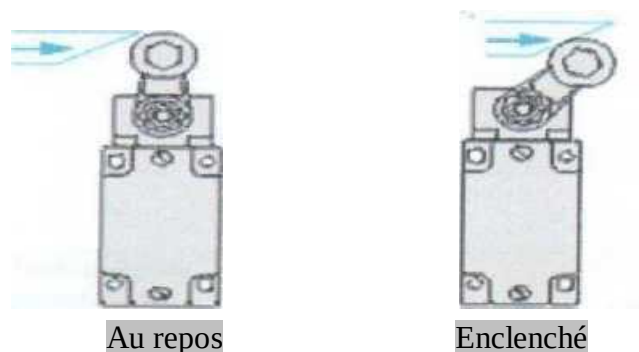


Figure 19 : détecteur électromécanique.

L'interrupteur de fin de course est utilisé pour détecter qu'un objet est à la fin de course d'un actionneur. On l'utilise comme sécurité pour s'assurer que certains composants de machines restent à l'intérieur de zones bien précises. et dans notre cas a pour but de récupération de l'information de décuplement mécanique des axes machine [9].

III.5.1.4) Les détecteurs photoélectriques :

Les détecteurs de proximité photoélectriques permettent la détection d'une cible qui affecte la trajectoire d'un faisceau lumineux. Un détecteur de proximité photoélectrique exige un émetteur et un récepteur à rayonnement lumineux. L'émetteur assure d'avoir un signal

lumineux que le récepteur pourra distinguer de l'ensemble des signaux lumineux (éclairage, soleil ...) qu'il reçoit.



Figure 20 : détecteur de proximité photoélectrique.

➤ **Principe de fonctionnement :**

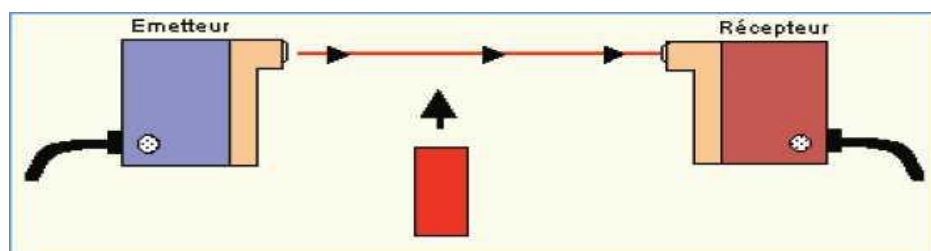
Une diode électroluminescente (LED) émet des impulsions lumineuses, généralement dans l'infrarouge proche (850 à 950 nm). Cette lumière est reçue ou non par une photodiode ou un phototransistor en fonction de la présence ou de l'absence d'un objet à détecter.

Le courant photoélectrique créé est amplifié et comparé à un seuil de référence pour donner une information tout ou rien [10].

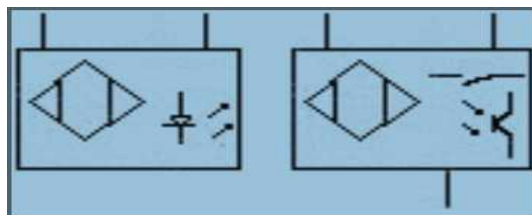
➤ **Différents systèmes de détection photoélectrique:**

❖ **Système barrage :**

Emetteur et récepteur sont situés dans deux boîtiers séparés. C'est le système qui autorise les plus longues portées, jusqu'à 30 m pour certains modèles. Le faisceau est émis en infrarouge. A l'exception des objets transparents qui ne bloquent pas le faisceau lumineux, il peut détecter des objets de toutes natures (opaques, réfléchissants...), ceci avec une excellente précision grâce à la forme cylindrique de la zone utile du faisceau.



Système barrage



Symbole

Figure 21 : Détecteur photoélectrique, capteur de type barrage.

❖ **Système reflex :**

Émetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier. En l'absence de cible, le faisceau émis en infrarouge par l'émetteur est renvoyé sur le récepteur par un réflecteur.

La détection est réalisée lorsque la cible bloque le faisceau entre l'émetteur et le réflecteur. En générale ce capteur détecte les objets sombres.

La portée nominale d'un détecteur photoélectrique reflex est de l'ordre de deux à trois fois inférieure à celle d'un système barrage (10 à 15 m).

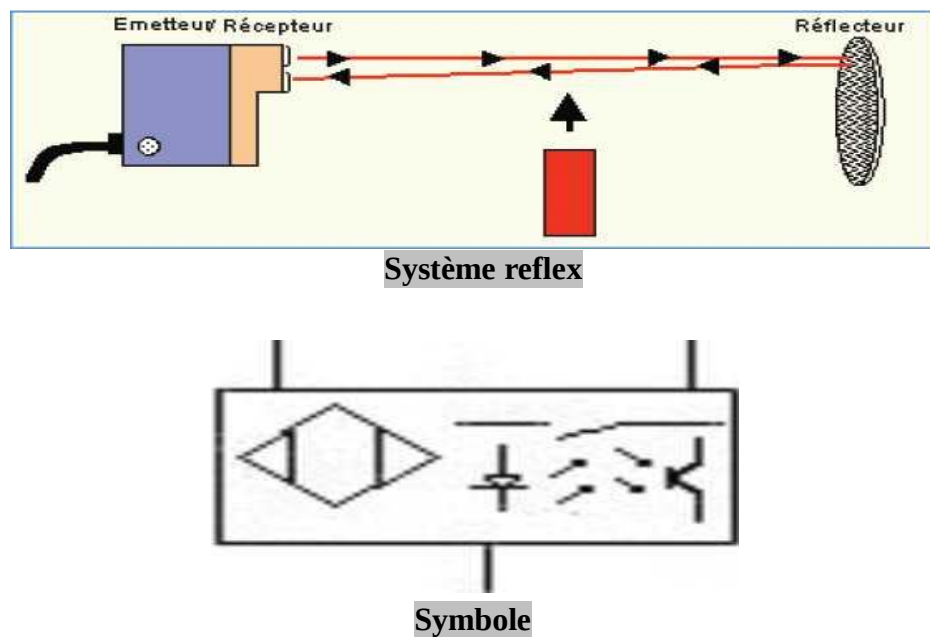


Figure 22 : détecteur photoélectrique, capteur de type reflex.

❖ **Système proximité :**

Comme pour le système reflex, émetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier. Le faisceau lumineux, émis en infrarouge, est renvoyé vers le récepteur par tout objet suffisamment réfléchissant qui pénètre dans la zone de détection. La portée d'un système proximité est inférieure à celle d'un système reflex. Pour cette raison, son utilisation en environnement pollué est déconseillée. Cette portée dépend de la couleur de la cible et de sa dimension.

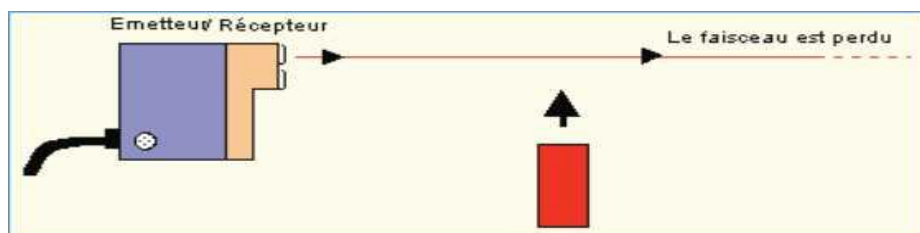


Figure 23: Détecteur photoélectrique, capteur de type proximité [10].

Le choix après étude est tombé sur les deux derniers types de détecteurs photoélectriques, pour les utiliser dans notre cahier des charges. Le rapport Qualité/Prix de ces types de composants ainsi que l'utilité dans les faibles portées (moins de 3 mètres) permet de les standardiser sur toutes les parties de la ligne de production.

III.5.1.5) Les détecteurs à ultrasons :

La détection par ultrasons est un principe sans contact qui permet de travailler sur des objets solides ou des liquides quelques soient leurs couleurs, leur brillance et leur opacité. Il peut dans certaines applications remplacer avantageusement le capteur inductif ou capacitif et il peut détecter des objets jusqu'à plusieurs mètres (jusqu'à 10 m).

Dans notre cas l'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source, le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. Plus l'objet sera loin plus il faudra longtemps pour que le signal revienne, ce temps est mesuré par le compteur d'un microcontrôleur.

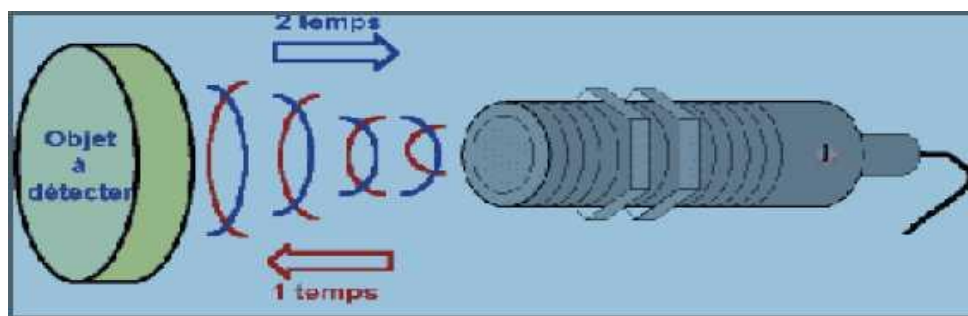


Figure 24 : détecteur à ultrason.

La face de détection des détecteurs à ultrasons comporte une zone morte. La taille de la zone morte dépend de la fréquence du capteur. Il est impossible de détecter les objets situés dans la zone morte de façon fiable.

III.5.1.6) Les codeurs optiques :

Le codeur optique est un capteur de position angulaire qui délivre des informations numériques en fonction de la position. Il est lié mécaniquement à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui lui est solidaire, et qui comporte une succession de parties opaques et transparentes ("fenêtres").

Une lumière émise par des (LED) traverse ou est arrêtée par les fenêtres du disque, créant un signal logique sur des photorécepteurs (diodes, transistors). Électroniquement ce signal est amplifié puis converti en signal carré, qui est alors transmis à un système de traitement.

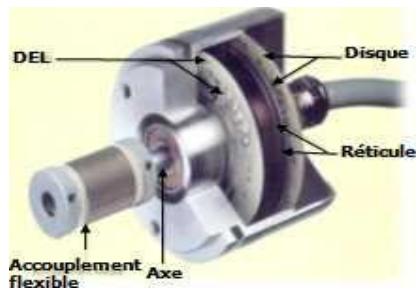


Figure 25 : capteur de position angulaire.

Il existe deux types de codeurs optiques : « incrémental » et « absolu », dans notre cas on aura besoin d'un codeur incrémental pour générer des impulsions RI 58.

La présentation du type RI58 correspond à des standards couramment utilisés sur le marché ses plus grandes dimensions lui permettent d'avoir des charges plus importantes sur l'axe, des résolutions jusqu'à 10000 points (impulsions), des versions avec connecteur 12 pôles, ainsi que des sorties symétriques en 6 canaux avec une alimentation 10 à 30 VCC.

➤ **Codeur incrémental ou relatif :**

Il délivre une information de déplacement angulaire du disque sous la forme d'un nombre d'impulsions proportionnel à l'angle de rotation effectué.

Pour le positionnement dynamique, Pour une précision élevée de la régulation de vitesse, un codeur haute résolution est indispensable. (SEW) recommande donc les codeurs incrémentaux. Ils conviennent pour les moteurs asynchrones triphasés.

L'automate est défini par la précision du codeur. La précision étant de 7200 points pour un tour de roue (soit 360°), on obtient $7200/360=20$ points / degré.

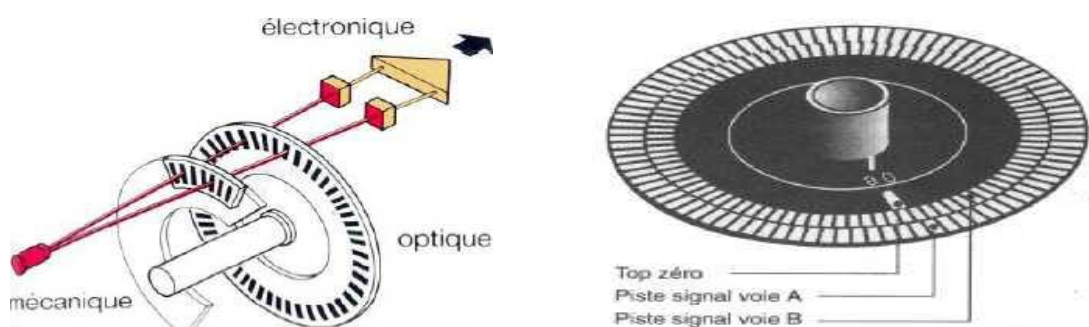


Figure 26 : synoptique du codeur incrémental.

Le disque du codeur incrémental comporte :

- 2 pistes extérieures A et B.
- 1 piste intérieure Z.

Les pistes extérieures divisées en (n) intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents.

Pour un tour complet du codeur, le faisceau lumineux est interrompu (n) fois et délivre (n) signaux carrés (A et B) en quadrature déphasés de 90°.

Ce décalage permet de déterminer le sens de rotation :

- dans le sens de rotation 1, B = 0 au front montant de A.
- dans le sens de rotation 2, B = 1 au front montant de A.

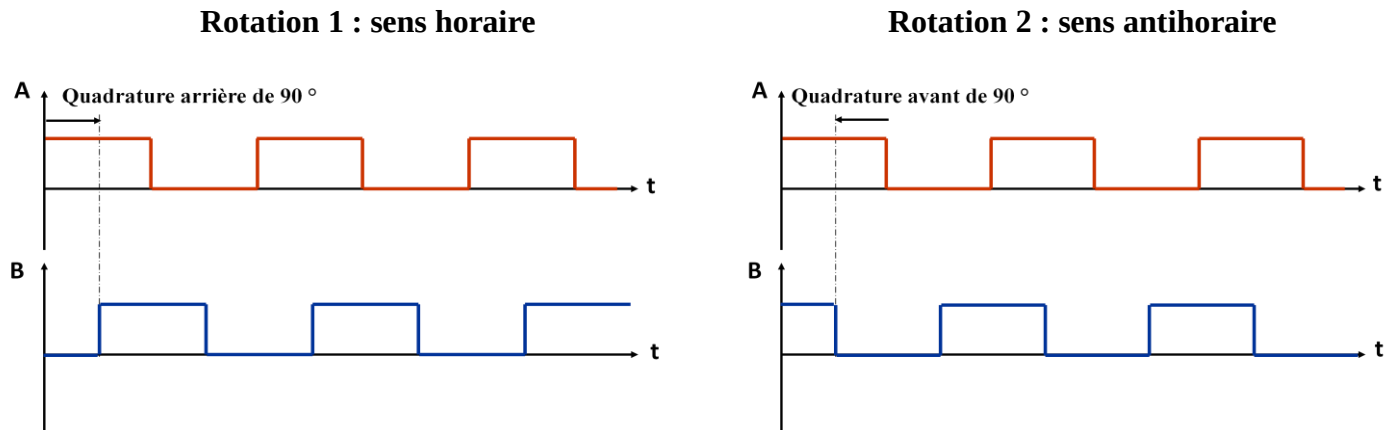


Figure 27 : Chronogrammes A et B en fonction du temps.

La piste intérieure « Z : top zéro » comporte une seule fenêtre transparente et délivre un signal par tour. Ce signal Z d'une durée de 90° électrique, détermine une position de référence et permet la réinitialisation et le comptage des tours. Il permet aussi de corriger des erreurs de positionnement dues au non-comptage de certaines périodes (fréquence élevée).

Le comptage – décomptage des impulsions par le système de traitement (API) permet de définir la position du mobile.

❖ **Remarque :**

Un traitement électronique permet de délivrer les signaux complémentaires (A, B, Z), un tel codeur peut délivrer six signaux (AA, BB, Z Z).

❖ **Résolution (nombre de points par tour) :**

Trois cas peuvent se présenter :

Le système de traitement n'utilise que les fronts montants de la voie A :

- La résolution est égale au nombre de points.

Le système de traitement utilise les fronts montants et descendants de la voie A :

- La résolution est multipliée par 2.

Le système de traitement utilise les voies A et B :

- La résolution est multipliée par 4.

$$\text{Nombre de points} = 360 \times (1 / \text{Ps}) \times \mathbf{R}$$

Ps : est la précision souhaitée en degré.

R : est le rapport de réduction entre l'engrenage entraînant le codeur et le dernier engrenage entraînant le mobile.

❖ **Fréquence de sortie (f) des impulsions du codeur :**

Pour un codeur incrémental, il est indispensable de calculer la fréquence maximale d'utilisation afin de s'assurer des compatibilités des caractéristiques électriques avec les entrées du système de traitement.

$$F = (1/60) \times N \times R$$

N : fréquence de rotation de l'axe d'entraînement (en tr/mn).

R : résolution souhaitée en période par tour (p/tr).

❖ **Avantage :**

- Simple à mettre en œuvre.
- Sans limite de déplacement.

❖ **Inconvénient :**

- Il faut l'accompagner d'un détecteur de position initiale afin de remettre à zéro le compteur qui lui est attribué.
- Lors d'une coupure de courant, il faudra réinitialiser le système [11].

➤ **Le codeur absolu ou numérique :**

Chaque position du disque correspond à un code numérique, c'est-à-dire une valeur numérique codée en binaire sur n bits.

Le disque des codeurs absolus comporte un nombre n de pistes concentriques divisées en segments égaux alternativement opaques et transparents.

A chaque piste est associé un couple émetteur / récepteur optique. La résolution d'un tel codeur est de 2 à la puissance n (1024 pour 10 pistes, 131 072 pour 17 pistes).

Un codeur Absolu délivre en permanence un code qui est l'image de la position réelle du mobile à contrôler.

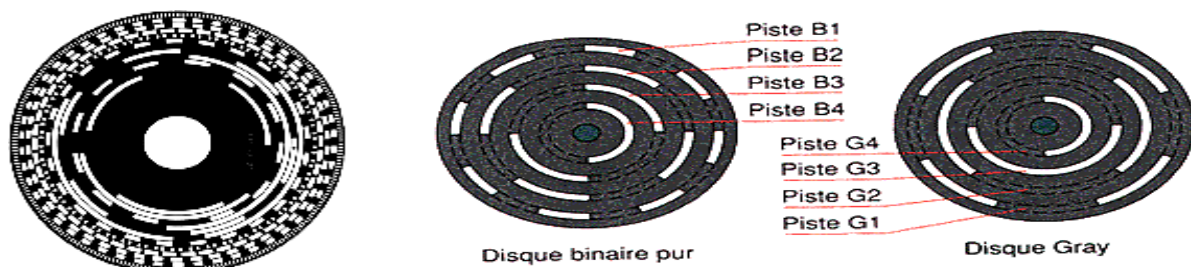


Figure 28 : Disque de codeur absolu.

La piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente qui permet de déterminer dans quel demi-tour on se situe. La piste suivante est divisée en quatre quarts alternativement opaques et transparents. La lecture de cette piste combinée avec la précédente permet de déterminer dans quel quart de tour on se situe. Les pistes suivantes permettent successivement de déterminer dans quel huitième ($1/8$) de tour, seizième ($1/16$) de tour, etc, on se situe. Le nombre de sorties parallèles est le même que le nombre de bits ou de pistes sur le disque.

❖ **Intérêt :**

Dès la première mise sous tension ou après une coupure de tension l'information délivrée correspond à la position réelle du mobile [12].

➤ **Caractéristique et choix d'un codeur :**

- Le degré de protection et la sensibilité aux conditions de l'environnement.
- Les dimensions et le moyen de fixation.
- La résolution et la précision du codeur.
- La technologie (incrémental ou absolu).
- La tension d'alimentation et le type de sortie.

➤ **Résolveur :**

Le résolveur est le type de codeur le plus couramment utilisé avec un servomoteur brushless (moteur synchrone à aimant permanent). Un résolveur est capable de déterminer la position absolue de l'arbre moteur en un seul tour moteur. La vitesse et la position absolue par tour sont dérivées du signal résolveur.

Un résolveur est constitué de deux modules fonctionnels : le stator et le rotor.

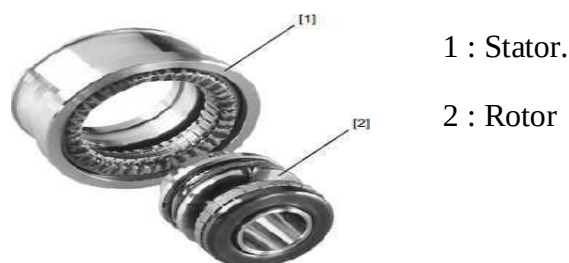


Figure 29 : Résolveur.

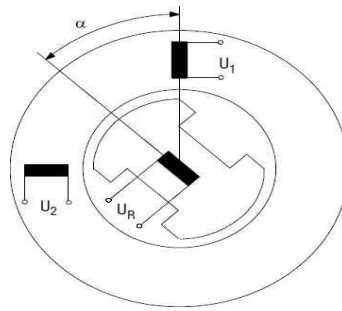


Figure 30 : Représentation schématique du résolveur.

❖ **Fonctionnement :**

Les résolveurs sont, pour simplifier, des transformateurs tournants constitués d'une bobine rotor et de deux bobines stator. Un signal d'excitation (une tension sinusoïdale comprise entre 4 et 8 kHz appelée porteuse) fournie à l'enroulement du rotor constitue le signal de référence.

La rotation du rotor résolveur induit des tensions spécifiques en fonction de la position du rotor dans le bobinage statorique du transformateur rotatif (elles sont décalées de 90°). Selon la position du rotor, les amplitudes des tensions $U_{\sin}$ et $U_{\cos}$ varient et sont ajoutées au résultat du traitement via un amplificateur différentiel. Un amplificateur différentiel filtre les signaux de perturbation (taux de réjection en mode commun) des signaux de voie hors potentiel $U_{\sin}$ et $U_{\cos}$.

La résolution obtenue sur la position numérique dépend de la résolution des convertisseurs analogique/numérique (12 ou 16 bits). La valeur de la vitesse est dérivée de la valeur de la position.

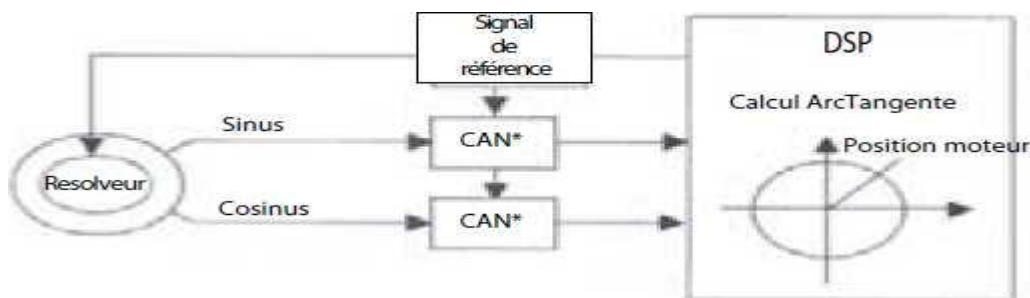


Figure 31 : Structure matérielle traitement du résolveur.

❖ **Intérêt :**

L'intérêt de ce capteur réside dans sa robustesse et sa grande fiabilité, du fait qu'il n'y a pas de contacts glissants. De plus, il donne une information de position absolue, condition indispensable pour la commutation d'un servomoteur brushless [13].

III.5.2) Différents moteurs (actionneur) :

III.5.2.1) Les motoréducteur (moteurs asynchrones triphasés) :

Le moteur asynchrone est de beaucoup le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de sa facilité de mise en œuvre, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.



Figure 32 : Motoréducteur SEW.

Les entraînements pour les zones aseptiques sont équipés d'un moteur triphasé spécial (motoréducteur) Ces moteurs se distinguent par les caractéristiques suivantes :

- Moteurs avec surface lisse permet le nettoyage très facilement.
- Refroidissement par pure convection (sans ventilateur).
- Raccordement par connecteur en indice de protection.
- Moteur pour montage direct sur réducteurs standards.
- Frein optionnel (moteur-frein).
- Codeur optionnel pour fonctionnement avec variateur électronique.

➤ **Moteurs-frein :**

En option, les moteurs et motoréducteurs sont livrés avec frein mécanique incorporé. Le frein SEW est un frein à disque à alimentation en courant continu. Il se débloque par voie électromagnétique et retombe par action de ressorts. En cas de coupure de l'alimentation, le frein retombe automatiquement ; il satisfait donc aux exigences fondamentales de sécurité.

Le frein est alimenté par un redresseur de frein logé soit dans la boîte à bornes du moteur, soit dans l'armoire de commande [14].

III.5.2.2) Servomoteur brushless :

Les servomoteurs brushless sont des moteurs synchrones à aimant permanent. En ajoutant un capteur de position sur l'arbre du moteur, il est possible de réaliser des

déplacements point à point et d'arrêter le moteur à des positions très précises. Leur commande nécessite un servo amplificateur (ou servo variateur). Ceux-ci sont disponibles pour des puissances de 1 W à 100 kW.



Figure 33 : Servomoteur brushless.

➤ **Avantage :**

Les moteurs brushless CA sont très réputés pour leurs performances en asservissement. Ce mode de fonctionnement permet de bien contrôler tous les mouvements d'une machine. Les variations d'alimentation et de charge sont automatiquement compensées. La grande répétitivité des résultats obtenus est particulièrement adaptée aux exigences de qualité des utilisateurs [15].

III.5.3) Les Préactionneurs :

III.5.3.1) Electrovanne Electropneumatiques :

Les électrovannes sont des Préactionneurs électropneumatiques tout ou rien, permettant le passage ou non du fluide véhiculé dans un circuit. L'électrovanne est constituée d'un corps de vanne où circule le fluide. Elle est munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique, qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage.



Figure 34 : Electrovanne Electropneumatique [4].

III.5.3.2) Variateurs de vitesse :

Pour faire varier la vitesse d'un moteur asynchrone, il faut changer le nombre de pôles ou la fréquence pour changer la vitesse du champ tournant.

$$N_s = F_s / P \text{ en (tr/s)}$$

Un variateur électronique est un convertisseur d'énergie dont le rôle consiste à moduler l'énergie électrique fournie au moteur. C'est un dispositif électrique de Leroy Somer destiné à commander un moteur électrique à des vitesses bien spécifiées, en agissant sur la fréquence des courants statorique et ceci selon le besoin de fonctionnement.

Les variateurs de vitesse permettent aussi de résoudre les problèmes de démarrage et de freinage par l'utilisation de rampes d'accélération et de décélération.

Le variateur de vitesse est composé d'un pont redresseur, d'un filtre et d'un onduleur. Vue leur utilité, ils sont devenus indispensables dans toutes les installations industrielles.



Figure 35 : variateur de vitesse [17].

Sur la figure (36) trois cartes de couleurs différentes apparaissent :

- Carte application verte en bas.
- Carte profibus violette au milieu.
- Carte résolveur bleu en haut.

➤ **Les différents variateurs de vitesse utilisés :**

Dans notre armoire électrique les variateurs de vitesses utilisés sont :

- Le premier est utilisé pour contrôler la vitesse du moteur principal M 1 (UNI 1405).
- Le second est utilisé pour contrôler la vitesse du moteur qui coupe le film M3 (UNI 1402).
- Le troisième est utilisé pour contrôler la vitesse du moteur qui fait monter le film M6 (UNI1405).

➤ **Structure et principe de fonctionnement :**

Les variateurs de vitesse électroniques sont composés de deux modules généralement regroupés dans une même enveloppe (fig. 38) :

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

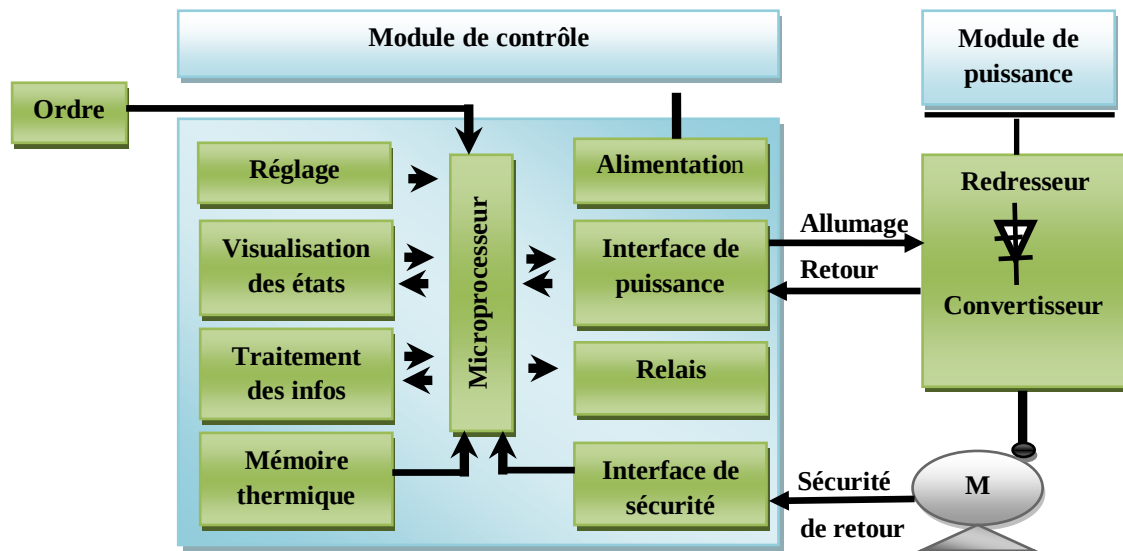


Figure 36 : Structure générale d'un variateur de vitesse électronique.

❖ **Module de contrôle :**

Sur les variateurs modernes, toutes les fonctions sont commandées par un microprocesseur qui exploite les réglages, les ordres transmis par un opérateur ou par une unité de traitement, et les résultats de mesures comme la vitesse, le courant, etc.

Les capacités de calcul des microprocesseurs ainsi que des circuits dédiés (ASIC) ont permis de réaliser des algorithmes de commandes extrêmement performants et, en particulier, la reconnaissance des paramètres de la machine entraînée.

Les réglages (limites de vitesse, rampes, limitation de courant...) se font soit par claviers intégrés, soit à partir d'automates par des bus de terrain ou de PC pour charger des réglages standard. De même, les différents ordres (marche, arrêt, freinage...) peuvent être donnés à partir d'interfaces de dialogue homme / machine, par des automates programmables ou par des PC.

❖ **Module de puissance :**

Le circuit de puissance est constitué par un redresseur, un circuit intermédiaire et un onduleur.

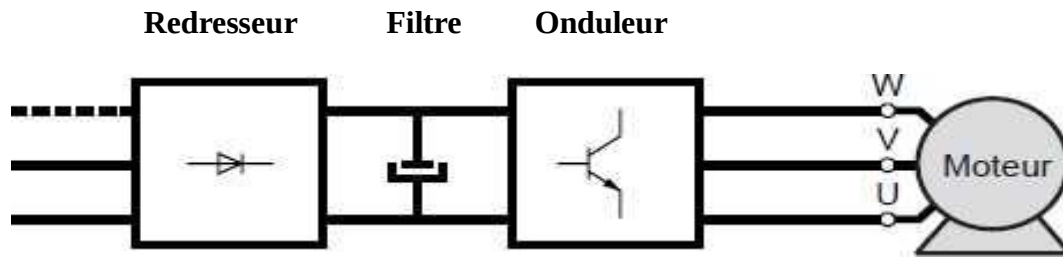


Figure 37 : Schéma de principe d'un convertisseur de fréquence.

a) Redresseur :

Il transforme la tension alternative sinusoïdale en tension continue monophasée. Cette opération se réalise par l'utilisation :

- soit d'un pont de diodes, le redresseur est non-commandé.
- soit d'un pont de thyristors, alors le redresseur est commandé.

b) Circuit intermédiaire (filtre) :

Ce circuit joue plusieurs rôles suivant les options prises sur le type de variateurs dont principalement le lissage en courant ou en tension du signal de sortie du redresseur (filtrage), et le contrôle du niveau de tension ou de courant d'attaque de l'onduleur. Il peut aussi servir à :

- Découpler le redresseur de l'onduleur.
- Réduire les harmoniques.
- Récupération d'énergie dans le réseau ou bien la stocker dans le condensateur de filtrage et la dissiper dans une résistance de dissipation.

c) Onduleur :

L'onduleur constitue la dernière partie du variateur de vitesse dans le circuit puissance. Il transforme une tension continue en une tension alternative de fréquence variable tout en maintenant le rapport U/F constant.

On distingue plusieurs modes de fonctionnement des onduleurs en fonction principalement du signal de sortie du circuit intermédiaire :

- le fonctionnement en modulation d'impulsion en amplitude (PAM).
- le fonctionnement en modulation de largeur d'impulsion (PWM).

➤ **Onduleur à modulation de largeur d'impulsion (MLI) :**

Il s'agit d'un procédé électronique qui consiste à découper une tension continue en signaux rectangulaires de largeurs différentes pour obtenir un signal quasi sinusoïdal. Cette méthode permet de régler l'amplitude et la fréquence du signal d'alimentation du moteur tout en limitant les parasites néfastes au bon fonctionnement du moteur [16].

III.5.4) Systèmes d'entraînement décentralisés (MFP) :

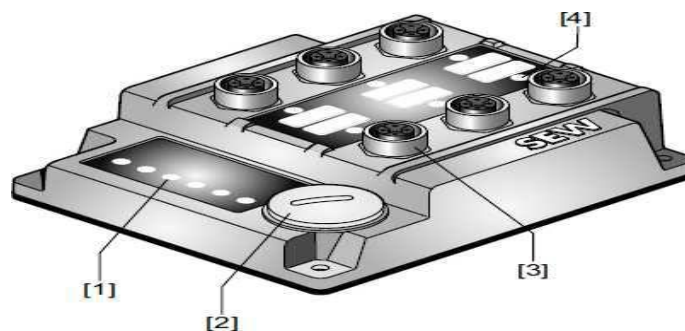
III.5.4.1) Description :

Le module répartiteur de bus PROFIBUS de type MFP est un appareil intermédiaire qui fait la liaison entre l'automate avec les différents capteurs/moteurs via une liaison Profibus.

L'interface bus de terrain PROFIBUS permet le raccordement de capteurs/actionneurs sur les entrées et sorties binaires, son rôle c'est de transférer l'état des capteurs vers l'automate ensuite ce dernier ordonne le pilotage du moteur.

III.5.4.2) Composition de l'appareil :

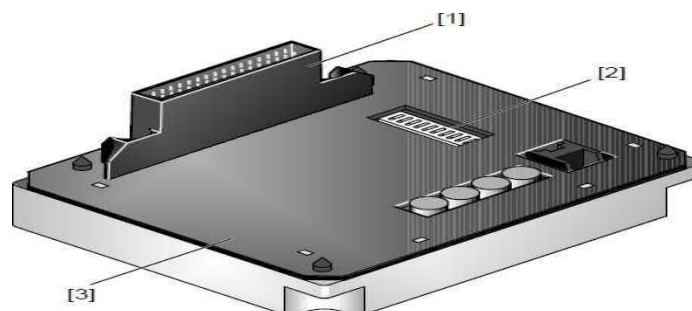
- Interfaces bus de terrain MF.22/MQ.22, MF.32/MQ.32 :



- 1 : Diodes de diagnostic.
- 2 : Interface de diagnostic, sous le presse-étoupe.
- 3 : Embases de raccordement M12.
- 4 : Diode d'état.

Figure 38 : Interface bus de terrain MFP.

- Interface vue de dessous MF.22/MQ.22, MFJ2/MQ.32 :



- 1 : Barrette de connexion vers l'embase de fixation.
- 2 : Interrupteurs DIP (selon variantes).
- 3 : Joint d'étanchéité.

Figure 39 : Interface vue dessous d'un MFP [18].

III.5.5) Dispositifs de protection :

On trouve sur l'armoire électrique des appareils de protection, donc Chaque départ-moteur doit donc comporter :

- une protection contre les courts-circuits, pour détecter et couper le plus rapidement possible des courants anormaux. (Fusible et disjoncteur).
- une protection contre les surcharges, pour détecter des augmentations du courant, et couper le départ avant que réchauffement du moteur. (Relais de protection thermique).

III.5.6) Partie commande (PC 620 SIEMENS V5) :

Notre système, fardeleuse est pilotée actuellement par un PC industriel 620 de la firme SIEMENS.

III.5.7) Pupitre de commande :

Ici le dialogue entre l'automate et l'utilisateur est assuré par un écran de contrôle. Celui-ci permet d'afficher l'état général du système, de l'initialiser, de passer du mode automatique au mode manuel et de signaler les défauts sur les différents actionneurs de fardeleuse.

IV) Cahier des charges :

Cette mission de stage rendra compte de l'étude du remplacement de la partie commande d'un système de fardeleuse, réalisée par un PC industriel (ancienne technologie), par un asservissement sur un automate programmable SIEMENS CPU 313C-2DP (robustesse et souplesse). Les causes qui ont motivé ce travail sont

- Pannes assez fréquentes que subit la fardeleuse
- Amélioration des sécurités (diagnostique) et de la cadence de production.
- Flexibilité du programme de fonctionnement.
- Performance de l'automate programmable industriel API.
- Politique suivie par l'entreprise qui est la modernisation de ses équipements de production.

Il est clair cependant que l'ouverture logicielle du PC se fait avec une plus grande difficulté, comparée à celle de l'automate avec lequel l'utilisateur est très strictement encadré.

V) Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté brièvement l'entreprise CIVITAL et sa filiale LALA KHEDIDJA, ainsi les différentes machines intervenantes dans le cycle de production de l'eau minérale.

Une description approfondie d'instrumentation de la machine fardeleuse à été réalisée en citant les différentes parties de celle-ci et leurs composants (actionneurs, capteurs, préactionneurs).

Dans le but améliorer la commande de la machine (fardeleuse), le chapitre suivant sera consacré à l'analyse fonctionnelle du procédé afin de définir et étudier les différents modes de marche et d'arrêt.

Chapitre II :

Analyse fonctionnelle de la fardeuse

I) Introduction :

Dans cette partie sera détaillée le fonctionnement approfondi des actionneurs principaux du système, qui servira par la suite à établir les graficets et schémas à contacts qui permettront de programmer l'automate en toute simplicité.

II) Principe de fonctionnement général:

Les cycles de la fardeleuse se déroulent par les étapes suivantes :

- Remplissage Table FIFO/ Tapis Dosage/ Tapis d'entrée.
- Passage des bouteilles dans chaque Couloir de la cassette (six couloirs).
- Diviser la ligne des bouteilles par deux, faire glisser les bouteilles par le cycleur.
- Napper les fardeaux avec le film.
- Chauffer les fardeaux avec un four tunnel.
- Refroidissement des fardeaux.
- Evacuer les fardeaux finis vers convoyeur de sortie.

III) Liste des capteurs, moteurs, Préactionneurs :

Dans ces tableaux on donne les différents capteurs, moteurs et électrovannes utilisés dans la fardeleuse ainsi que leur type, rôle et la position de chacun dans la machine.

On donne les abréviations utilisées (tableau 1) pour présenter les différents composants de la machine :

Tableau 1 : Référence des différents composants.

Référence	description
SU	Arrêt d'urgence
S/ B/ SP	Détections
M	Moteurs
Y	Eléments pneumatique

III.1) Liste des capteurs :

Tableau 2 : Les différents capteurs.

Référence	Description
DW B62	Détection de mini produit dans la table accumulateur FIFO (arrêt et redémarrage machine)
DW B39	Détecteur de dosage des produits en entrée machine (tapis d'entré)
B38	Produits couchés en entrée d'unité de sélection produits

B31	Default limiteur cassette SDI (Table Cassette)
B51 E/R	Détection produit déplacé en sortie d'unité de sélection produits (Table Cycleur)
S32	Limiteur cycleur de produits
B40	Référence cycleur produits (point zéro)
B7 E/R	Détection présence de produit, ordonne l'injection montée film (à la sortie Table Cycleur)
S121	Capteur de fausse position de la table d'injection film (table nappage), Table décalé
B105	Détecteur spot de film imprimé pour la bobine (table nappage)
B50 E/R	Détection produit déplacé, entrée nappage (table nappage)
B53 E/R	Détection produit déplacé, sortie nappage (table nappage)
B41	Limiteur du cycleur de nappage (table nappage)
B42	Contrôle de la pose du film sur le pack (table transfert)
Pantin	Contrôle film tendu (tension du film lors du nappage)
FB1	Niveau de film bobine
B49	bourrage des produits en sortie machine (tapis de sortie)
B14 E/R	Arrêt dans le cycle
DW B3	Asservissement aval arrêt de la machine au remplissage du convoyeur de sortie
SONDE 1	Sonde entrée tunnel (zone 1)
SONDE 2	Sonde sortie tunnel (zone 2)
SONDE 3	Sonde milieu 1 tunnel (zone 3)
SONDE 4	Sonde milieu 2 tunnel (zone 4)
SP4	Sécurité porte inférieure (coté operateur)
FB12	Sélecteur d'alimentation produits
SU1	Arrêt d'urgence pupitre
SU2	Arrêt d'urgence alimentation
SU3	Arrêt d'urgence tunnel
SU4	Arrêt d'urgence armoire

➤ **Emplacement des capteurs sur la machine :**

La figure 1 ci-dessous montre l'emplacement des différents capteurs de la fardeleuse.

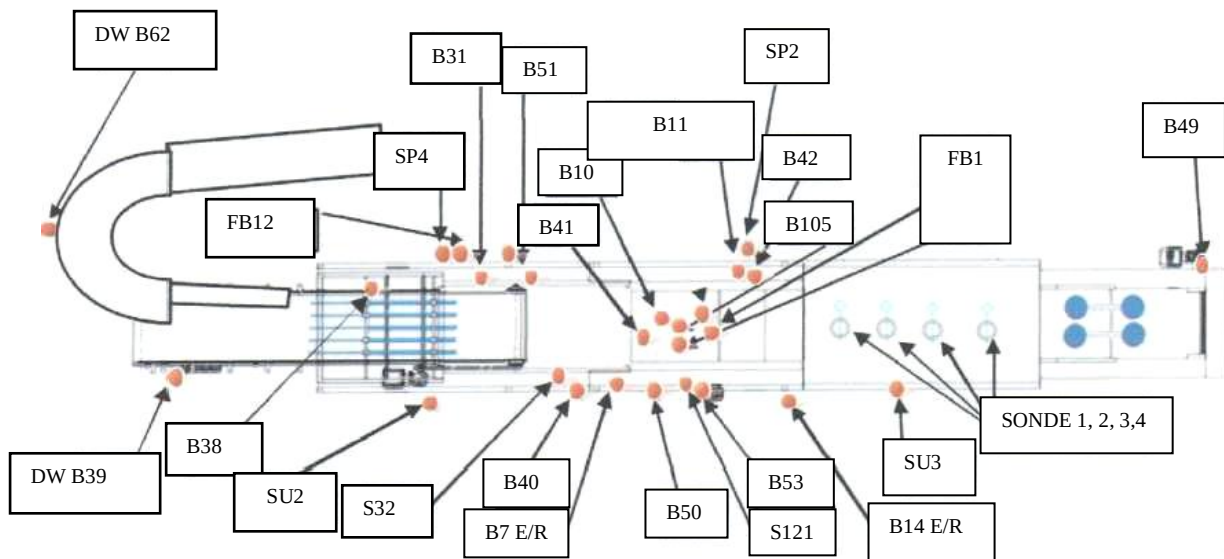


Figure 1 : Emplacement des différents capteurs utilisés.

III.2) Liste des moteurs :

Tableau 3 : Les différents moteurs.

Référence	Description
M21/1 M21/2	Moteur vibreur, facilite la fluidité des bouteilles dans les couloirs d'entrées (tapis d'entrée)
MFP/MV20	Moteur convoyeur de dosage produits
MFP/MV19	Moteur convoyeur d'entrée (tapis d'entrée)
M1	Moteur principal de la fardeleuse équipé d'un codeur incrémental
M3	Moteur de coupe film (cerveau moteur brushless avec résolveur, table nappage)
M6	Moteur injection du film (cerveau moteur brushless avec résolveur, table nappage)
MV40	Moteur pré-débitage bobine (table nappage)
MV10	Moteur convoyeur tunnel (tapis tunnel)
M11	Moteur turbine, cyclage air chaud entrée tunnel
M12	Moteur turbine, cyclage air chaud sortie tunnel
M13	Moteur turbine, cyclage air chaud milieu 1 tunnel

M14	Moteur turbine, cyclage air chaud milieu 2 tunnel
M9/1 M9/2 M9/3 M9/4	Quatre moteurs ventilateurs pour refroidissement du produits en sortie tunnel

➤ **Emplacements des différents moteurs sur la machine :**

La figure 2 ci-dessous montre l'emplacement des différents capteurs de la fardeleuse.

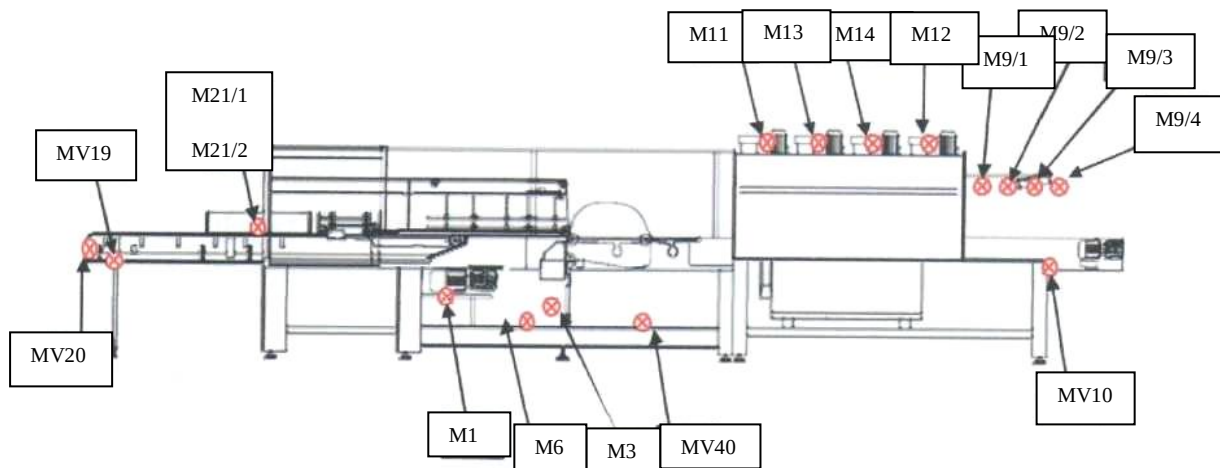


Figure 2 : Emplacements des différents moteurs utilisés.

III.3) Liste des variateurs :

Tableau 4 : les différents variateurs.

Référence	Description
UNI 1405	Variateur de vitesse moteur M1 (armoie électrique)
UNI 1405	Variateur de vitesse moteur M6 (armoie électrique)
UNI 1402	Variateur de vitesse moteur M3 (armoie électrique)

III.4) liste des électrovannes :

Tableau 5 : les différentes électrovannes.

Référence	Description
Y101	Electropneumatique, d'activation la lubrification des chaînes (table cycleur)
Y100	Electrovanne de lubrification du tunnel

YP1	Embrayage SDI, le moteur M1 marche, et entraine la cassette avec un embrayage maintenu avec l'air
Y13	Limiteur du cycleur de nappage, sécurité bar de nappage



Figure 3 : Electrovannes Electropneumatique Y100 et Y101



Figure 4 : Electrovanne YP1



Figure 5 : Réservoir d'huile.

IV) Description détaillée :**➤ Mini produit engendre l'arrêt Machine (Détecteur ultrason DW B62) :**

Lorsqu'il y a un manque du produit sur la table FIFO, le détecteur DW B62 détecte le manque de produit et informe l'automate. La machine s'arrête après quelques secondes.

Et quand la table FIFO est pleine de bouteilles, l'automate reçoit l'information par le détecteur DW B62, ce qui ordonne le redémarrage de la machine immédiatement.

➤ Dosage convoyeur d'entrée (Offset DW B39 : détecteur inductif) :

Cette valeur est définie en pourcentage. Ce détecteur permet de régler la variation de la vitesse du convoyeur de dosage selon la quantité de produits. Si la file est pleine, la vitesse est réduite de la valeur sélectionnée (ex. 10%) ; s'il y a peu de produits dans la file la vitesse est augmentée de la valeur sélectionnée.

➤ Default limiteur cassette SDI (B31 : détecteur inductif) :

L'intervention de ce capteur (B31) se fait seulement au débrayage de moteur M1 de la cassette, la détection du capteur B31 informe l'automate de, l'arrêt du convoyeur d'entrée.

➤ Détection produit déplacé en alimentation (B51), (B50), (B53) :

Sont des détecteurs photoélectriques, contrôlent le décalage de la distance entre les lots (Pas d'alimentation et Pas de nappage). Ce changement provoque l'arrêt de la machine M1.

➤ Surveillance Position de limiteur de couple cycleur (S32 : fin de cours) :

La machine est équipée d'un limiteur de couple situé sur le cycleur de l'alimentation. Il évite l'endommagement de la transmission en cas d'effort anormal (surcharge ou coincement dû à un corps étranger). Le déclenchement d'un limiteur de couple actionne un fin de course électrique (S32) et provoque l'arrêt immédiat de la machine.

➤ Détection point zéro de la barre cycleur (B40) :

La détection du capteur B40 informe l'automate que les barres de la table cycleur sont à la même synchronisation avec les crochets de la table cassette.

➤ Détection présence de produit (B7 E/R : détecteur photoélectrique) :

Dès l'arrivée d'un groupe de produits à l'entrée de la zone de mise sous film, le détecteur de présence du produit (B7 E/R) envoie un signal de démarrage au M6 (entraînement du film). Le film est alors déroulé à la même vitesse linéaire que le produit.

➤ Détecteur de fausse position de la table d'injection film (S121) :

La détection du capteur (S121) informe l'automate que la table d'injection film n'est pas bien positionnée. Arrêt de la machine.

➤ **Détecteur spot de film imprimé (B105 : Détecteur photoélectrique) :**

Lorsque le film est imprimé et repéré, le nombre d'impulsions correspond au comptage (résolveur M6), à partir de la lecture du repère sur le film (spot) par la cellule fixée sur la table.

➤ **Limiteur de cycleur nappage (B41 : Détecteur inductif) :**

Débrayage de moteur M1 de la table nappage est détecté par B41, informe l'automate arrêt immédiat de la machine M1. Cela peut être causé par un effort anormal.

Pour remettre limiteur de couple à sa place, l'opérateur tourne le volant manuellement afin de mettre les barres de nappage en synchronisation avec la machine.

➤ **Control film tendu (Pantin : Capteur inductif) :**

Ce capteur permet de corriger la vitesse de déroulement de la bobine. La vitesse est correcte lorsqu'en vitesse nominale machine, le pantin oscille en position médiane et permet au film d'être toujours tendu.

➤ **Niveau de film bobine (FB1 : Capteur photoélectrique) :**

Ce capteur permet de mesurer la quantité de film sur la bobine.

➤ **Asservissement aval (DW B3 : Détecteur ultrason) :**

Lorsque le convoyeur de sortie de la machine est plein de fardeaux qui s'approchent à la sortie four, le détecteur DW B3 informe l'automate pour l'arrêt immédiat de la machine.

➤ **Sondes de température tunnel :**

Les sondes 1, 2, 3, 4 veillent à maintenir la température de tunnel dans une plage $\pm 2^{\circ}\text{C}$ par rapport à la consigne (Régulation TOR).

Les sondes 1, 2, 3, 4 informent l'automate d'activer ou désactiver les résistances.

➤ **Arrêt dans le cycle (B14)**

Permet de régler la position angulaire d'arrêt dans le cycle.

➤ **Sécurité porte inférieur coté opérateur (SP4 : détecteur inductif) :**

Détection de SP4 informe l'automate arrêt immédiat de la machine (M1).

➤ **Sélecteur d'alimentation produit (SB12)**

C'est un sélecteur utilisé à chaque démarrage de la machine, Chaque intervention de l'opérateur, il doit le maitre dans la position d'arrêt.

➤ **Arrêt d'urgence (SU1, SU2, SU3, SU4) :**

Des boutons d'arrêt d'urgence du type "coup de poing" sont situés autour de la machine. Leur enclenchement entraîne un arrêt immédiat de la fardeleuse, mais ne coupe pas les turbines de propulsion d'air chaud du tunnel pour permettre le refroidissement des résistances.



Figure 6 : Arrêt d'urgence.

➤ **Moteur vibreur (M21/1, M21/2) :**

Le moteur vibreur est un moteur triphasé qui s'active au démarrage du convoyeur d'entrée, il produit des vibrations pour faciliter la fluidité du produit dans les couloirs jusqu'à la table cassette.

➤ **Moteur convoyeur dosage (MV20) :**

C'est un motoréducteur asynchrone qui sert à entrainer le tapis dosage et qui fait transférer les bouteilles au tapis d'entrée, sa vitesse est définie en pourcentage. Ce paramètre permet de régler la poussée des produits sur le convoyeur d'entrée.

➤ **Moteur convoyeur d'entrée (MV19) :**

Motoréducteur asynchrone sert à entrainer le tapis d'entrée, sa vitesse est définie en pourcentage. Ce paramètre permet de régler la poussée des produits dans l'ensemble de la sélection (cassette).

➤ **Moteur principal (M1) :**

Moteur M1 est un moteur asynchrone équipé d'un codeur incrémental, c'est le moteur principal de la machine car entrain la cassette, la table cycleur, table nappage, tapis de transfert à l'aide des chaines, et fait l'accouplement entre les axes.

➤ **Moteur injection du film (M6) :**

Cerveau moteur brushless avec résolveur, Le film est injecté grâce au moteur M6 qui fait tourner deux axes couverts de gomme, les deux axes tournent en même temps dans deux sens différent, afin d'engendrer la montée du film. L'arrêt du moteur M6 est obtenu grâce à un comptage d'impulsions après la coupe du film.

➤ **Moteur coupe film (M3) :**

L entraînement du couteau est assure par un cerveau moteur M3. L'instant de coupe du film, est obtenu grâce à un comptage d'impulsions données par le codeur du moteur M6.

➤ **Moteur pré-débitage bobine (MV40) :**

La bobine de film est posée sur 2 rouleaux porteurs entraînés par un moteur MV40 asservi en vitesse qui est contrôlée par le capteur Pantin. Il fait le déroulement du film pour qu'il puisse être soulevé par le moteur M6.

➤ **Moteur convoyeur Tunnel (MV10) :**

Motoréducteur asynchrone sert à tourner le convoyeur tunnel, sa vitesse est définie en pourcentage. Ce paramètre permet de régler la vitesse du convoyeur four par rapport à la vitesse de la machine.

➤ **Moteur turbine (M 11, M 12, M 13, M14) :**

Les turbines permettent la circulation de l'air chaud à l'intérieur du tunnel pour que la chaleur soit bien dispersée dans le tunnel.

➤ **Moteurs ventilateurs (M 9/1, M 9/2, M 9/3, M9/4) :**

Un système de ventilateurs sert à refroidir et à stabiliser le film après sa rétraction dans le tunnel. Le moteur de chaque ventilateur est monophasé [4].

V) Principe de fonctionnement de la machine :

Avant le départ du cycle de fonctionnement de la machine, vérification d'arrivé du produit au convoyeur d'entré.

➤ **Mettre la machine en mode manuel :**

- Un appui sur le bouton poussoir du pupitre de commande (mode manu), le convoyeur d'entrée démarrera afin de remplir tout le tapis avec les bouteilles.
- En mode manuel la synchronisation des chaines se fait si elles se trouvent décalées.

➤ **Mettre la machine en mode automatique :**

La machine est mise en cycle automatique si les conditions suivantes sont réunies :

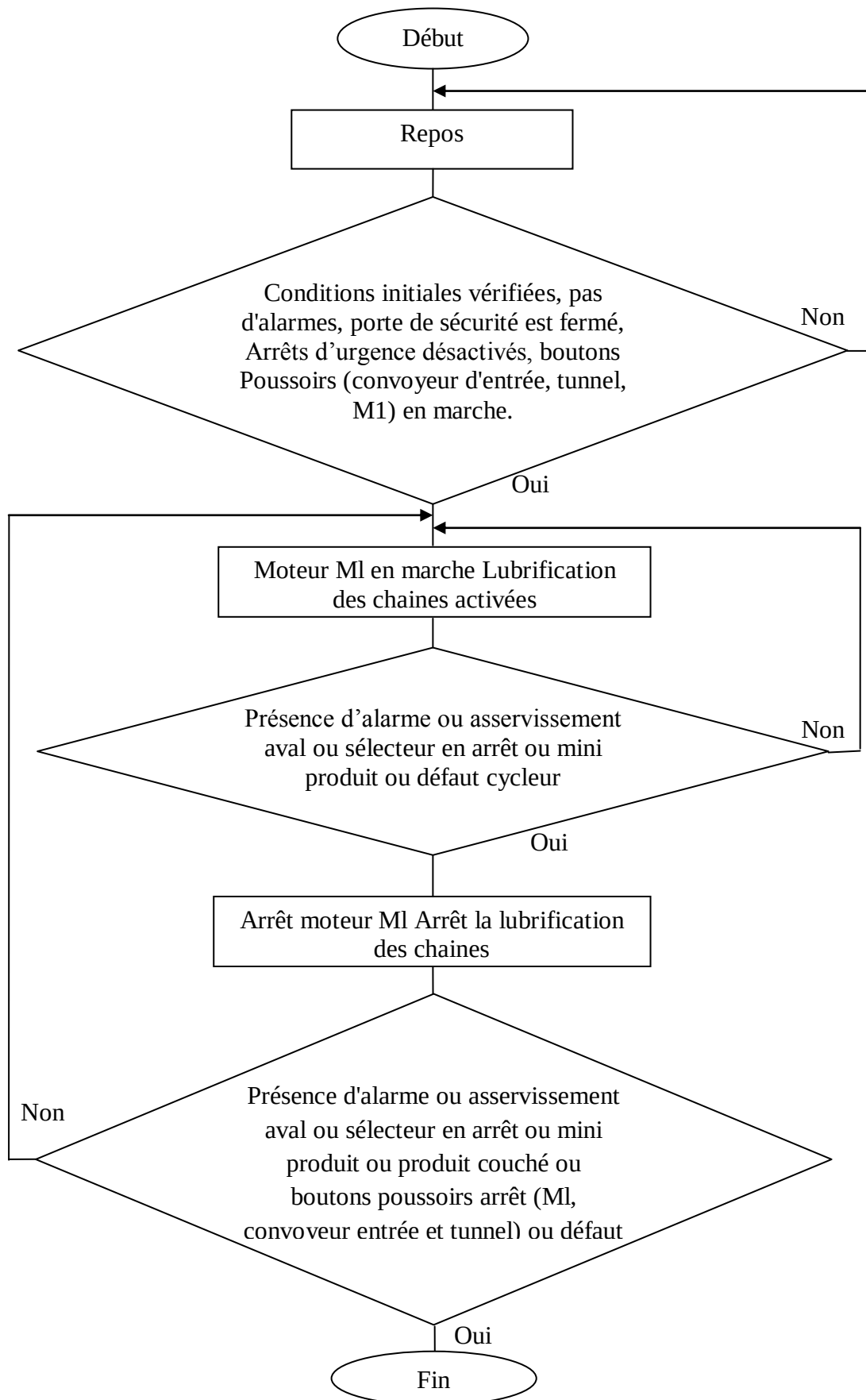
- Mettre la machine sous tension à l'aide de la fermeture de sectionneur principal
- Aucun bouton d'arrêt d'urgence n'est enfoncé.
- Toutes les portes sont fermées.
- Aucun défaut n'est activé.
- Un appui sur le bouton AUTO, pour mettre machine sur le mode automatique.
- Accumulation suffisante sur les convoyeurs d'entrées et les convoyeurs amont.
- Un appui sur le bouton MARCHE TUNNEL (BMT) afin de le mettre en chauffe, ainsi les résistances, l'ensemble moteur/turbine, les moteurs de refroidissement et le convoyeur tunnel seront activer simultanément. Le démarrage de convoyeur tunnel déclenche la lubrification et l'activation de l'électrovanne Y100.
- Un appui sur le bouton MARCHE CONV ENTRÉE (BMCE), le moteur convoyeur d'entrée démarrera et cela provoque le démarrage des moteurs vibreurs au même temps, afin de transférer les bouteilles du tapis d'accumulation en vers la cassette. Les moteurs vibreurs assureront le décombrement des bouteilles entre elles. Les électrovannes YP1 et YP2 sont activées en même temps pour assurer l'accouplement entre les axes de M1 et l'embrayage et limiteur nappage.

➤ **Le fardelage**

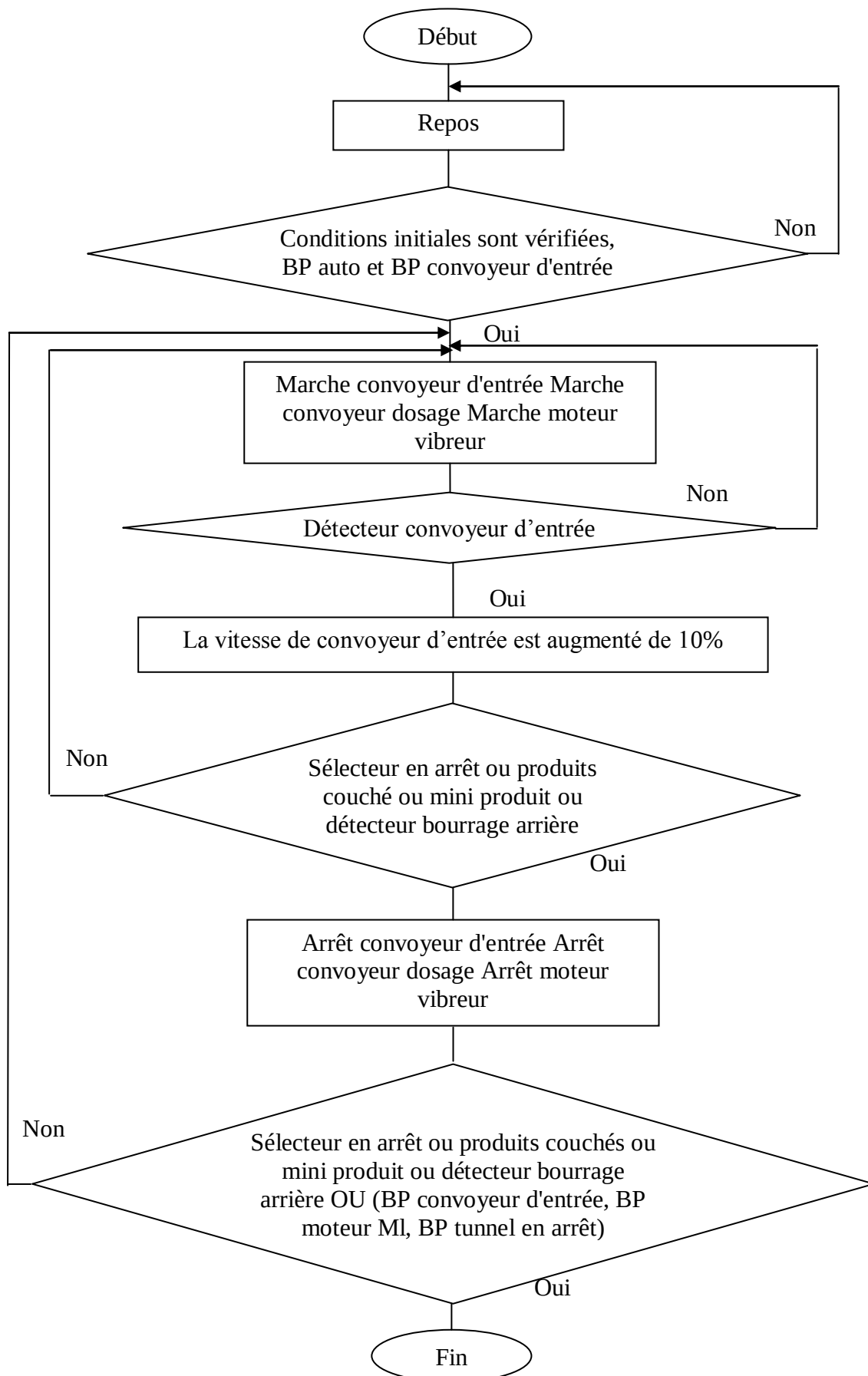
- Un appui sur le bouton MARCHE M1 (BMM1), le moteur principal démarrera et entraine avec lui le démarrage de la cassette, table cycleur, table nappage, table de transfert et l'activation de la lubrification des chaines grâce à l'électrovanne Y101.
- Les bouteilles se déplacent sur la cassette dans deux couloire afin d'atteindre la table cycleur pour sélectionner les fardeaux et les transférer a la table nappage pour les napper avec un film thermo-rétractable, ensuite ils seront transférées vers le tunnel a l'aide du tapis de transfert.
- A la sortie du tunnel, les fardeaux seront transférés par le convoyeur vers la poseuse de poignées.

➤ **Arrêt de la machine :**

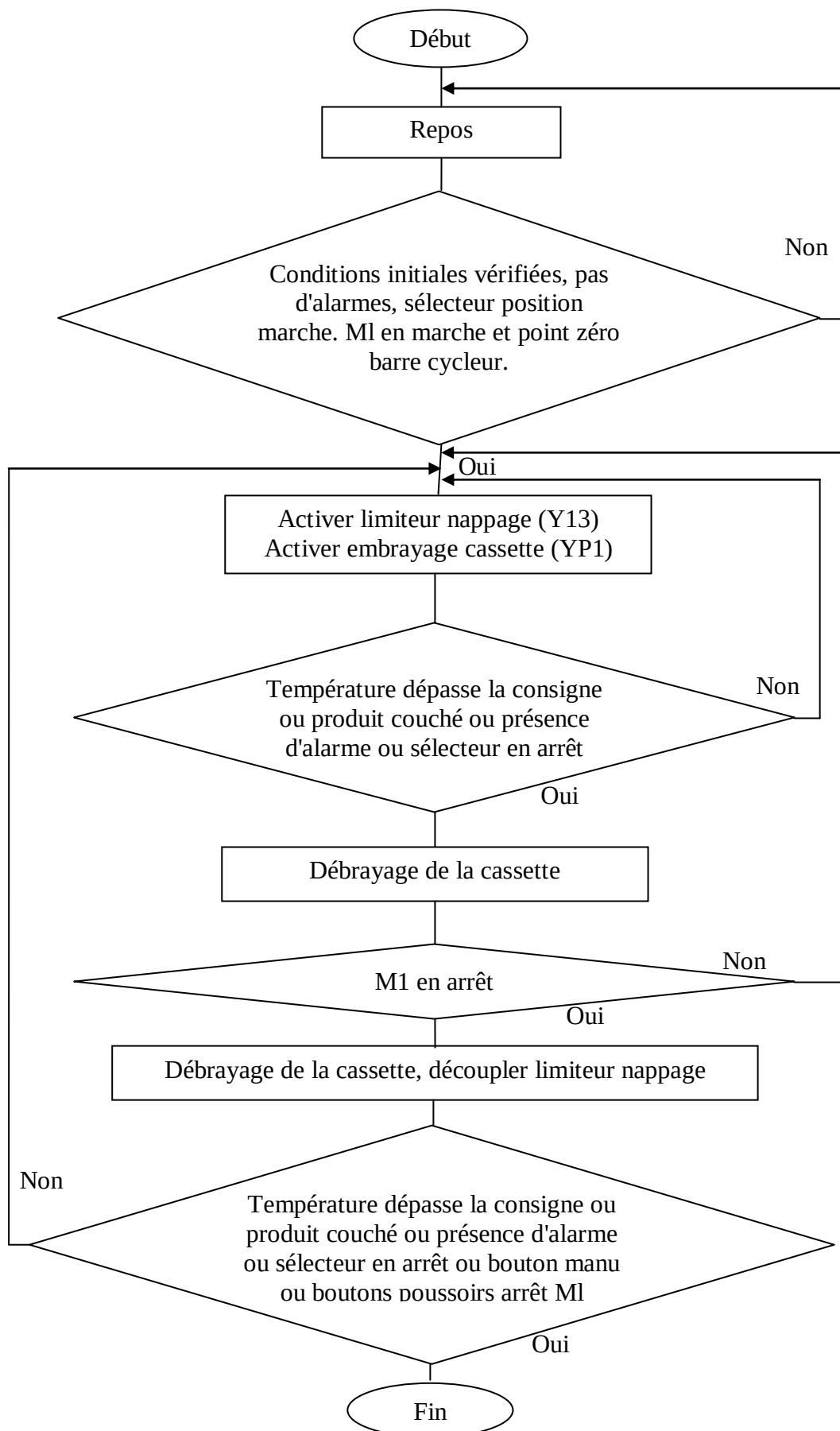
- Le positionnement du bouton ALIMENTATION sur ARRET
- Une attente des derniers packs soient sortis du tunnel
- Un appui sur ARRET DANS LE CYCLE, ARRET CONVOYEUR puis un autre sur ARRET TUNNEL.
- Les turbines et le convoyeur continuent à tourner durant environ 15 mn pour assurer le refroidissement.

VI) L'organigramme de la station :**VI.1) L'organigramme moteur M1 :**

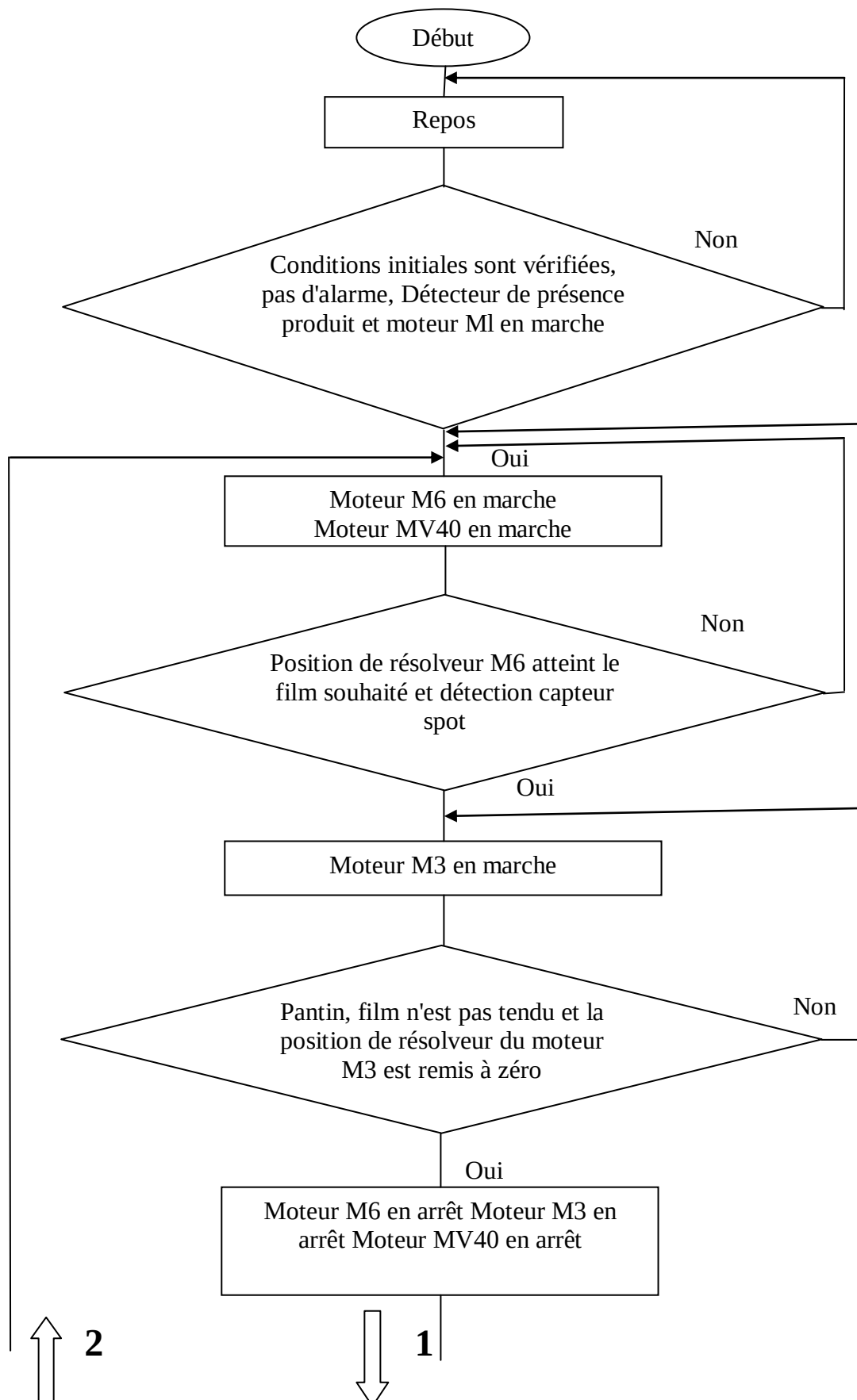
VI.2) L'organigramme de convoyeur d'entrée :

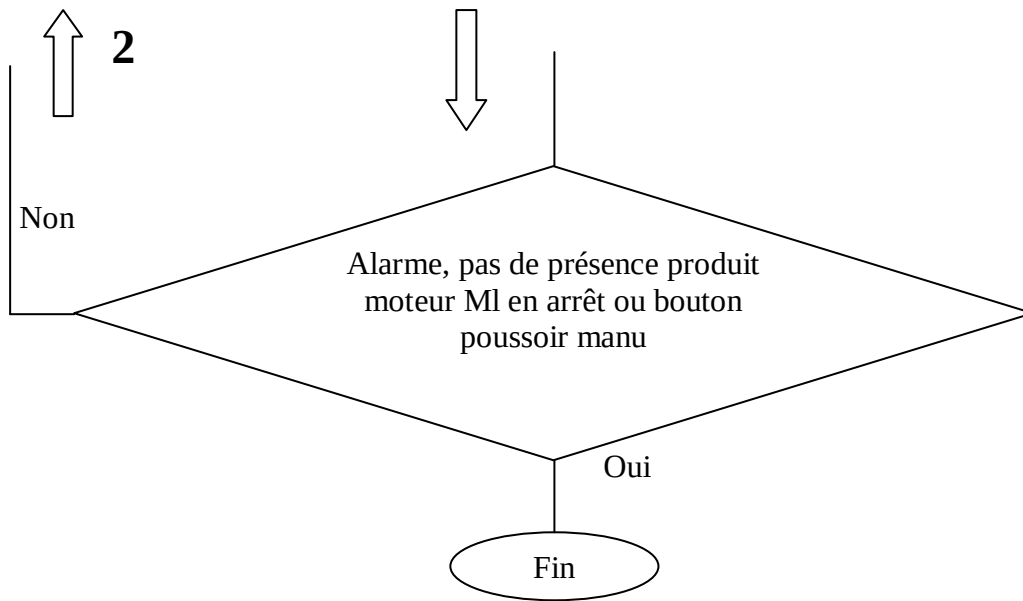


VI.3) L'organigramme des électrovannes :

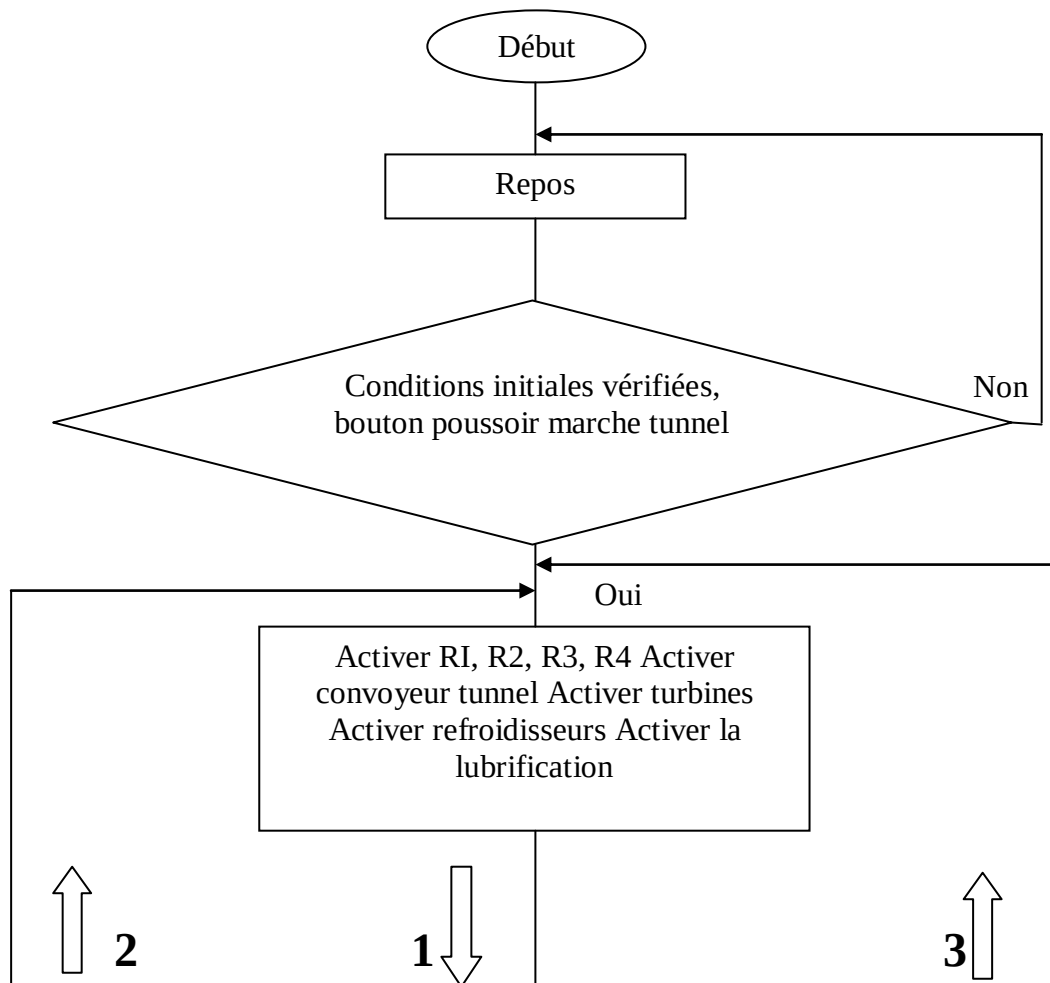


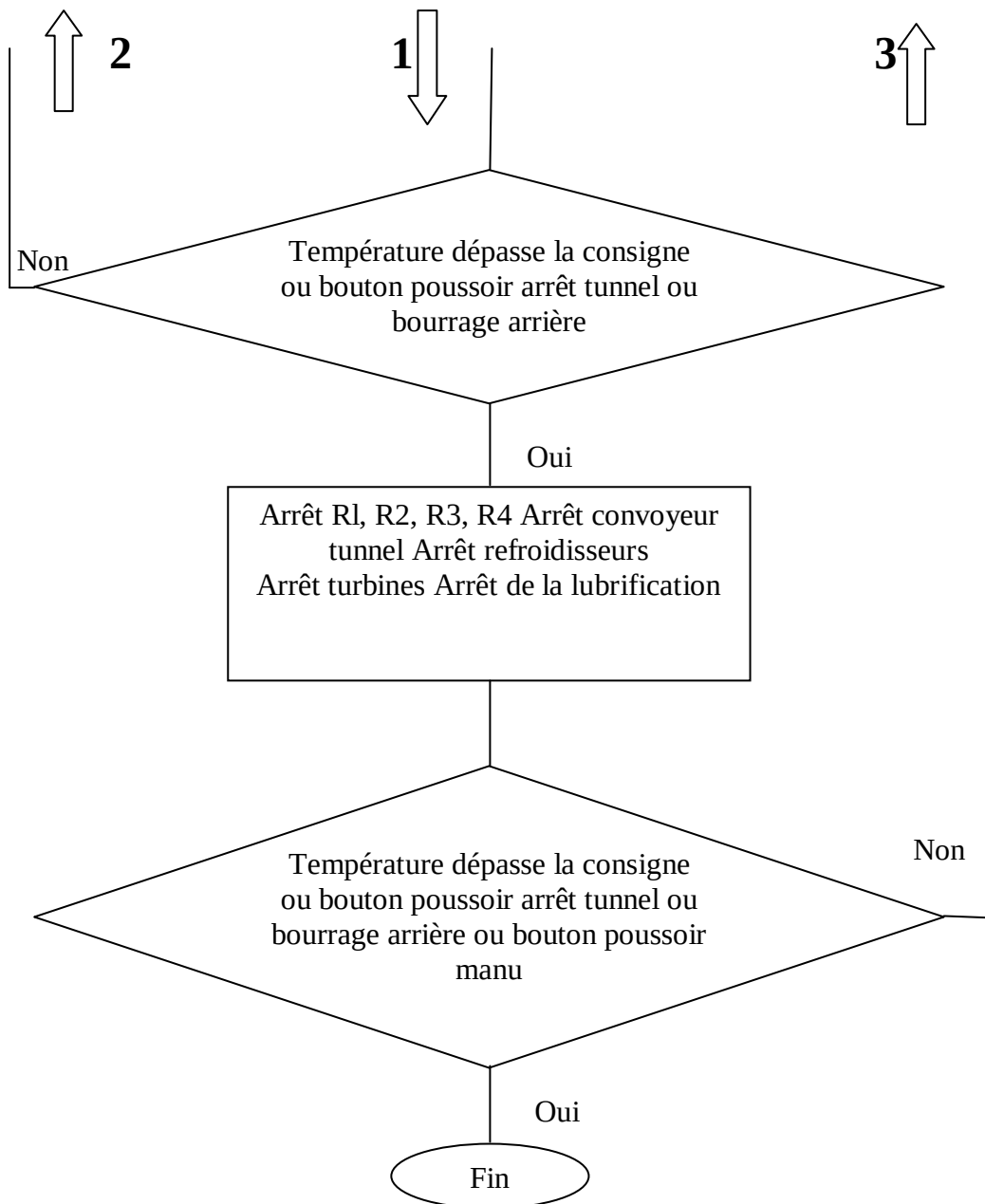
VI.4) L'organigramme des moteurs M3, M6, MV40 :





VI.5) L'organigramme du tunnel :





VII) Conclusion :

Dans ce chapitre une analyse fonctionnelle approfondie et détaillée sur la machine fardeleuse a été faite, en donnant les différents capteurs et actionneurs qui composent l'instrumentation de celle-ci ainsi leurs emplacements sur cette machine et leurs rôles dans le fonctionnement de cette dernière. De plus nous avons développé des organigrammes fonctionnels de chaque opération intervenants dans le fonctionnement global de la fardeleuse.

Dans le prochain chapitre nous transformerons cette analyse en Grafcet niveau 2 afin de le programmer et proposer une supervision.

Chapitre III :

Grafcet et programmation de la fardeleuse

I) Introduction :

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée, qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme, les réseaux de Pétri (RDP) et le GRAFCET.

Afin de modéliser et programmer mon système, dans ce chapitre j'ai opté pour le GRAFCET qui est un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement, qui servira par la suite à établir les solutions programmées qui permettront de maitre la fardeleuse en marche.

II) Définition du GRAFCET :

Le langage **GRAFCET** (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommandes **E**tapes **T**ransitions) a été proposé en 1977 par ADEPA (agence pour le développement de la Productique Appliquée à l'industrie) et normalisé en 1982 par la NF C03-190. Il s'agit d'un langage graphique permettant de définir le comportement séquentiel d'un système automatisé à partir de la connaissance des actions à entreprendre, associées à des variables de sortie, et des événements qui peuvent permettre le passage d'une situation à une autre, associés à des variables d'entrée.

II.1) Les concepts de base d'un GRAFCET :

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions (activités) ;
- De transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- Des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

La figure-1 montre les éléments de base d'un GRAFCET.

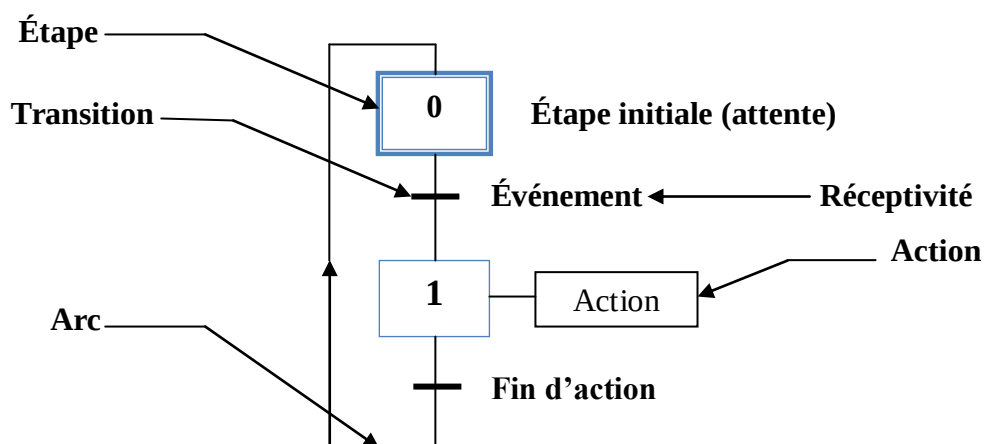


Figure-1 : Symbolisation d'un GRAFCET.

II.2) Niveau d'un GRAFCET :

➤ GRAFCET niveau 1 : point de vue système (ou procédé) :

C'est un graphe qui décrit le fonctionnement global du système. Il traduit le cahier des charges sans préjuger de la technologie adoptée. Il permet de dialoguer avec des personnes non spécialistes (fournisseurs, décideurs ...), Son écriture en langage clair permet donc sa compréhension par tout le monde.

Les actions sont définies par un verbe à l'infinitif et Les réceptivités sont définies par une expression avec participe passé.

➤ GRAFCET niveau 2 : point de vue partie opérative :

Pour ce deuxième niveau de représentation, on connaît dans le détail toutes les actions à réaliser, et les choix technologiques concernant les actionneurs sont faits. Ce GRAFCET écrit l'évolution des actionneurs et des éléments de dialogue avec le milieu extérieur.

La représentation des actions et réceptivité est écrite en abréviation et non en mots, en associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

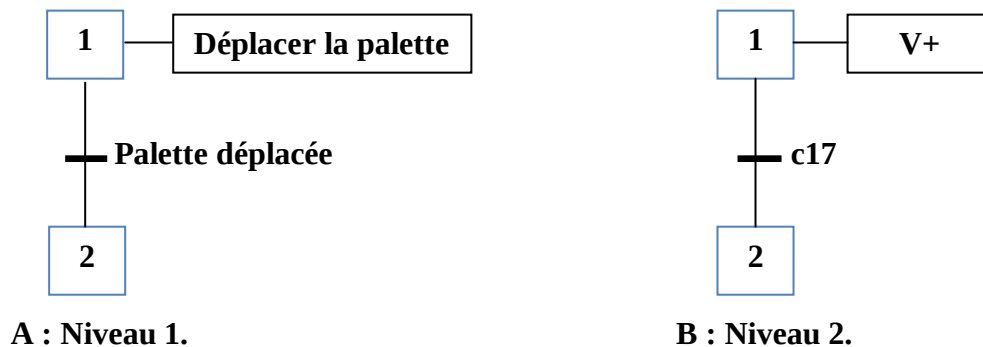


Figure-2 : Les différents points de vue d'un GRAFCET [19].

II.3) GRAFCET de la station :

II.3.1) Abréviations utilisées dans la modélisation du processus :

a) Les actions :

Le tableau suivant résume les actions utilisées dans les étapes du modèle développé.

Tableau 1 : Abréviation utilisé pour les actions.

M1+	Activer le moteur M1
M1-	Désactiver le moteur M1
Y101+	Activer lubrification fardeleuse
Y101-	Désactiver lubrification fardeleuse

LIMIT+	Activer limiteur de couple de nappage
LIMIT-	Désactiver limiteur de couple de nappage
EMB+	Activer l’embrayage de la cassette
EMB-	Désactiver l’embrayage de la cassette
M6+	Activer le moteur M6
M6-	Désactiver le moteur M6
MV40+	Activer le moteur MV40
MV40-	Désactiver le moteur MV40
M3+	Activer le moteur M3
M3-	Désactiver le moteur M3
MV10+	Activer le moteur convoyeur du tunnel
MV10-	Désactiver le moteur du convoyeur du tunnel
Y100+	Activer la lubrification tunnel
Y100-	Désactiver la lubrification tunnel
RE+	Activer Résistance
RE-	Désactiver Résistance
TUR+	Activer cyclage air chaud
TUR-	Désactiver cyclage air chaud
REFD+	Activer le refroidissement
REFD-	Désactiver le refroidissement
MV19+	Activer convoyeur d’entrée
MV19-	Désactiver convoyeur d’entrée
MV20+	Activer convoyeur dosage
MV20-	Désactiver convoyeur dosage
MVIB+	Activer moteur vibreur
MVIB-	Désactiver moteur vibreur

b) Les réceptivités

Le tableau suivant résume les réceptivités utilisées dans les étapes du modèle développé.

Tableau 2 : Abréviation utilisé pour les réceptivités.

BMT	Botton marche convoyeur tunnel
BAT	Botton arrêt convoyeur tunnel
BMCE	Botton marche convoyeur d’entrée
BACE	Botton arrêt convoyeur d’entrée
BMM1	Botton marche moteur M1

BAM1	Botton arrêt M1
AUD	Arret d'urgence dur
Init	Conditions initiales
DLCY	Détecteur limiteur cycleur
DLN	Détecteur limiteur nappage
DMP	Détecteur mini produit
ASAVA	Asservissement aval
FB12	Sélecteur d'alimentation
DPC	Détecteur produit couché
DPP	Détecteur présence du produit
CM1	Codeur moteur M1
RM6	Résolveur moteur M6
RM3	Résolveur moteur M3
CP	Capteur Pantin
DSI	Détecteur spot imprimé
CT	Capteur température tunnel
DBA	Détecteur bourrage arrière
DPCE	Détecteur produit convoyeur d'entrée
Alarme	Toutes les alarmes
DPD	Détecteur produit déplacé

c) Les temporisations :

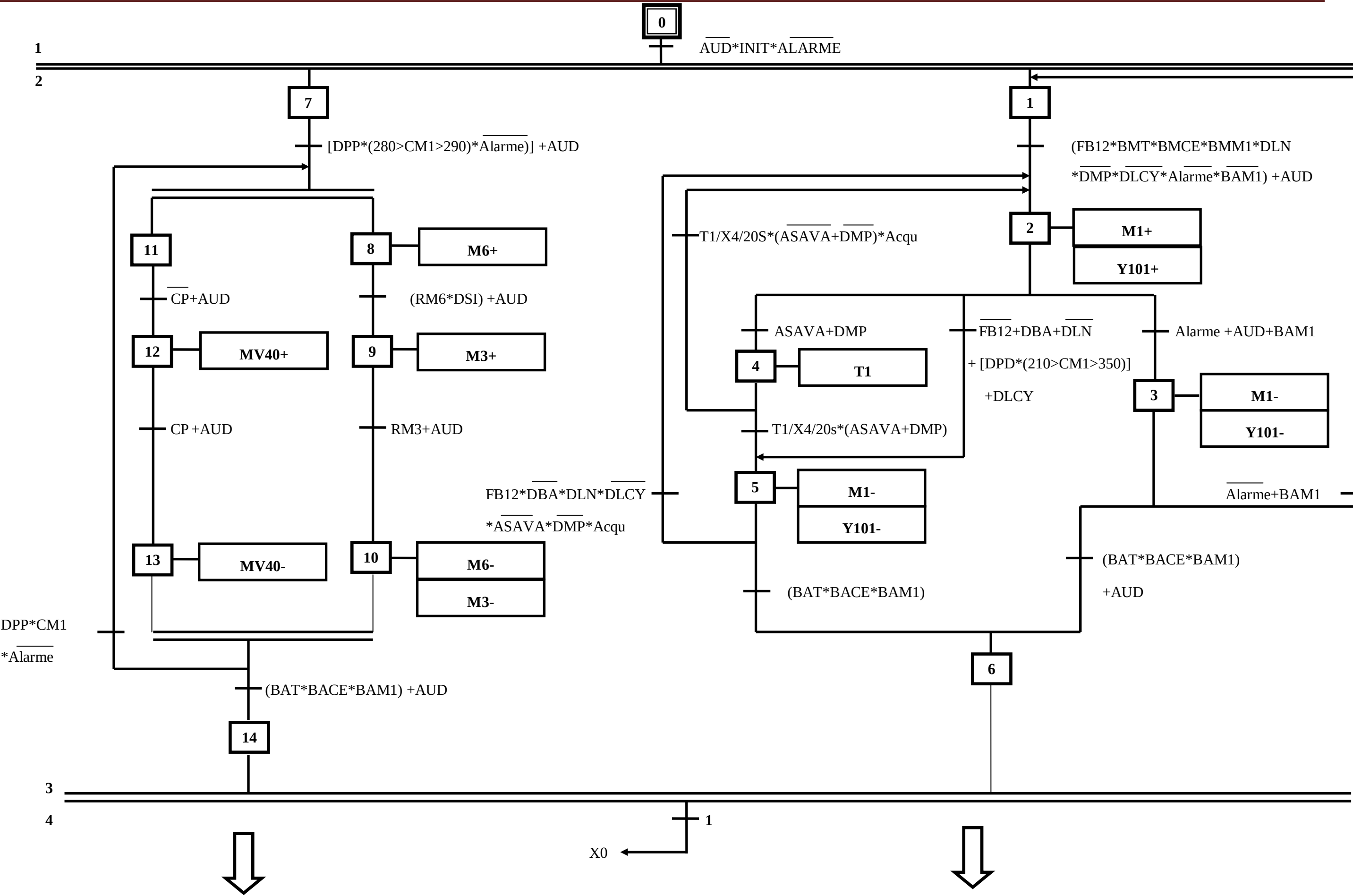
Le tableau suivant résume les temporisations utilisées dans les étapes du modèle développé

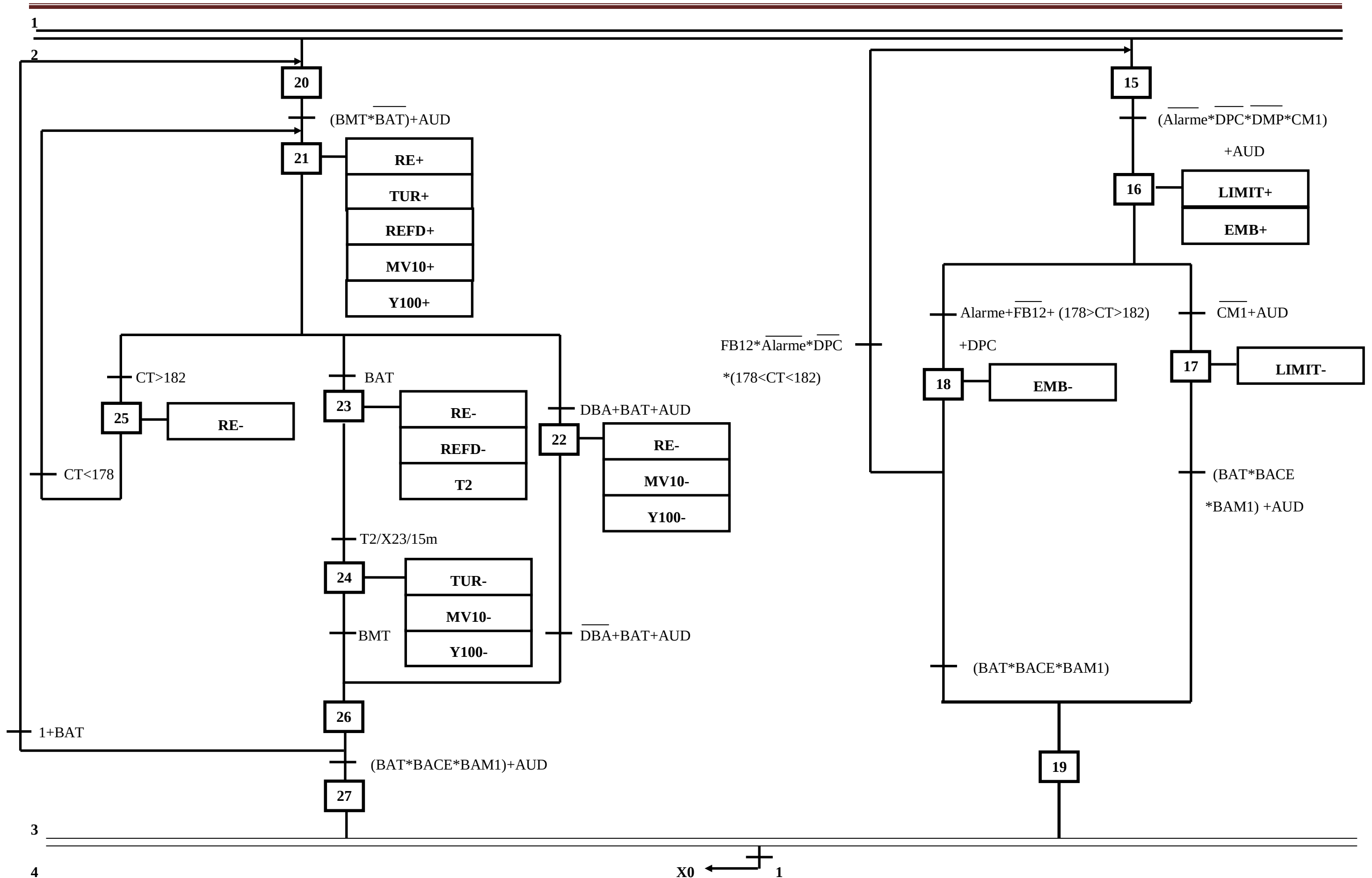
Tableau 3 : Les temporisations.

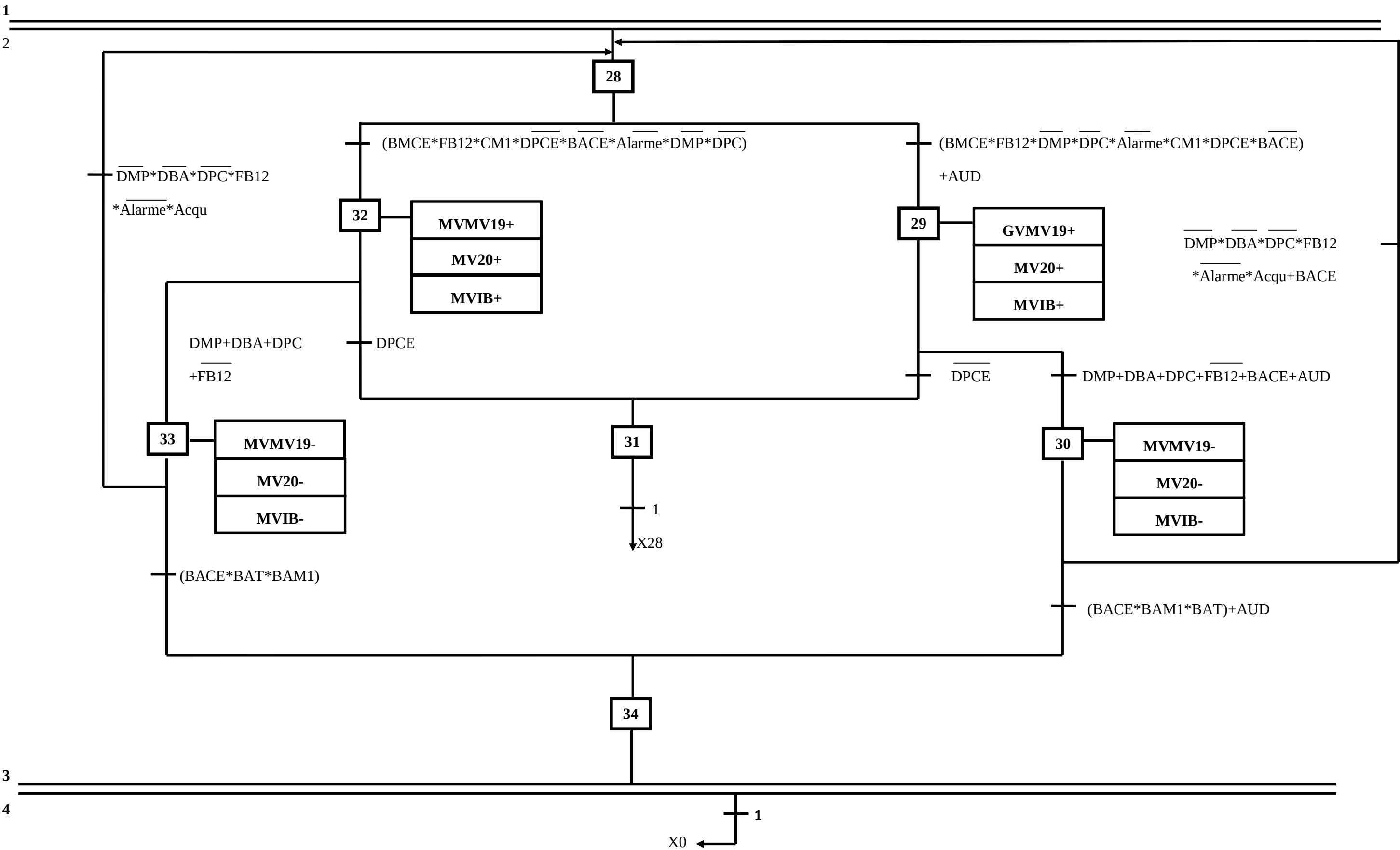
T1	Temporisation pour réactiver le moteur M1
T2	Temporisation pour désactiver les turbines et le convoyeur

II.3.2) Représentation du GRAFCET niveau 2 de la station :

Le modèle GRAFCET que nous avons élaboré pour la machine fardeleuse est représenté sous forme niveau 2.







III) L'automate S 7-300 et son langage de programmation STEP7 :**III.1) Introduction :**

Par l'élaboration de ce grafcet. On met en évidence le cahier des charges imposé. On a pu par cela concrétiser les conditions et le cycle de fonctionnement du système automatisé. On passe à présent à la programmation de notre solution.

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles (le passage de la logique câblée à la logique programmée). Une utilisation de systèmes à base de microprocesseurs permettant une modification aisée des systèmes automatisés

L'automate SIMATIC S7-300 est un système de commande modulaire utilisé dans presque toutes les branches de l'industrie. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation. SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS, il est synonyme de la nouvelle gamme d'automates programmables.

Le programme S7 permet à l'automate programmable industriel (API) de contrôler et commander une machine ou un processus. Les modules E/S sont interrogés dans le programme S7 au moyen d'adresses d'entrées (%E) et référencés au moyen d'adresses de sorties (%A). Le système est programmé avec le logiciel STEP 7.

III.2) Présentation de l'automate programmable S7-300 :

L'automate SIMATIC S7-300 est un système de commande modulaire. Il dispose d'une gamme complète de produits pour la résolution des tâches technologiques, telles que le comptage, la mesure, le positionnement, la régulation.

Il est composé de différents modules suivants :

- Unités centrales (CPU) avec différentes performances.
- Modules d'alimentation PS 2 A, 5 A ou 10 A.
- Des modules de signaux pour les entrées/sorties TOR et analogique.
- Coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profil-supports.
- Processeurs de communication CP pour la connexion au réseau.
- Modules de signal SM (Signal Module) pour les E/S analogiques et numériques
- Modules de fonction (FM) pour des fonctions spéciales [20].

III.3) Les caractéristiques du S7-300 :

L'automate S7-300 possède les caractéristiques suivantes :

- Automate très performant, optimal dans la résolution des problèmes.
- Gamme diversifiée de CPU.
- Programmation libre.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Raccordement central de la console de programmation.
- Configuration et paramétrage à l'aide du logiciel STEP7.

III.4) Modularité du S7-300 :

Le contrôleur S7-300 est un automate modulaire, il dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée.

La figure suivante dénombre les différents modules du S7-300.

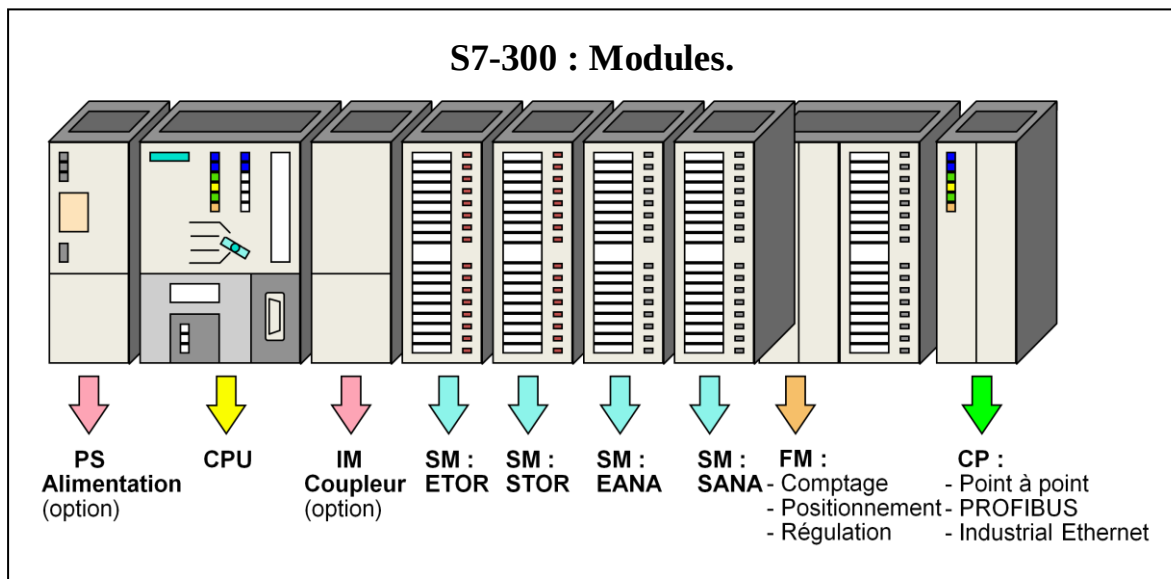


Figure-3: Les différents modules de S7-300.

III.4.1) Alimentation (PS) :

L'alimentation convertit la tension du réseau (110/230 V CA) en tension de service 24 V CC et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge 24 V CC.

III.4.2) L'unité central (CPU) :

A base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...). Comme pour les ordinateurs, la CPU tient une place primordiale dans l'automate, c'est l'organe maître. L'API S7-300 dispose de plusieurs modèles de CPU, offrant ainsi un choix diversifié à l'utilisateur.

III.4.3) Coupleur de périphériques (IM) :

L'IM relie entre elles les différentes rangées d'un S7-300.

III.4.4) Modules de signaux (SM) :

Le module d'entrées-sorties adapte les différents niveaux des signaux de processus au S7-300, tel que :

➤ **Les entrées/sorties TOR :**

Elles peuvent réaliser des fonctions d'entrées, de sorties ou les deux, sont disponible au nombre de 4, 8, 16 ou 32, et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif).

Les cartes d'entrées permettent de recueillir l'information des capteurs, boutons, qui sont raccordés et matérialiser par un bit image de l'état d'entrée.

Les cartes de sorties offrent deux types de technologies : les sorties a relais électromagnétiques (bobine plus contact) et les sorties statiques (à base de transistors).

➤ **Les entrées/sorties analogique :**

Elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur. La fonction inverse (sortie analogique) est également réalisée.

Les grandeurs analogiques sont normalisées : 0-10V ou 4-20mA.

III.4.5) module de fonction (FM) :

Le FM réalise les tâches de traitement des signaux de processus à durée critique et exigeant beaucoup de mémoire. Par exemple le positionnement ou la régulation.

III.4.6) processeur de communication (CP) :

Le CP se charge pour la CPU des tâches de communication.

Exemple : CP 342-5 DP pour le raccordement au PROFIBUS DP

III.4.7) Châssis d'extension (UR) :

Les châssis sont constitués d'un profilé support en aluminium, permettent le montage et le raccordement électrique des différent modules.

III.4.8) Console de programmation (PG/PC SIMATIC) :

Les consoles de programmation SIMATIC sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et des données du processus ainsi que la suppression du programme [21].

III.5) Les critères de choix d'un API :

Les critères de choix d'un automate programmable industriel peuvent être par rapport :

- Les compétence/expérience de l'équipe automaticiens pour la mis en œuvre.
- La qualité du service après vente.
- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).
- Le type d'entrée/sortie nécessaires.
- Le nombre d'entrée/sortie nécessaires.

III.6) mode de communication :

Un réseau local industriel est utilisé dans une usine ou tout système de production pour connecter diverses machines afin d'assurer la commande, la surveillance, la supervision, la conduite, la maintenance, le suivi de produit, la gestion, en résumé, l'exploitation de l'installation de production.

III.6.1) mode de communication centralisé :

Dans l'architecture centralisée, commande des systèmes automatisé et géré par un seul automate (système de commande), les capteurs et les actionneurs sont reliés directement vers l'automate, l'inconvénient de la communication centralisé est le nombre important de fil électrique nécessaire pour relier les différents composants du système ce qui implique un travail de conception important et par conséquent des tests fastidieux sur les câbles long.

III.6.2) mode de communication décentralisé :

Dans l'architecture décentralisée, la commande des systèmes se fait en utilisant plusieurs automates dont un seul est maître et les autres des esclaves, ou en utilisant un automate et des périphériques déportés (par exemple ET200S), la communication entre eux est assurée par des bus de terrains (Profibus, Fibre optique...).

III.7) SIMATIC ET 200 Pour solutions d'automatisation distribuée :

SIMATIC ET 200 est une famille de stations périphériques décentralisées très diversifiée pour l'installation en armoire ou le montage direct sur la machine sans armoire, ou encore pour l'emploi en zone à atmosphère explosible. Les stations SIMATIC ET 200 pour le

montage zéro armoire sont protégées par un boîtier robuste en matière plastique renforcée aux fibres de verre et sont donc résistantes aux chocs et à la saleté et étanches à l'eau.

La modularité des stations ET 200 favorise l'adaptabilité et l'extensibilité graduelle. Des modules supplémentaires intégrés réduisent les coûts et couvrent un large éventail d'applications, ainsi un temps de réaction très court.

Les combinaisons possibles sont très variées : entrées/sorties TOR et analogiques, modules intelligents à fonction CPU, constituants de sécurité, départs-moteurs, dispositifs pneumatiques, variateurs de vitesse et divers modules technologiques.

➤ **SIMATIC ET 200S :**

SIMATIC ET 200S est la station de périphérie multifonctionnelle à modularité granulaire en protection IP20, qui s'adapte exactement à la tâche d'automatisation. Sa construction robuste lui permet de supporter des sollicitations mécaniques élevées.

Il n'y a pas de règles pour l'emplacement des modules. La configuration avec des modules de bus actifs permet de remplacer et d'ajouter des modules en cours de fonctionnement (hot swapping).

Le raccordement à PROFIBUS s'effectue par l'intermédiaire des interfaces DP intégrées comme le cas de la CPU 313C-2DP, ou en ajoutant un processeur de communication CP pour PROFIBUS.



Figure-4 : SIMATIC ET200S.

III.8) Les réseaux de communication utilisés :

Les réseaux locaux industriels vont permettre de satisfaire une partie de nos besoins. La diversité des besoins est telle que l'on distingue dans ces réseaux différentes catégories :

- ✓ Les réseaux de terrain (PROFIBUS-DP).
- ✓ Les réseaux de salle de commande (MPI).

III.8.1) Le protocole MPI :

Le sous-réseau MPI est conçu pour des tâches au niveau cellule. MPI (Multi Point Interface) est l'interface multipoint dans le SIMATIC S7, M7 et C7.

Il s'agit d'une interface PG, c'est-à-dire destinée au raccordement des consoles de programmation (mise en service et test) et des pupitres opérateur (Contrôle - Commande). Le sous-réseau MPI peut en outre être utilisé pour la mise en réseau d'un nombre limité de CPU.

III.8.2) Le protocole PROFIBUS :

Le PROFIBUS (Process Field Bus) est le nom d'un type de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.

Le Profibus est un réseau qui permet la communication de périphérique décentralisée, appareils de contrôle et de nombreux autres appareils de terrain avec les systèmes d'automatisation, la communication sert à l'échange de données entre automates programmable ou entre un automate et les stations décentralisées.

➤ Quelques particularités du PROFIBUS-DP :

- Connecte 126 stations maximum.
- Programmation des stations également par le bus de terrain.
- Extension modulaire, le bus de terrain peut croître avec les exigences.
- Système ouvert ; possibilité de raccorder les appareils de terrain d'autres fabricants.
- Communication directe entre esclaves DP.

➤ Avantage du réseau PROFIBUS DP :

- Disponibilité élevée.
- Sécurité de transport de données.
- Coupure ou mise en marche d'un appareil de terrain en cours de service sans répercussion sur les autres.

➤ La communication via Profibus-DP :

La communication est assurée par un système de télégramme de commande et de réponse. Le maître envoie en continu des télégrammes adressés aux esclaves et il attend de leur part des télégrammes de réponse.

III.9) la programmation avec le logiciel du STEP7:

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.
- STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400. SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7

STEP 7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- Configuration et paramétrage du matériel.
- Paramétrage de la communication.
- La création des programmes.
- Test, mise en service et maintenance.
- Documentation, archivage.
- Fonctions de diagnostic et d'exploitation.

III.10) Langages de programmation :

Les langages de programmation CONT. LIST et LOG pour S7-300/400 font partie intégrante du logiciel de base.

- Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.
- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques [22].

III.11) Les blocs S 7 :**III.11.1) Blocs système :**

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme d'utilisateur (SFCC, SFB..).

III.11.2) Blocs utilisateurs :

Il contient le code, le programme et les données du programme utilisateur.

a) Blocs d'organisation (OB) :

Blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et programme utilisateur. Ces blocs déterminent la structure du programme et ne peuvent être appelés par le système que selon leurs priorités. Cela veut dire que l'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB plus prioritaire.

b) Blocs de données (DB) :

Ils servent à stocker des données nécessaires au traitement du programme.

c) Blocs fonctionnel (FB) :

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence (mémoire), subordonné à un bloc d'organisation afin qu'il puisse être traité par la CPU. Un bloc de données d'instance est associé à ce dernier qui en constitue la mémoire. Il intervient dans des programmes spéciaux (fonction de signalisation, de calcul, de saut à l'intérieur d'un bloc, etc.).

d) fonctions (FC) :

Blocs sans mémoire. Les FC contiennent des routines de programme pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

III.12) Les registres CPU :

Les registres d'une CPU servent à l'adressage, le traitement des données. Les données peuvent être échangées entre les zones mémoire de la CPU et les registres au moyen des instructions correspondantes (L, T. ...):

- **Accumulateurs** : Ils sont aux nombres de deux dans le S7-300 et de quatre dans le S7-400. Ils sont utilisés pour les opérations arithmétiques, de comparaison, et les opérations sur octets, mots ou doubles mots. Selon l'arithmétique fondamentale. Le résultat de la combinaison se trouve dans l'ACCUL1.
- **Registre d'adresses** : Deux registres d'adresses sont utilisés comme pointeur pour l'adressage indirect en mémoire.

- **Registre des blocs de données :** Les registres des blocs de données contiennent les numéros des blocs de données ouverts. Ainsi, deux DB peuvent être ouverts simultanément: l'un avec le registre DB et l'autre via le registre DI. Lors de l'ouverture d'un DB, la longueur (en octets) de celui-ci est chargée automatiquement dans le DB système du registre.
- **Mot d'état :** Le mot d'état contient différents bits reflétant le résultat et l'état des différentes instructions en cours dans le traitement du programme.

III.13) Zones mémoires CPU:

La mémoire des CPU S7 comporte quatre zones :

- La mémoire de chargement sert à enregistrer le programme utilisateur sans assignation symbolique des opérandes et sans commentaires. La mémoire de chargement peut être une mémoire RAM ou FLASH EPROM.
- La mémoire de travail (RAM intégrée) sert à enregistrer les parties du programme S7 importantes pour le déroulement du programme. Le traitement du programme s'effectue exclusivement à partir de la mémoire de travail.
- La zone de périphérie permet un accès direct aux entrées et sorties des modules de signaux raccordés.
- La mémoire système (RAM) contient des zones, comme par exemple la mémoire image des entrées et sorties, les mementos, les temporisations et les compteurs. En plus, elle comprend les piles des données locales, des interruptions et des blocs. [22]

III.14) Configuration matérielle :

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie décentralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Pour la conception de notre système nous avons choisi les modules suivant :

- Une alimentation PS 307 5A.
- Une CPU 313C-2DP, CPU modulaire avec MPI.
- ET200M modulaire, solution d'automatisation distribuée en armoire, il dispose de :
 - ✓ 7 voies à 4bits pour les entrées TOR.
 - ✓ 4 voies à 4 bits pour les sorties TOR.
 - ✓ 3 voies à 2 bits pour des entrées analogiques.
- Une CPU à 3 voies avec une carte de comptage rapide intégrée (Max 30 KHZ)
- Mémoire de travail 64 Ko.

- Temps de traitements pour :
 - ✓ Opération sur bit : min 0.1 μ s.
 - ✓ Opération sur mot : min 0.2 μ s.

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées / sorties que possède notre installation ainsi que leurs nature :

- Les entrées / sorties logiques : Elles sont réservées pour les boutons poussoirs, les détecteurs.
- Les entrées analogiques : Elles sont réservées pour l'acquisition des valeurs de niveau bobine et de température de tunnel.

➤ **Configuration API CPU313C-2DP avec ET200S :**

1- On va sélectionner le module Profibus DP (en bleu).

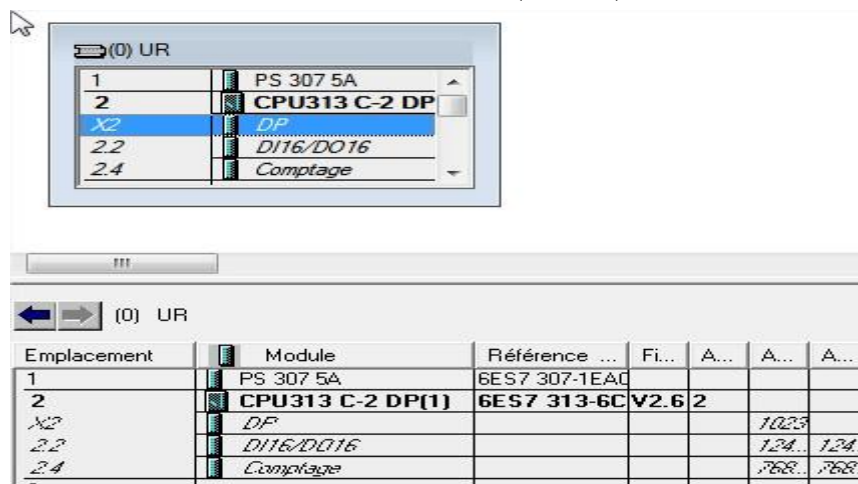


Figure-5 : La sélection de maître DP.

2- On va cliquer sur propriété et on choisit l'adresse de profibus DP puis on clique sur nouveau pour ajouter un réseau PROFIBUS.

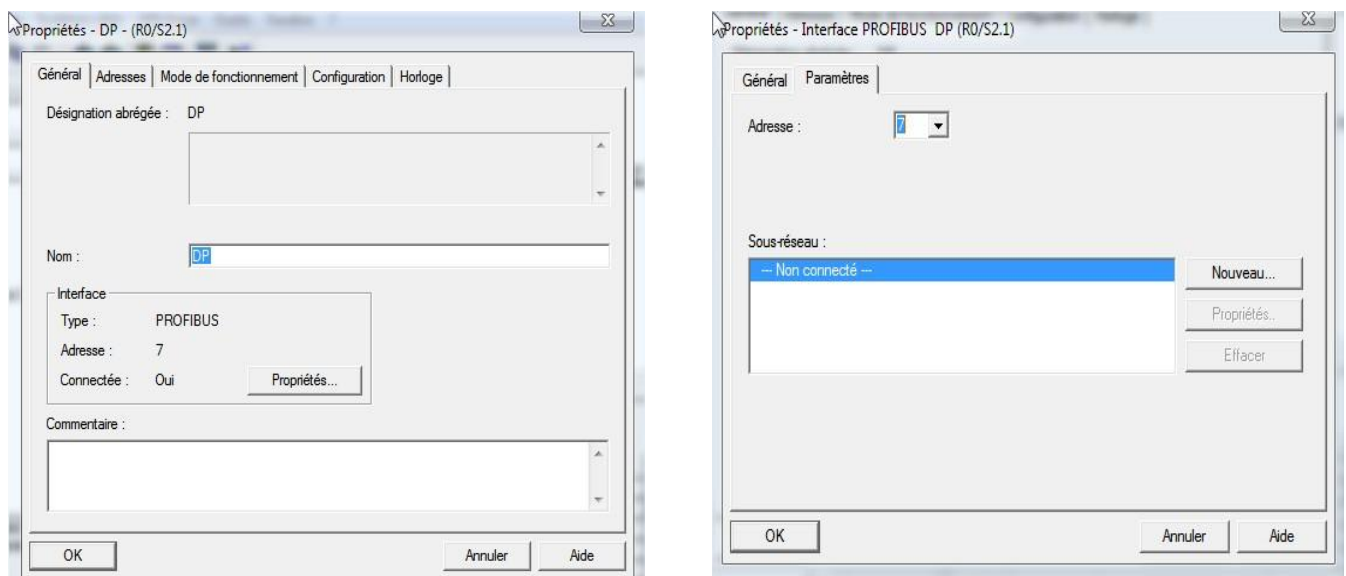


Figure-6 : L'ajout de PROFIBUS maître DP.

3- une fois que un nouveau réseau PROFIBUS est ajouté on clique sur ok Puis on aura un réseau maître DP (1). On sélectionne le module IM151 (6ES7 151-1AA05-0AB0) et on le place à coté de l'API.

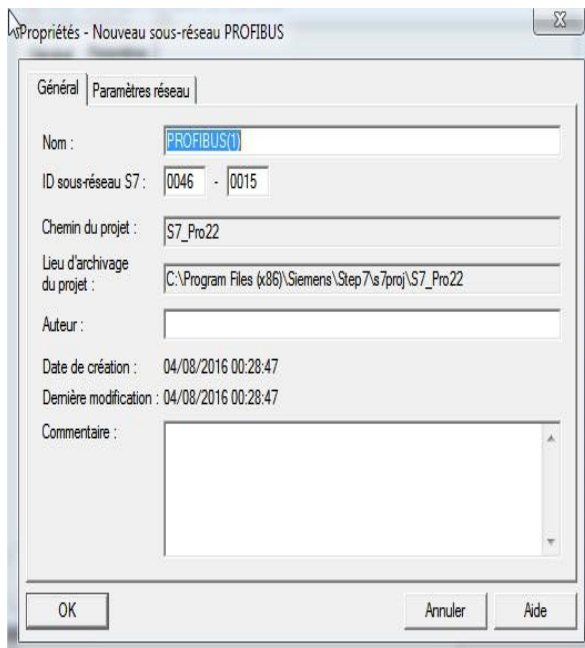


Figure-7 : validation de nouveau réseau

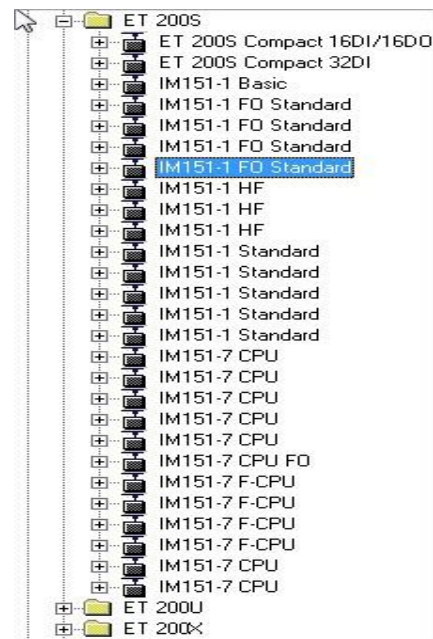


Figure-8 : Sélection de l'IM151 (ET200S).

4- On sélectionne l'adresse 6 pour l'esclave (ET200S) puis on valide.

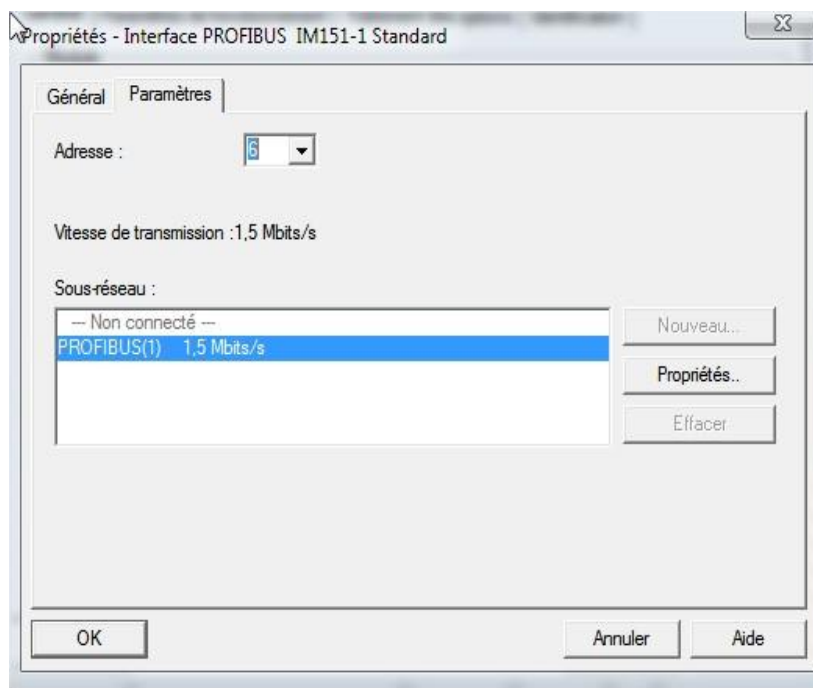


Figure-9 : Sélection de l'adresse pour ET200S.

5- Le choix de l'adresse de l'esclave ET200S se fait à partir de la somme des interrupteurs qui se trouvent au niveau de la zone ON qui est dans notre cas : $4+2=6$ (voir la figure ci-après).



Figure-10 : choix de l'adresse ET200S

6- l'ajout de l'IM 151 (ET200S) à la CPU nous donne la figure suivante :

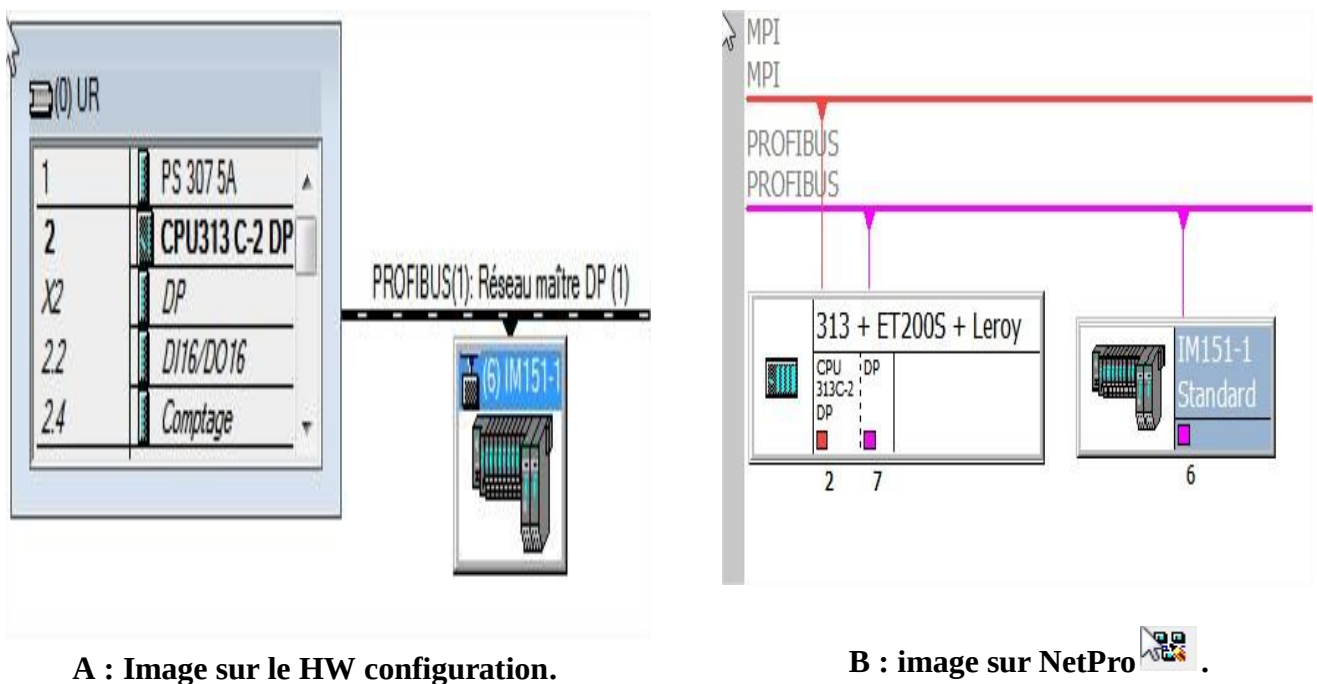


Figure-11 : La CPU avec l'ET 200S.

7- Un Double clique sur l'esclave IM151-1 pour le configurer (Avec les références exactes).

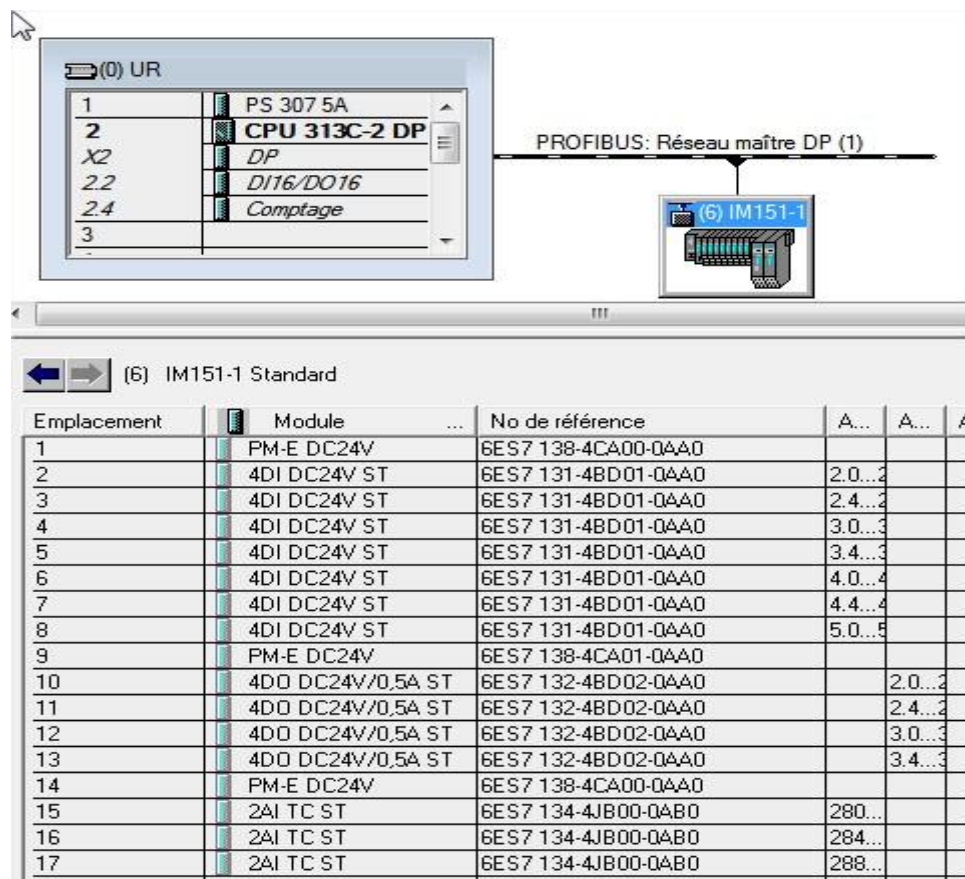


Figure-12 : Configuration CPU313C-2DP avec L'ET200S.

➤ Configuration CPU 313C-2DP avec l'ET 200S et les variateurs de vitesses :

On termine par la représentation de la figure suivante qui illustre la configuration matérielle de notre système étudié.

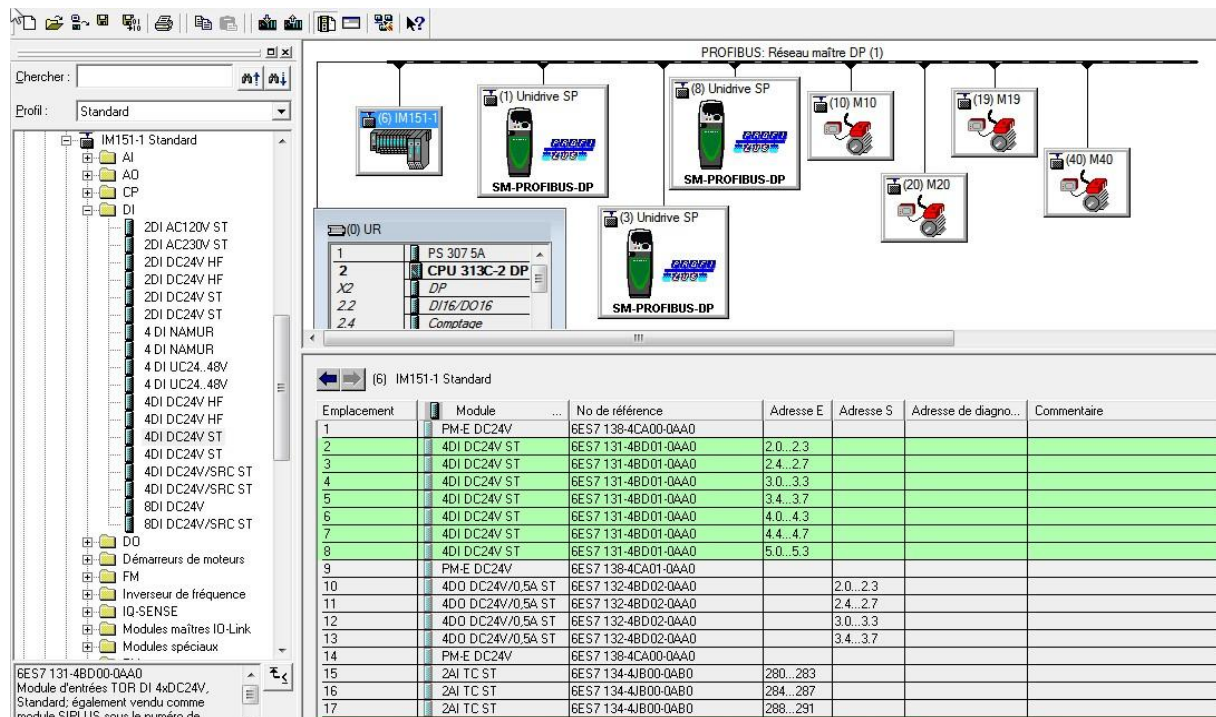


Figure-13 : Configuration de la liaison entre la CPU, les variateurs, les moteurs.et l'ET200S sur le HW.

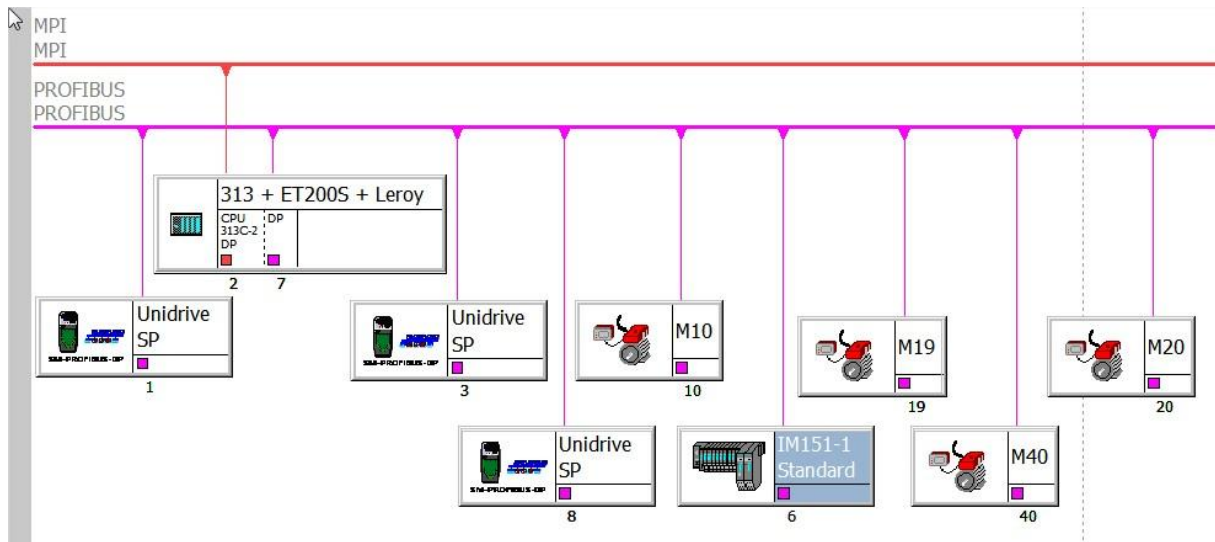


Figure-14 : Configuration de la liaison entre la CPU, les variateurs, les moteurs et l'ET200S sur le NetPro.

III.15) Raccordement de codeur incrémental vers la CPU :

Pour un raccordement sécurisé, il faut tenir en compte ce qui suit :

- Les câbles des capteurs doivent être blindés.
- Les blindages des câbles doivent être appliqués aux deux extrémités.
- Câble souple, diamètre de 0,25 à 1,5 mm².
- Des embouts ne sont pas nécessaires. Si on souhaite tout de même en utiliser, on choisit des embouts sans collet d'isolation (DIN 46228, forme A, courts).

Chaque CPU avec une carte de comptage intégré dispose de deux connecteurs de branchement X1 et X2 (voir la figure-11).

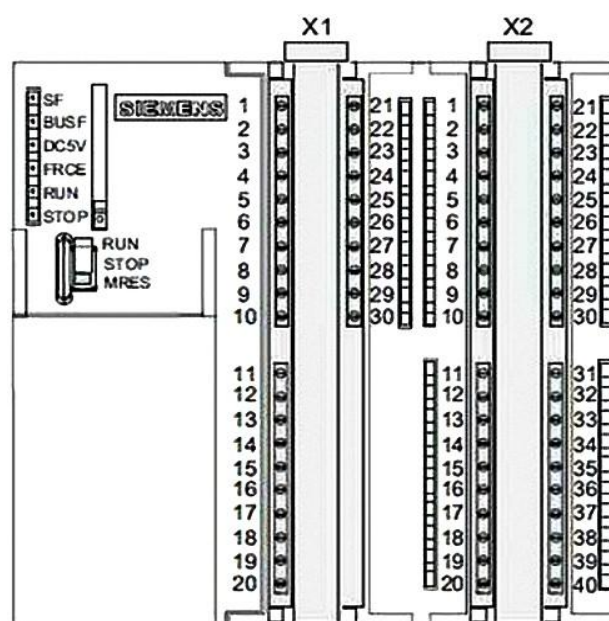


Figure-15 : Connecteurs de branchement X1 et X2.

Et pour notre CPU 313C-2DP le branchement est fait forcément sur le connecteur X2, puisque le type d'entrée est un codeur incrémental. Donc le choix de connecteur est fait par rapport au choix de la CPU. Pour plus de détails consulter l'annexe.

Les figures A-12 et B-12 ci-dessous montre la solution de branchement du codeur vers la CPU, et l'alimentation.

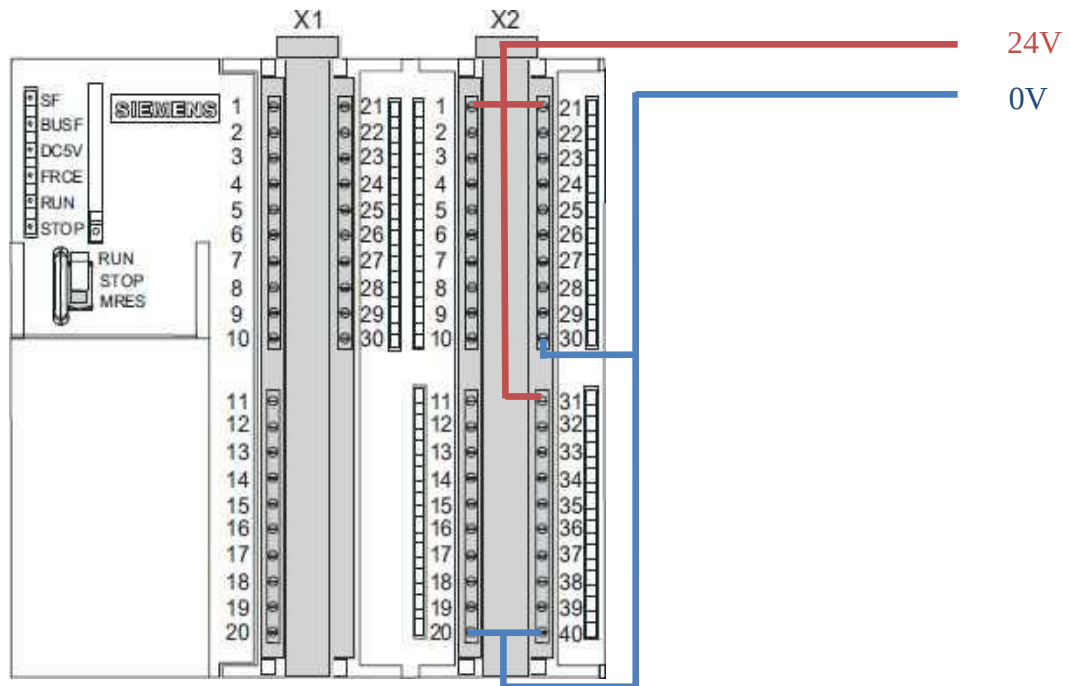


Figure A-16 : Branchement de l'alimentation au connecteur X2.

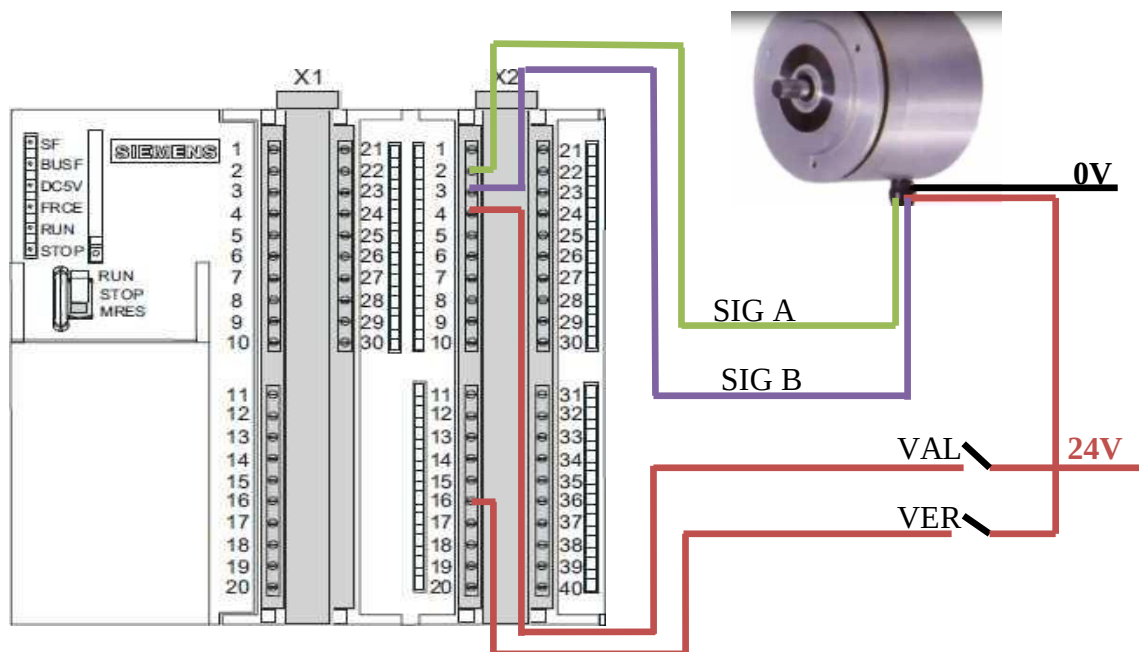


Figure B-16 : Branchement de codeur vers le connecteur X2.

III.16) Commande du compteur depuis le programme utilisateur :

Pour commander le compteur depuis le programme utilisateur, on utilise le SFB COUNT (SFB 47).

On dispose des fonctions suivantes :

- Démarrage/arrêt du compteur au moyen de la validation logicielle SW_GATE.
- Validation/commande de la sortie DO.
- Lecture des bits d'état.
- Lecture de la valeur actuelle du compteur et de la valeur de verrouillage.
- Tâches de lecture et d'écriture des registres de comptage internes.
- Lecture de la durée de période actuelle (pas de connexion au bloc mais uniquement disponible dans le DB d'instance).

La méthode de paramétrage des entrées et des sorties du bloc SFB 47 est toujours disponible sur l'annexe [23].

III.17) Structure de notre programme :

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1 .Cela n'est recommandée que pour les programme de petite taille.

Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre système, la subdivision en parties plus petites est recommandée, celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structure offre les avantages suivants :

- Ecriture des programmes importants mis clairs.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme.
- Modifier facilement le programme.
- Simplifier le test du programme en l'exécutant section par section.
- Faciliter la mise en service.

La structure hiérarchique des blocs du modèle élaboré pour la commande et le contrôle système fardeleuse, elle est illustrée dans la figure suivante

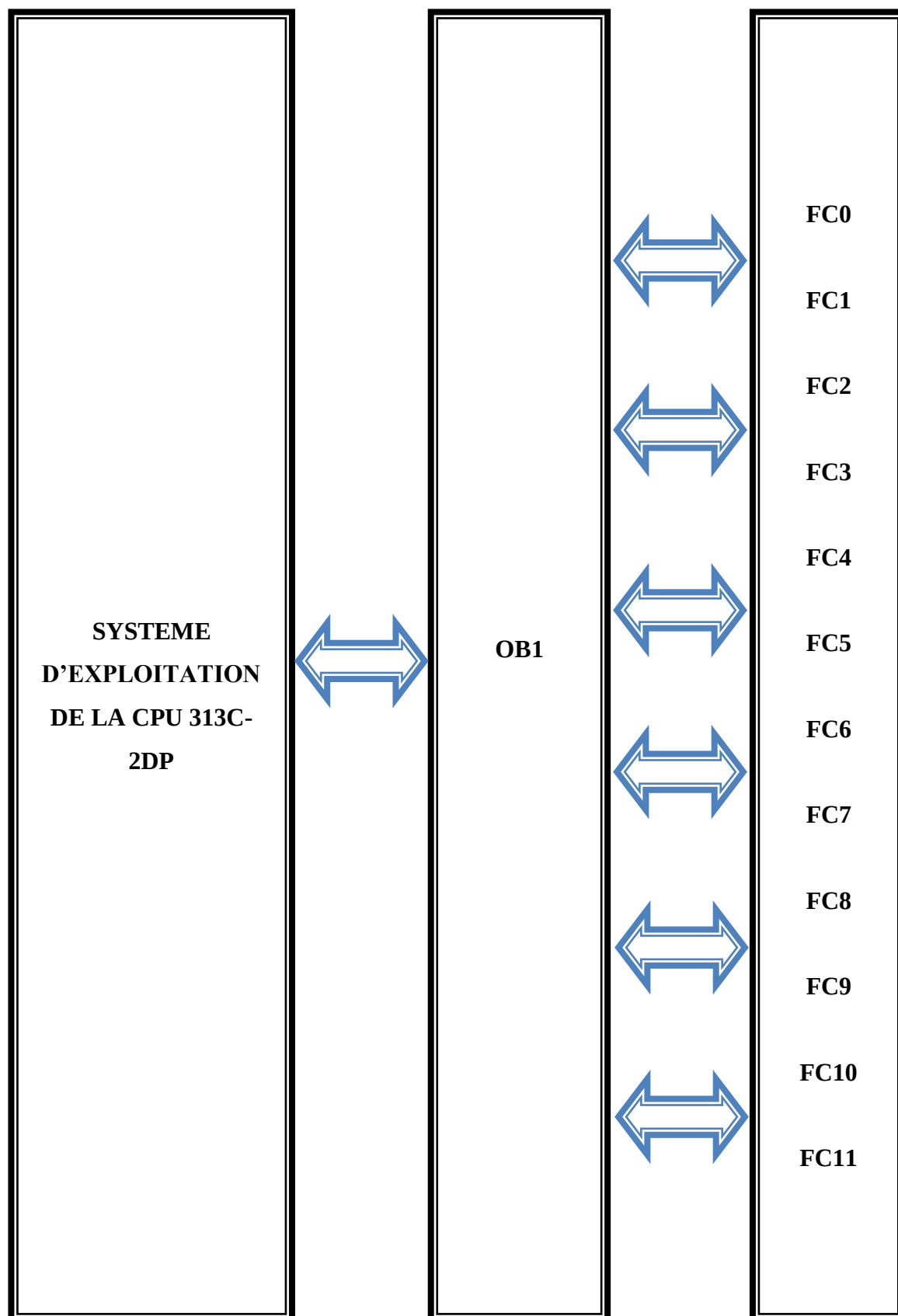


Figure-17 : La structure hiérarchique du programme.

Le tableau ci-dessous représente les différents blocs de programmation.

Tableau 1 : les différents blocs de programmation.

OB1	Contenue
FC0	Programme moteur M1
FC1	Programme came codeur M1
FC2	Programme bobine
FC3	Programme tunnel
FC4	Programme M6, M3 et MV40
FC5	Programme SDI cassette
FC6	Programme convoyeur d'entrée et convoyeur dosage
FC7	Programme des électrovannes
FC8	Mise en échèle température du four
FC9	Programme des défauts du produit déplacé
FC10	Programme des alarmes
FC11	Cadence des moteurs

III.18) Table des mnémoniques :

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation est terminée.

	Etat	Mnémonique	Opéranda	Type
1		READ_SI	SFC 105	SFC 105
2		T1	SFC 64	SFC 64
3		COUNT	SFB 47	SFB 47
4		Cycle Execution	OB 1	OB 1
5		SCALE	FC 105	FC 105
6		CONT VAL	MD 20	DWORD
7		Y101	A 4.1	BCOL
8		ASAVL	E 0.6	BCOL
9		DLCY	E 0.3	BCOL
1		DPDCY	E 1.3	BCOL
1		DPDN	E 1.2	BCOL
1		dete produit	M 0.2	BCOL
1		défaud aliment	M 0.1	BCOL
1		Défaut nappage	M 0.0	BCOL
1		DMP	E 0.5	BCOL
1		DPP	E 1.4	BCOL
1		M1	A 4.0	BCOL
1		DLN	E 0.4	BCOL
1		BMCT	E 0.0	BCOL
2		BMCE	E 0.1	BCOL
2		SB12	E 0.7	BCOL
2		AUD	E 1.1	BCOL
2		BMM1	E 0.2	BCOL
2		BAM1	E 1.0	BCOL
2		resi	A 4.7	BCOL
2		BAT	E 3.0	BCOL
2		DBA	E 3.1	BCOL

Figure-18 : Extrait de la table de mnémonique.

III.19) Validation de notre programme :

Après l'élaboration du programme de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement. Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7.

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un PC/PG

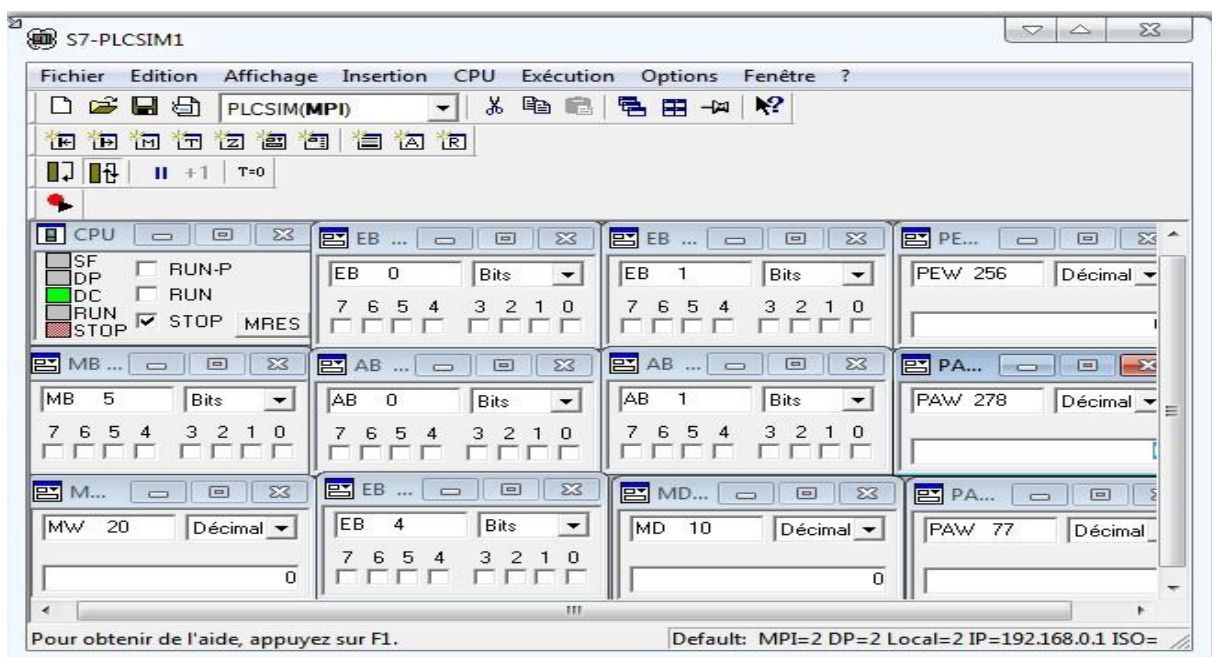


Figure-19 : Fenêtre de S7-PLCSIM.

III.20) Un extrait de programme :

- Condition de démarrage du moteur M1 :

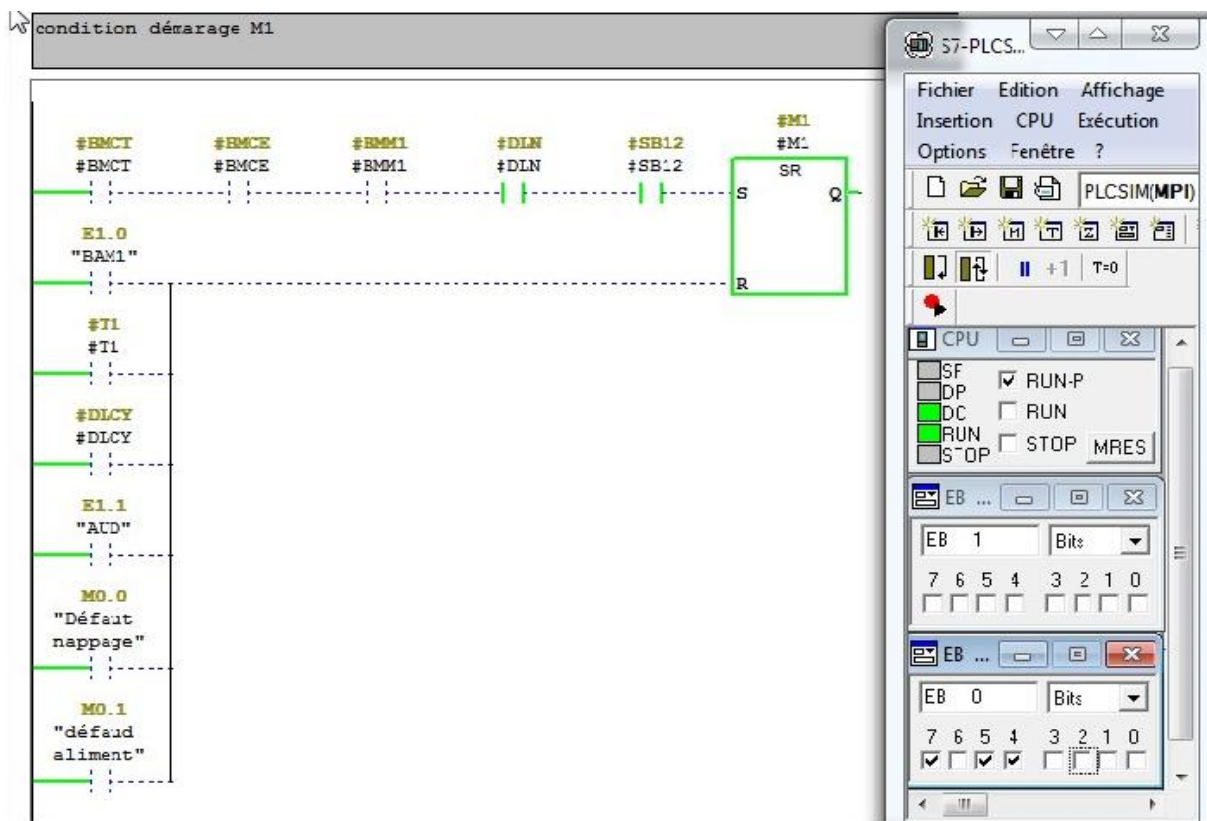


Figure-20 : visualisation dans le programme l'état du moteur M1

C'est réseaux montre l'état du moteur principal M1 et les conditions d'activation et de désactivation.

- **Programmation du codeur incrémental avec le bloc SFB47 :**

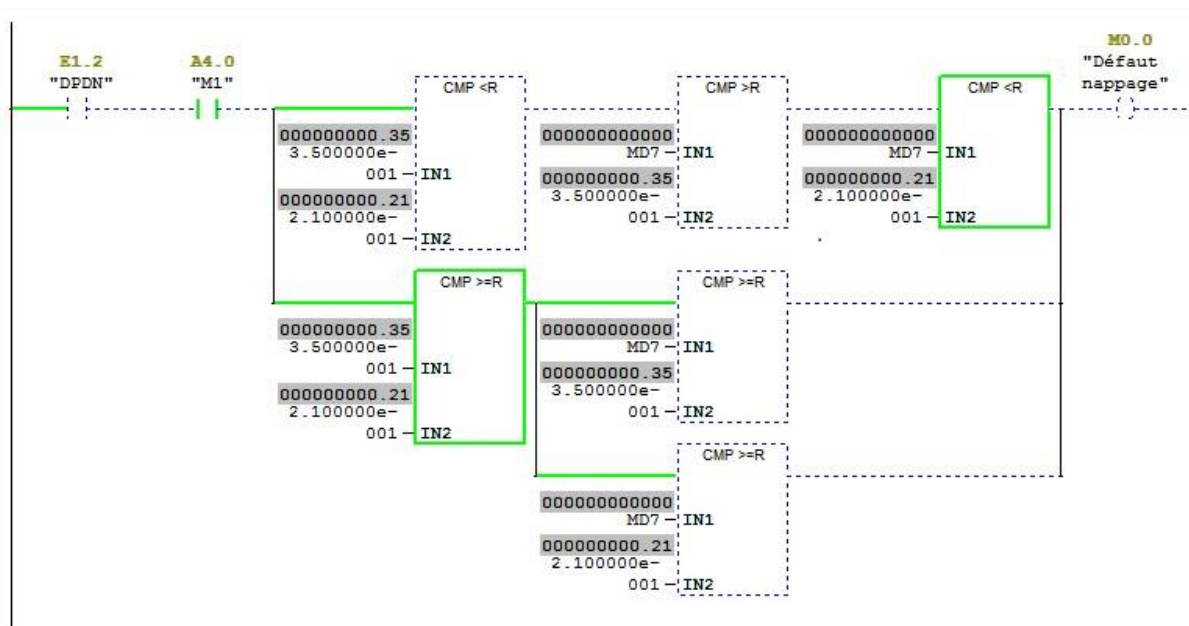
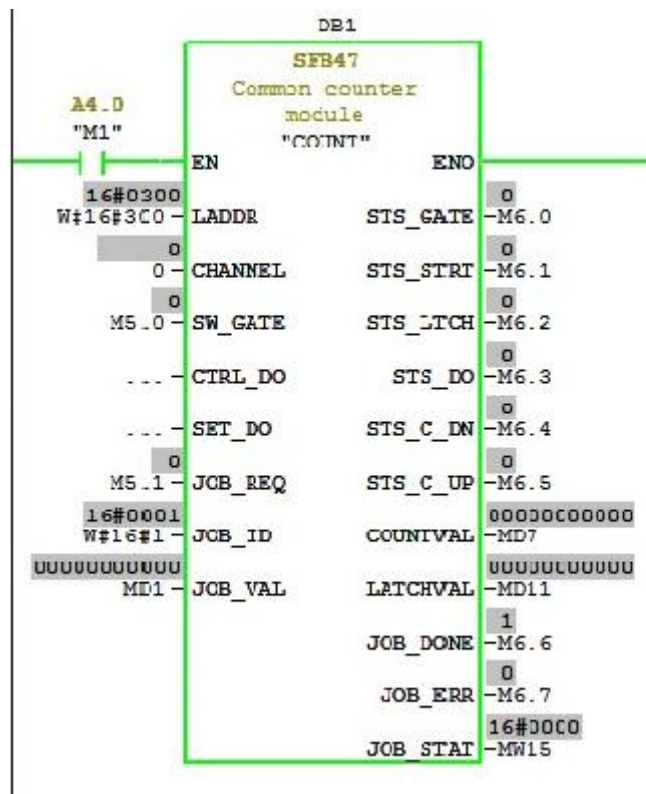


Figure-21 : visualisation de la position codeur.

C'est réseaux et grâce a la position du codeur incrémental on peut programmer les défauts nappage ainsi d'autre défaut de la même manière.

- **Température tunnel :**

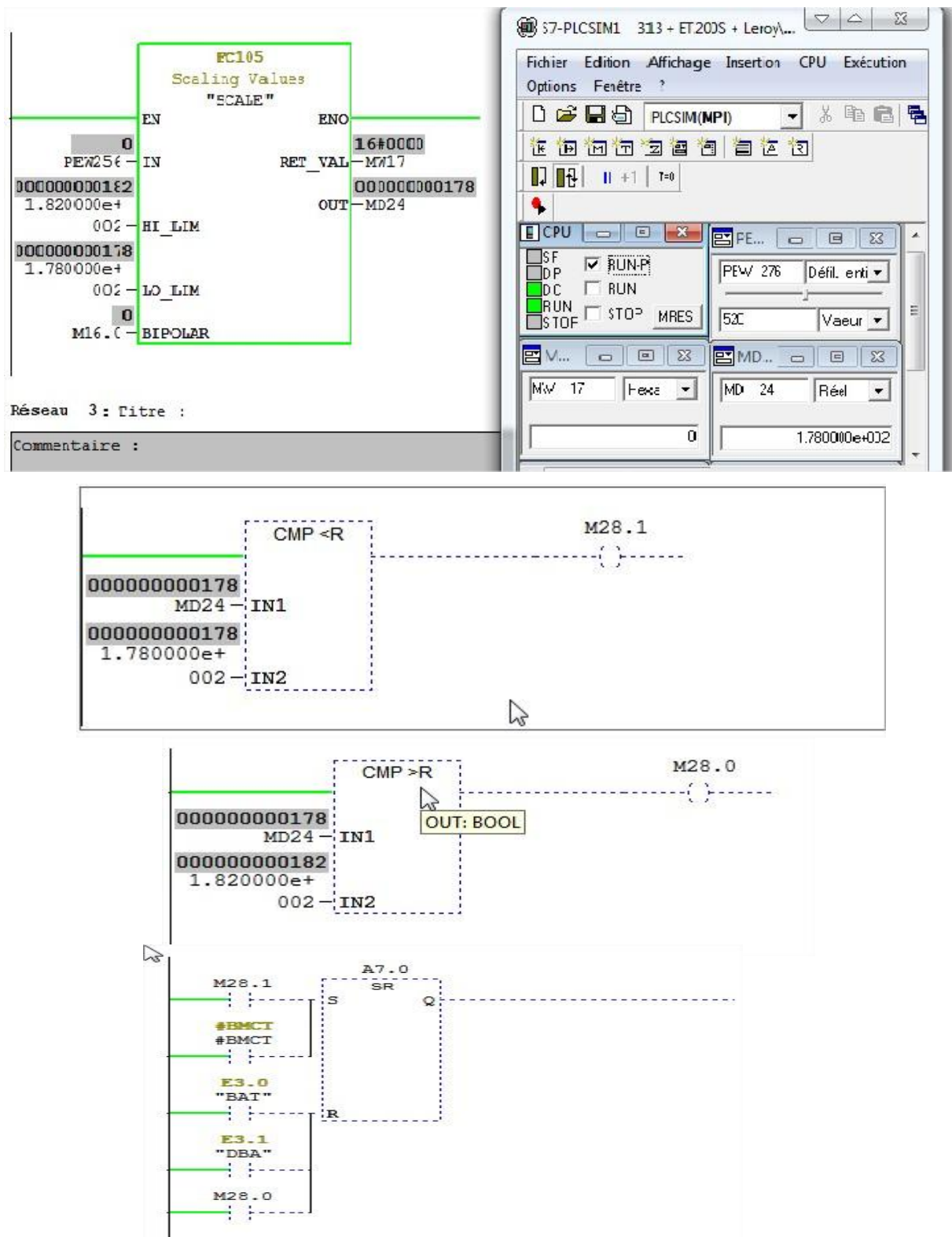


Figure-22 : Visualisation de la température dans une zone du tunnel.

Ces réseaux montrent la détection de la valeur du température dans la zone du tunnel et sa comparaison à des valeurs consignes.

IV) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons modélisé notre procédé de commande à l'aide du GRAFCET. Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un puissant outil de modélisation et de transmission d'information, qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnels à un langage d'implantation optionnel.

Le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation, et nous a permis de programmer l'automate programmable en toute simplicité.

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur l'automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM. Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties.

Dans le dernier chapitre, nous allons développer une plateforme de supervision et de la proposer aussi complète que possible.

Chapitre IV :

Supervision

par outil

WinCC

flexible 2008

I) Introduction :

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Avec le développement de l'informatique, il est possible de traiter des données dans le domaine industriel, grâce à des vues préalablement créées et configurées, et à l'aide d'un logiciel adéquat. Ce logiciel est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne le temps pour les bonnes décisions et pour la conduite du procédé. Il a essentiellement pour mission, de collecter les données (acquisition et stockage) et les mettre en forme (traitement), pour but de créer une interface et transparence entre l'opérateur et la machine.

II) Généralité sur la supervision:**II.1) définition de la supervision :**

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle présente plusieurs avantages pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande.

A l'aide d'un logiciel de supervision, l'opérateur peut s'intégrer et visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit, aussi permet de détecter les problèmes qui peuvent apparaître en cours de fonctionnement dans une installation industrielle. Le processus est représenté par un synoptique comprenant des images et des objets animés pour l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

II.2) Avantage de la supervision :

- La détection des défauts.
- La surveillance du processus a distance.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

II.3) Constitution d'un système de supervision :

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattache des données provenant des équipements (automates,...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données ainsi la communication avec d'autres applications.

II.3.1) Module de traitement :

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

➤ **Représentation graphique des données :**

Sous forme de courbes et conduites ou d'historique présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre.....).

➤ **Traitement des alarmes et des défauts :**

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

II.3.2) Module de communication

Il assure l'acquisition et le transfert de données, ainsi qu'il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

II.3.3) Le module d'archivage :

Il mémorise les données (alarme et événement) pendant une longue période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de la production.

II.3.4) Le module de visualisation (affichage) :

C'est la représentation graphique du processus ou on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (marche et arrêt des moteurs...).

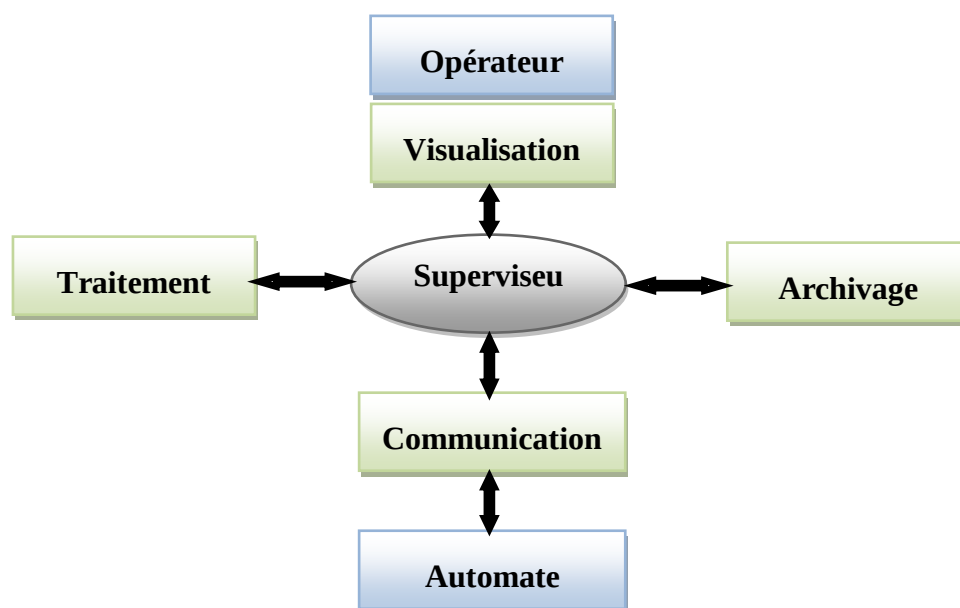


Figure-1 : Schéma synoptique d'un système de supervision.

III) Logiciel de supervision WinCC flexible 2008 :

WinCC (Windows Control Center) est un logiciel de supervision développé par SIEMENS. Il est caractérisé par sa flexibilité, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé par un composant hors SIEMENS.

Un logiciel graphique est appelé Interface Homme Machine(IHM), qui assure la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Ce logiciel offre une bonne solution de supervision en mettant à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

III.1) Applications disponibles sous WINCC flexible 2008 :

WinCC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants :

➤ **Graphie designer :**

Il offre la possibilité de créer des vues du procédé, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. A cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objets, et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au graphic runtime.

➤ **Tag logging :**

On y définit les archives, les valeurs du processus à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

➤ **Alarme logging :**

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs, les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, leur visualisation, leur acquittement et leur archivage.

➤ **Global script runtime :**

Il dispose de deux éditeurs, l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic, à l'aide des quels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le WinCC.

➤ **Report designer :**

Contient des informations avec lesquels on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression.

➤ **User administrator :**

C'est là où s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et on leur affecte la liste des autorisations.

III.2) Développement d'une application sous WinCC :

La supervision de la machine fardeleuse a été élaborée à l'aide du logiciel WinCC, vu de ses particularités

Les différentes étapes à suivre pour créer notre application sont :

- Créer un projet.
- Sélectionner et installer l'API.
- Définir les variables dans l'éditeur de variable.
- Créer et éditer les vues (vue de tous les ouvrages) dans l'éditeur graphic designer.
- Paramétrer les propriétés de WinCC runtime.
- Activer les vues dans le WinCC runtime.

III.3) WinCC et SIMATIC STEP7:

Faisant partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation), WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en œuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge.

WinCC s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi en temps et on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

III.4) Avantage de WinCC flexible 2008:

- WinCC Permet de visualiser le processus et de concevoir l'interface graphique destinée à l'opérateur.
- WinCC Permet à l'opérateur de surveiller le processus. Pour se faire, le processus est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état du processus évolue, l'affichage est mis à jour.
- WinCC Permet à l'opérateur de commander le processus, à partir de l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple entrer une valeur de consigne ou actionner un moteur.
- Lorsqu'un état de processus devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement, l'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.

- Les alarmes et valeurs de processus peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC. Ceci permet de documenter la marche du processus et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer différents programmes pour piloter le processus ou exploiter des données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre processus. Le système supporte de nombreuses configurations.
- La gamme des configurations s'étend du système monoposte aux systèmes répartis à plusieurs serveurs en passant par les systèmes client-serveur.
- La configuration WinCC peut être modifiée à tout moment même après mise en service. Les projets existants n'en sont pas affectés.
- WinCC est un système IHM compatible avec le réseau Internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance) [24].

IV) Développement d'un système de supervision sous WinCC flexible 2008 :

IV.1) Réalisation des vues de contrôle et de supervision :

On a développé 11 vues de contrôle de supervision :

- Vue d'accueil principale.
- Vue du mode auto.
- Vue du mode manu.
- Vue des alarmes.
- Vue des paramètres.
- Vue de réglage machine.
- Cadence des moteurs.
- Vue des résistances.
- Vue niveau bobine.
- Vue des moteurs.
- Vue des températures tunnel.

Grace à ces vues, on pourra suivre et surveiller la production.

• Vue d'accueil principale :

Pour que l'opérateur accède aux autres vues de l'écran il doit appuyer sur le bouton d'entrée à la vue voulu, et pour revenir à la page principale l'opérateur doit appuyer sur Accueil.

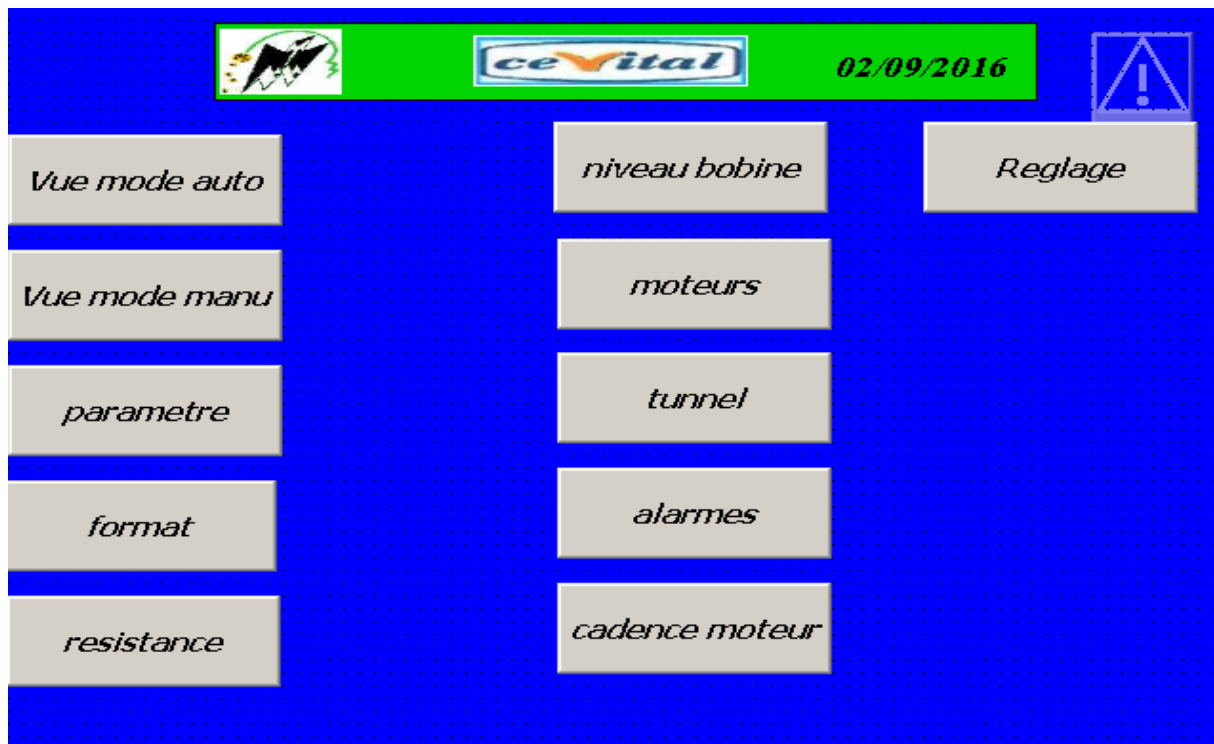


Figure-2 : Vue d'accueil principale.

Vue mode auto : Affichage de la page marche machine en mode automatique.

Vue mode manu : Affichage de la page marche machine en mode manuel.

Paramètre : AFFICHAGE de la page paramétrage des consignes.

Format : Affichage de la page permettant de sélectionner le format.

Résistance : Affichage l'état des résistances.

Niveau bobine : Affichage de la page des niveaux de bobine de film.

Moteurs : Affichage l'état des moteurs.

Tunnel : Surveillance et paramétrage des températures de résistances tunnel.

Alarmes : Affichage de la page des alarmes.

Cadence moteurs : Affichage de la page de paramétrage des cadences de moteurs.



: S'illumine en cas d'alarme (appuyer sur le cadre alarme pour affichage).

- **Vue du mode auto :**

C'est la vue de commande de la machine en mode automatique, elle comporte tout les boutons d'activation de la machine, aussi on a inséré le bouton d'accueil pour revenir directement à la vue principale. L'activation et la désactivation des boutons apparaissent dans la déférence de leur couleur.

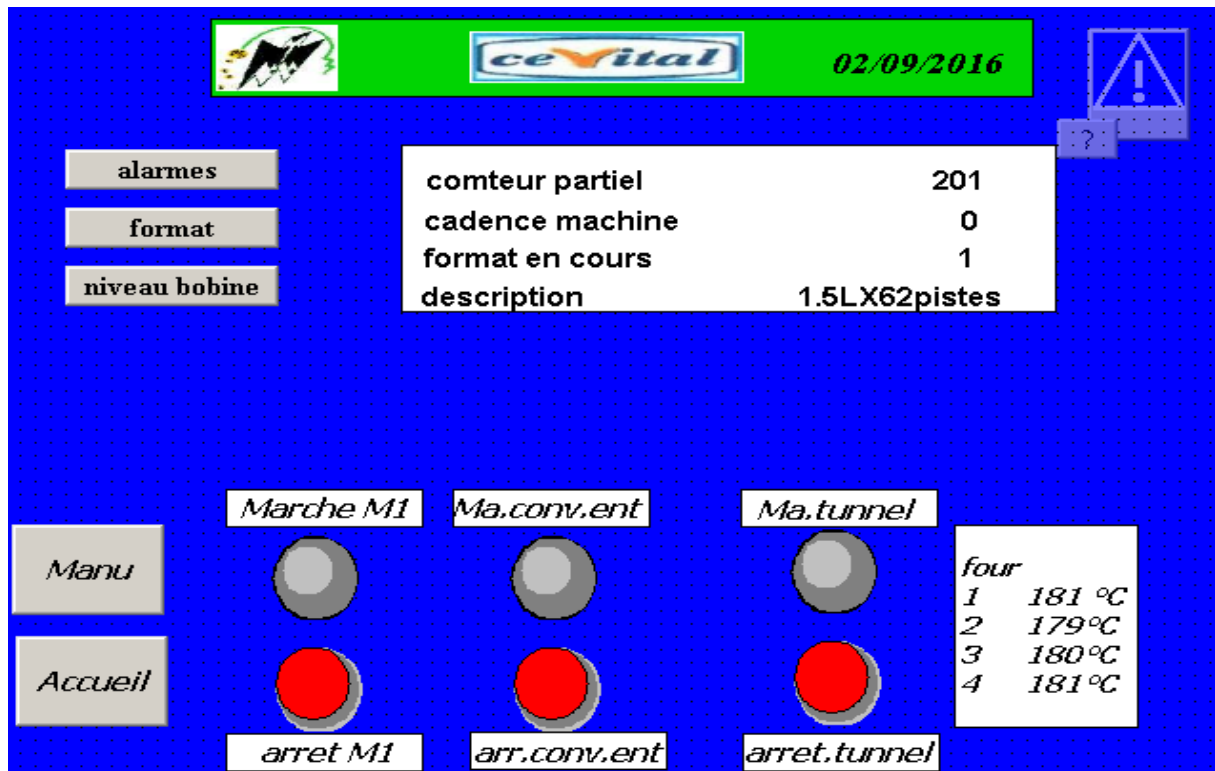


Figure-3 : Vue du mode automatique.

Marche M1 : démarrage de la machine en automatique (M1).

Arrêt M1 : Arrêt du Moteur M1.

Ma.conv.ent : démarrage du convoyeur d'entrée.

Arr.conv.ent : Arrêt convoyeur d'entrée.

Ma.tunnel : démarrage du tunnel

Arrêt.tunnel : arrêt du tunnel, (le tunnel continue à tourner sans chauffage durant environ 15mn).

Four : Indique la température actuelle du four dans les zones 1, 2, 3 et 4.

Manu : appuyer pour passer en manuel.

• Vue du mode manu :

Cette vue à pour la commande manuel, elle comporte des boutons de démarrage et d'arrêt de convoyeur afin de remplir le tapis avec les bouteilles, et aussi actionner chaque moteur en mode manuel en cas d'une synchronisation de la machine.

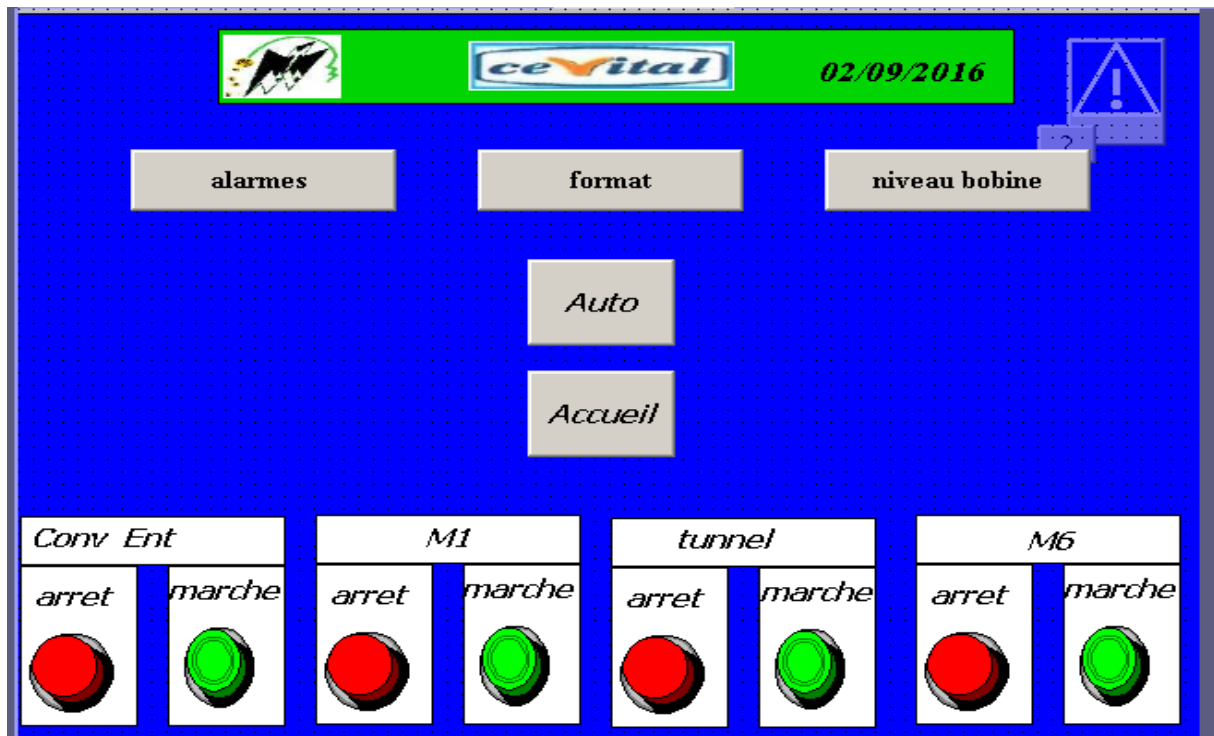


Figure-4 : Vue du mode manuel.

- **Vue des alarmes :**

Cette vue se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes, elle comporte un voyant qui s'illumine au niveau de toutes les vues de supervision en cas d'alarme (on appuyant sur le cadre alarme pour l'affichage).elle comporte aussi un bouton d'acquiescement fait pour la sécurité de l'opérateur.

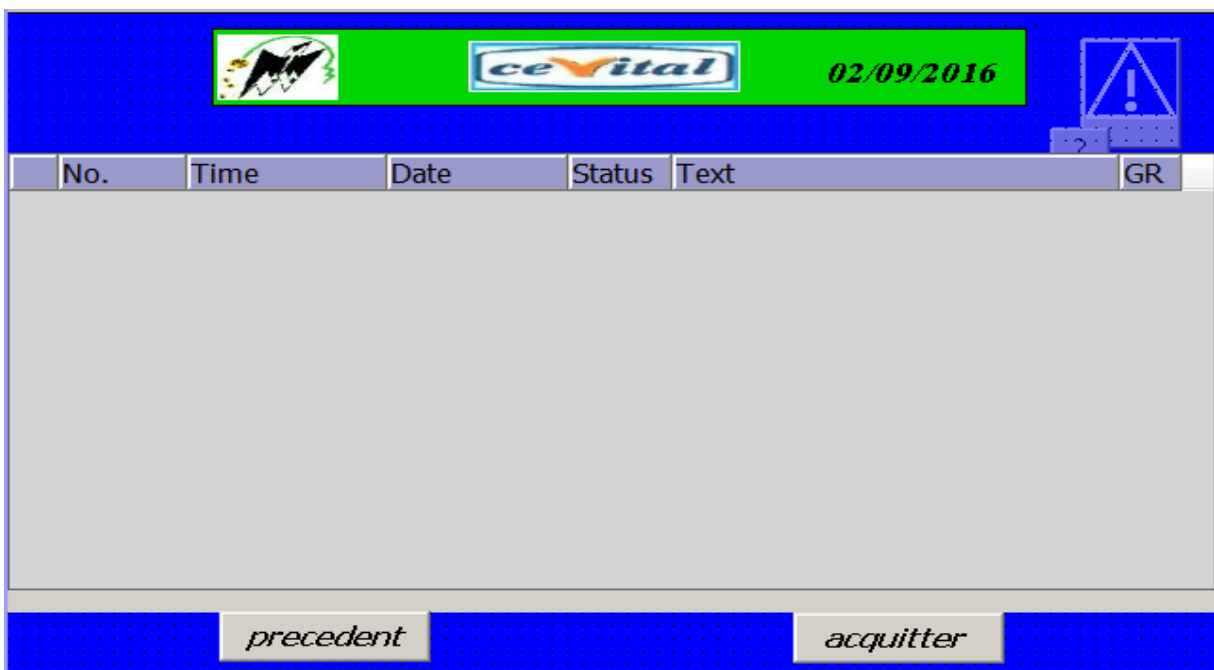


Figure-5 : Vue des alarmes.

Acquitter : bouton d'acquiescement pour la sécurité de l'opérateur.

Precedent : revenir à la page précédente.



: Voyant s'illumine en cas d'alarmes.

- **Vue des paramètres :**

Cette vue contient l'affichage de trois autre vue l'une contient les paramètres des résistances et l'autre contient la cadence des moteurs.et l'autre contient le réglage de la machine.

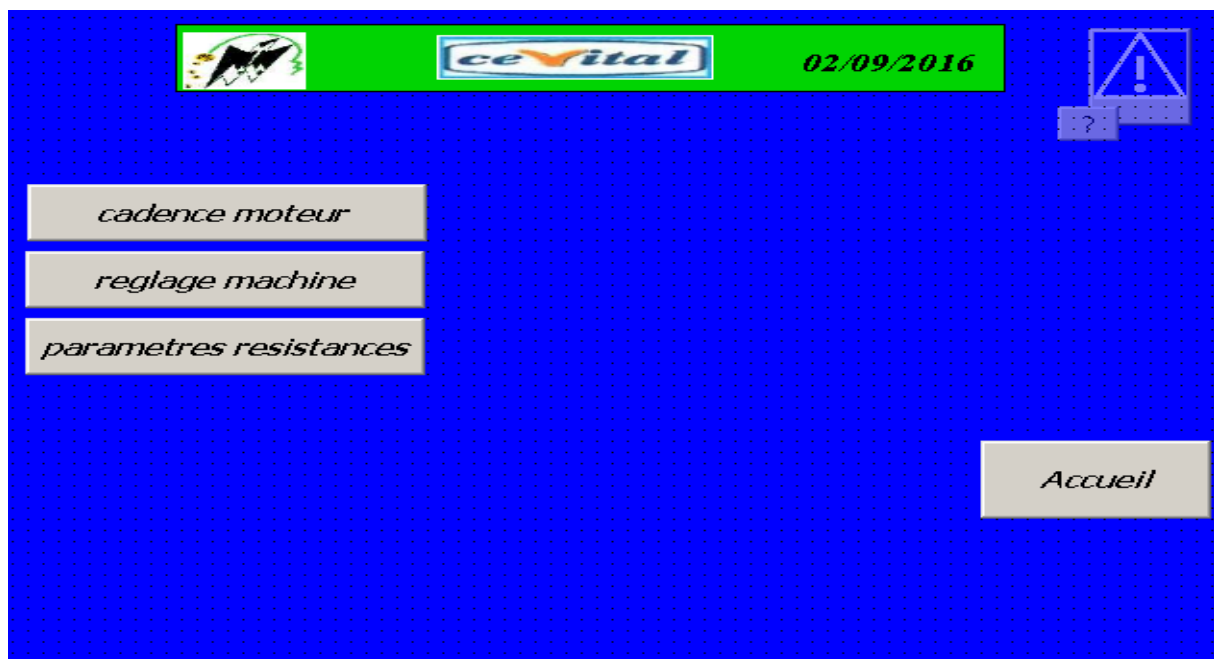


Figure-6 : Vue des paramètres.

- **Vue de réglage machine :**

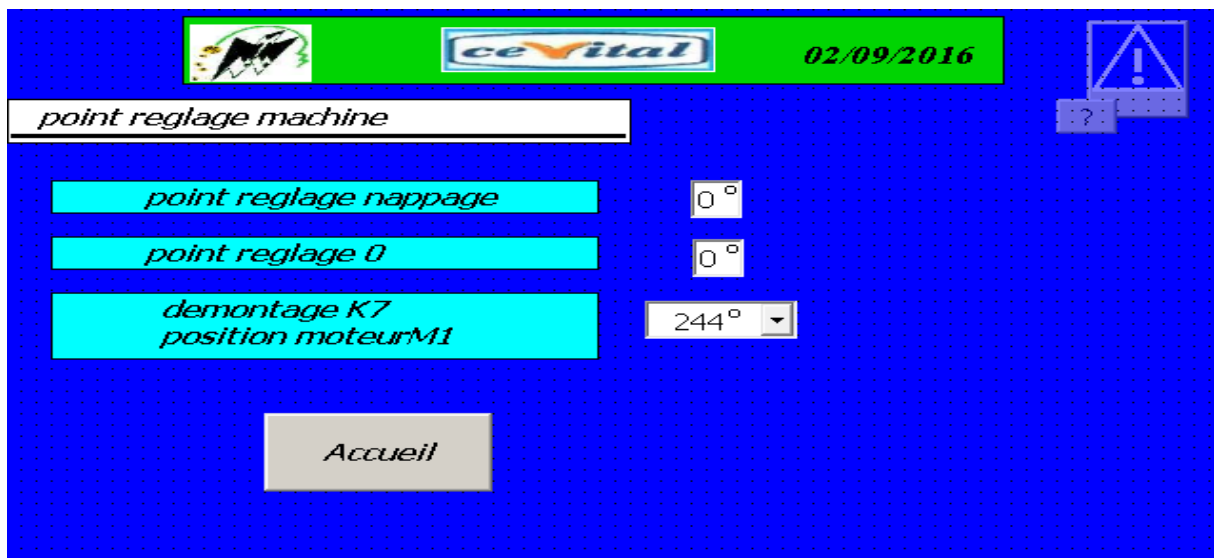


Figure-7 : Vue de réglage machine.

Point réglage nappage : permet à l'aide de la commande manuelle de régler le déphasage entre le nappage et le moteur principal

Point réglage 0 : permet à l'aide de la commande manuelle d'avancer la machine à un angle prédéfinis (notamment le point zéro de la machine).

Démontage K7 permet à l'aide de la commande manuelle de faire avancer la machine jusqu'à ce que l'ensemble de sélection soit à son point de démontage.

- **Vue cadence des moteurs :**

Dans cette vue l'opérateur gère le tau de la production en donnant une consigne à chaque moteur mentionné dans la figure ci-dessous.

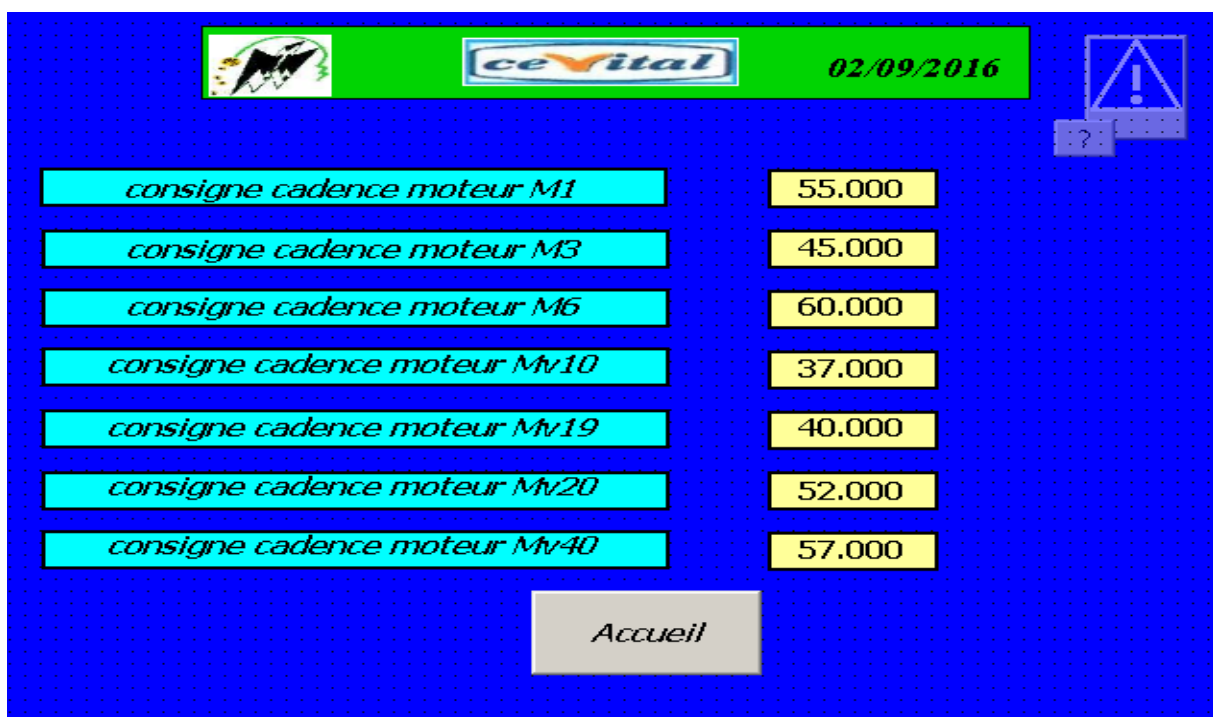


Figure-8 : Vue cadence des moteurs.

- **Vue des résistances :**

Cette vue permet la visualisation l'état de marche ou l'arrêt des résistances. L'état de marche des résistances est animé avec un voyant de couleur verte et l'état d'arrêt avec un voyant de couleur rouge.

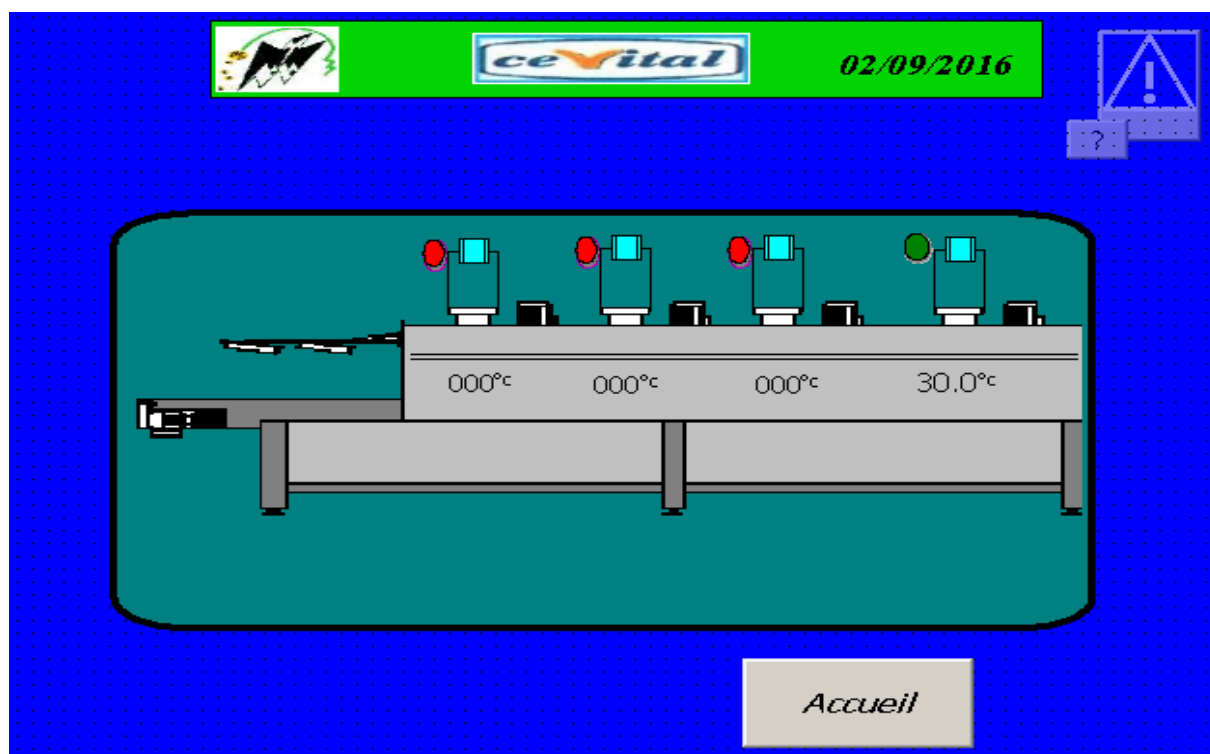


Figure-9 : vue des résistances.

- **Vue du niveau bobine :**

Indique le niveau de la bobine de film en cours d'utilisation. Nombre de packs à produire avant de changer de bobine

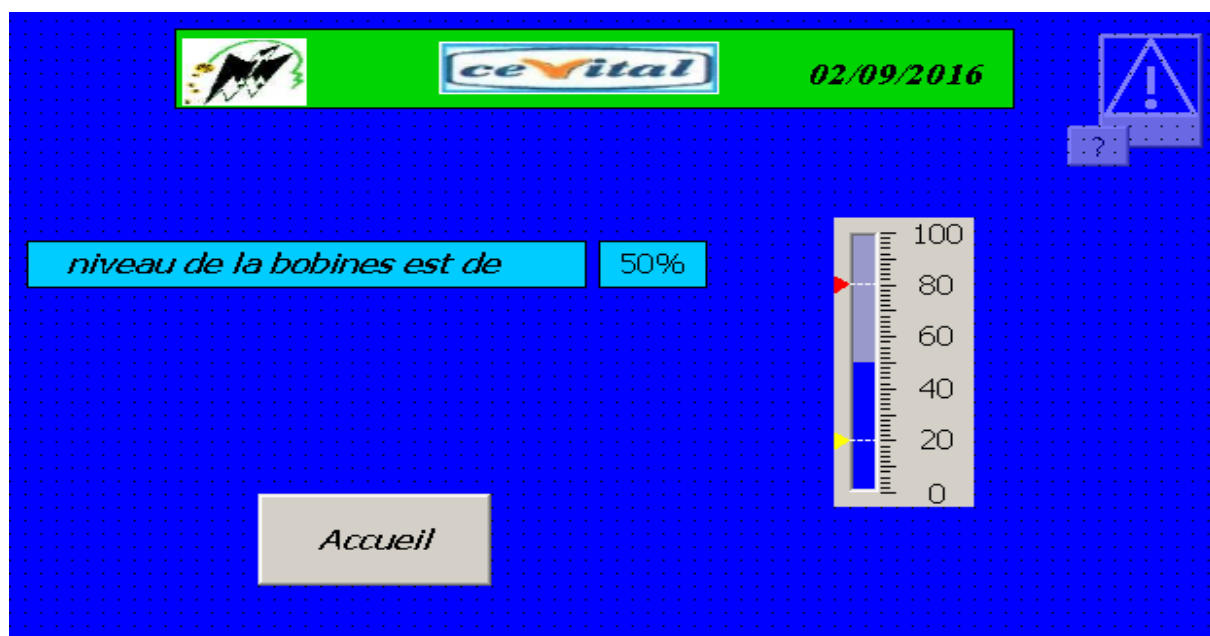
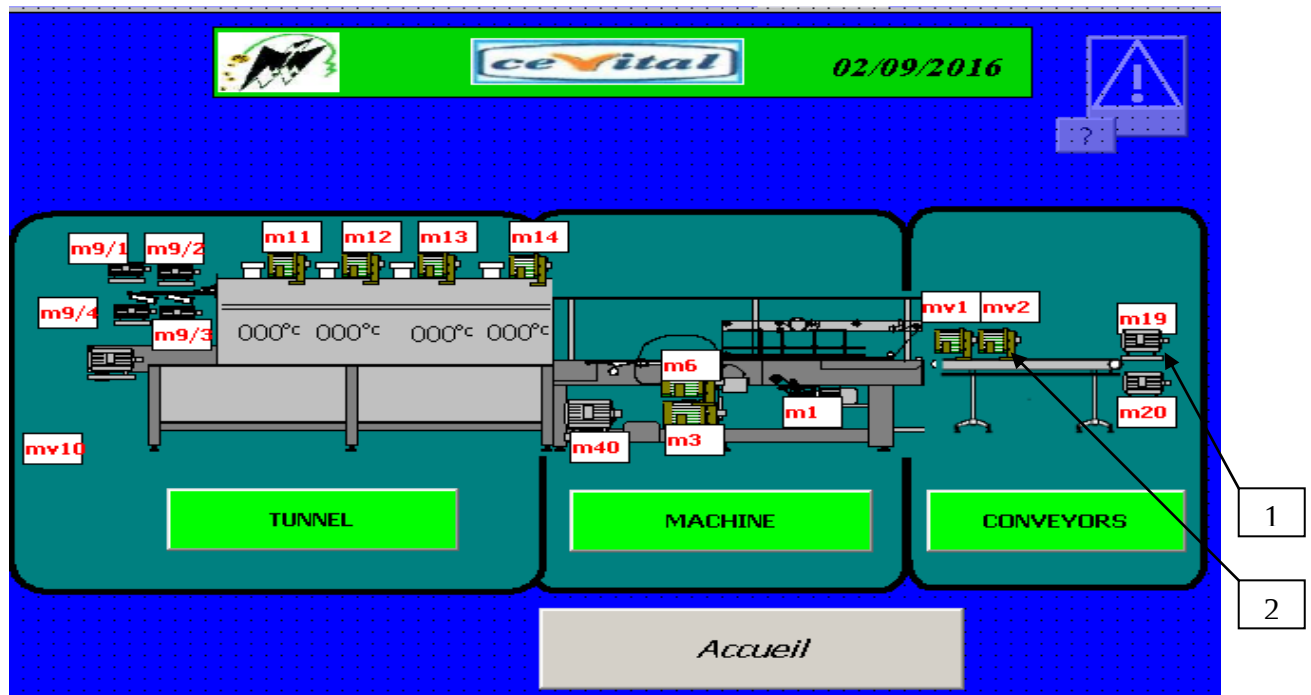


Figure-10 : Vue du niveau bobine.

- **Vue des moteurs :**

Cette vue nous donne la visualisation de l'état de marche au arrêt des moteurs.



1 : état du moteur en arrêt.

2 : état du moteur en marche.

Figure-11 : Vue des moteurs.

- **Vue du tunnel :**

Dans cette vue l'opérateur va donner la consigne de la température du tunnel au même temps il peut visualiser la température du tunnel mesurée par les sondes.

	mesure	consigne
resistnace 1	160°C	180°C - +
resistnace 2	172°C	180°C - +
resistnace 3	178°C	180°C - +
resistnace 4	143°C	180°C - +

Figure-12 : Vue des températures du tunnel

V) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons réalisé les vues de contrôle et de supervision de la machine fardeleuse qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel. Nous avons constatés que le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en options. Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin. Il combine l'architecture moderne des applications Windows et du logiciel de conception graphique, et il dispose de tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tout les effets d'animations qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

Le logiciel de supervision nous a permis de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations d'automatisation de la machine fardeleuse.

Conclusion Générale

Au terme de ce projet de fin d'étude, nous avons abouti avec succès à l'objectif fixé par unité « Lalla Khedidja » qui est de mettre à jour la commande de la fardeleuse et de créer une plate forme de supervision.

Dans le manuscrit une présentation de l'entreprise à été faite en premier, suivie par des généralités sur l'instrumentation industrielle utilisée dans notre projet. Une analyse fonctionnelle approfondie et très détaillée de la fardeleuse a été exposée dans la deuxième partie de ce mémoire ainsi plusieurs organigrammes qui modélisent le système de fardelage ont été donnés à la fin de cette partie. Un Grafcet de niveau 2 de la fardeleuse et les différentes étapes à suivre pour aboutir au programme sont détaillé dans le chapitre trois, la configuration matérielle et un extrait de programme sont donnés dans ce même chapitre. En fin onze vues de la supervision ont été présentées dans le dernier chapitre.

Notre travail est accompagné d'un stage effectué au niveau de l'usine de cette unité qui se trouve à Agouni Gueghrane Ouadhia. Ce stage m'a permet d'acquérir une expérience professionnelle dans le domaine de l'industrie en général et particulièrement dans les automatismes industriels, le long de cette expérience j'ai réussi à approfondi mes connaissances théoriques et pratiques concernant les automates programmables industriels de la marque Siemens modèle S7 300 et son logiciel Step7 ainsi le logiciel de supervision WinCC.

Avec ce travail l'unité « Lalla Khedidja » a bénéficié d'une étude complète de la fardeleuse, en réalisant un programme adapté à l'actualité technologique des automates, de plus des interfaces de supervision ont été réalisés dans le but d'aider les opérateurs et de faciliter la maintenance.

Nous souhaitons que ce modeste travail soit une aide pour les futurs étudiants et une référence dans le domaine des automatismes industriels.

Bibliographie :

- [1] : document fourni du l'unité Civital (ressource humaine).
- [3] : Fardeleuse (Sujet concours TSI CCP 2011).
- [4] : Documentation technique de CERMEX fournie a l'unité lalla khedidja (Cevital)
EDITION DU 16/11/2005 TSM 4 SDI 45761.
- [5] : DOSSIER D FARDELEUSE Doc DI à D23 J. 1059-F (four).
- [6] : Vaga broch 0704_fr_sch : Le conditionnement secondaire avec fardeaux.
- [8] : Chapitre_01_668_H14 : cours GPA 668.
- [9] :Cours_GPA668_E13_02_03_04_05.
- [10] : Guide_des_Solutions_Automatisme_2008-FR.
- [11] : Cour Codeur_incrémental : Philippe HOARAU.
- [12] : Cour codeur_absolu (2) : Philippe HOARAU.
- [13] : Codeur SEW : manuel version 6/99.
Cours-Codeurs-moteurs.i4811.v070.odt - 7 mai 07 - Rév. 98 pages 2/5.
- [14] : Réducteur et motoréducteur : manuel version 07/2006 11509015/BE/FR.
- [15] : Moteurs triphasés, servomoteurs asynchrones pour atmosphères explosibles : Version
10/2008 16715225/ FR.
- [16] : Démarreurs et variateurs de vitesse électroniques : Cahier technique Schneider Electric
n° 208. Daniel CLENET.
- [17] : Documentation technique de LEROY-SOMER fournie au CIVITAL : Version 1.1
Gauds 20/02/06.
- [18] : Systèmes d'entraînement décentralisés Interfaces et modules répartiteur de bus
PROFIBUS : Version 01/2007 11401427 / FR.
- [19] : Du Grafctet aux réseaux de pétri : (deuxième édition revue et augmentée). RENE
DAVID. HASSANE ALLA, HERMEX, Paris, 1997.
- [20] : Configuration matérielle spécifique avec SIMATIC S7 CPU 314C-2 PN/DP :
Module 013-101 TIA Portal
- [21] : SIMATIC S7-300, CPU 31xC et CPU 31x : Installation et configuration :
03/2011 A5E00105493-12.
- [22] : Programmer avec STEP7 : Manuel 6ES7810-4CA08-8CW0.
- [23] : SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 31 xC : Fonctions technologiques : 03/2011
A5E00105485-05
- [24]: SIEMENS SIMATIC HMI Win CC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced:
Manuel d'utilisation 6AV6691-1AB01-3AC0.

Annexe

Comptage, mesure de fréquence et modulation de largeur d'impulsion

5

5.1 Vue d'ensemble

5.1.1 Modes de fonctionnement et caractéristiques – présentation

Modes de fonctionnement des CPU

- Comptage
- Mesure de fréquence
- Modulation de largeur d'impulsion (sortie d'une série d'impulsions)

Vue d'ensemble des caractéristiques des CPU

- **Nombre de voies**
 - CPU 312C : 2 voies
 - CPU 313C : 3 voies
 - CPU 313C-2 DP, PtP : 3 voies
 - CPU 314C-2 DP, PN/DP, PtP : 4 voies

Remarque

Lorsque vous utilisez une fonction de positionnement, vous ne disposez plus que de 2 voies (voie 2 et voie 3).

- **Fréquence de comptage**
 - CPU 312C : max. 10 kHz
 - CPU 313C : max. 30 kHz
 - CPU 313C-2 DP, PtP : max. 30 kHz
 - CPU 314C-2 DP, PN/DP, PtP : max. 60 kHz

- **Signaux comptés par la CPU**

Codeur incrémental 24 V avec deux pistes déphasées de 90° (codeur rotatif).¹

- Générateur d'impulsions 24 V avec niveau de sens
- Détecteur 24 V (par ex. BERO ou barrière photoélectrique)

- **Configuration**

- Dans les masques de paramétrage

¹ L'exploitation quadruple des deux signaux entraîne, en interne, une fréquence de comptage quadruple.

5.1.2 Fonctions – présentation

Comptage

- Modes de comptage
 - Comptage en continu
 - Comptage monocoup
 - Comptage périodique
- Fonction de validation

Pour démarrer, arrêter et interrompre les fonctions de comptage.
- Fonction de verrouillage

Fonction de verrouillage Cette fonction vous permet d'enregistrer la valeur interne actuelle du compteur lors d'un front positif à l'entrée TOR.
- Comparaison

Vous pouvez entrer une valeur de comparaison dans la CPU. En fonction de la valeur de comptage et de la valeur de comparaison, une sortie TOR peut être activée et/ou une alarme de processus déclenchée.
- Hystérésis

Vous pouvez paramétrer une hystérésis pour la sortie TOR. Vous évitez ainsi la commutation de la sortie TOR à la moindre oscillation du signal du capteur lorsque la valeur de comptage se trouve dans la plage de la valeur de comparaison.
- Alarme de processus
- Mesure de durée de période

Vous pouvez mesurer la durée de période du signal de comptage jusqu'à une fréquence de comptage maximale de 1 kHz.

Mesure de fréquence

- Fonction de validation

Vous utilisez la fonction de validation pour démarrer et arrêter la mesure de fréquence.
- Limite inférieure/supérieure

Pour la surveillance de la fréquence, vous pouvez paramétrer une limite inférieure et supérieure. Lorsque les limites sont atteintes, la sortie TOR peut être activée et/ou une alarme de processus déclenchée.
- Alarme de processus

Modulation de largeur d'impulsion (MLI)

- Fonction de validation

Vous utilisez la fonction de validation pour démarrer et arrêter la modulation de largeur d'impulsion.

- Alarme de processus

5.1.3 Composants d'une application de comptage – présentation

Vue d'ensemble

Les fonctions de comptage (comptage, mesure de fréquence et modulation de largeur d'impulsion) sont intégrées à la **CPU**. Les impulsions de comptage sont délivrées par le **capteur** ou par un commutateur sans rebondissement.

Votre **PG/PC** vous permet de

- Paramétrer la CPU au moyen des masques de paramétrage pour les fonctions technologiques de la CPU.
- Programmer la CPU au moyen de blocs fonctionnels système que vous pouvez directement intégrer au programme utilisateur.
- Mettre la CPU en service et de la tester au moyen de l'interface standard de STEP 7 (fonctions de visualisation et table des variables).

5.2 Câblage

5.2.1 Règles de câblage

Câbles de raccordement/blindage

- Les câbles des capteurs doivent être blindés.
- Les câbles des entrées et sorties TOR doivent être blindés à partir d'une longueur de câble de 100 m.
- Les blindages des câbles doivent être appliqués aux deux extrémités.
- Câble souple, diamètre de 0,25 à 1,5 mm².
- Des embouts ne sont pas nécessaires. Si vous souhaitez toutefois en utiliser, choisissez des embouts sans collet d'isolation (DIN 46228, forme A, courts).

5.2 Câblage

Etrier de connexion des blindages

L'étrier de connexion des blindages vous permet de relier facilement tous les câbles blindés à la terre – par raccordement direct de l'étrier de connexion des blindages au profilé support.



ATTENTION

Risque de blessures et de dégâts matériels lorsque la tension n'est pas coupée :

Si vous effectuez le câblage du connecteur frontal de la CPU lorsque celle-ci est sous tension, vous risquez de vous blesser avec les effets du courant électrique !

Effectuez le câblage exclusivement lorsque la CPU est hors tension !

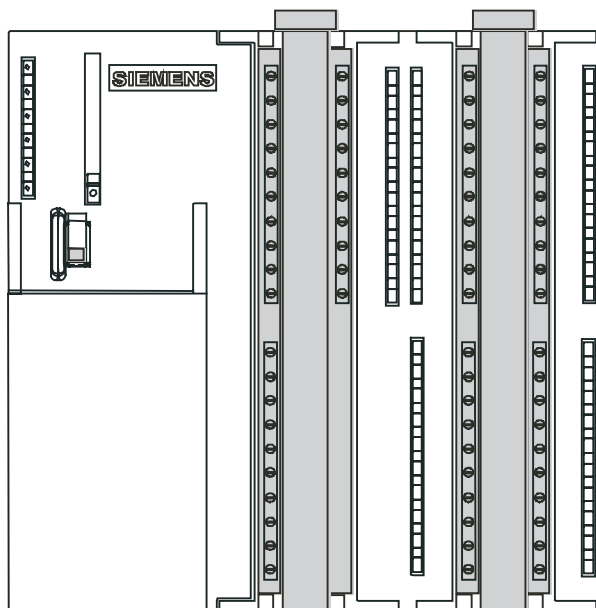
Remarques supplémentaires

Vous trouverez de plus amples informations dans le manuel *"Caractéristiques des CPU"* ainsi que dans le manuel d'installation de votre CPU.

5.2.2 Brochage des connecteurs

Disposition de base des connecteurs

La figure suivante représente la disposition de base des connecteurs pour les CPU à deux connecteurs (X1 et X2), en prenant pour exemple la CPU 314C-2 DP, PN/DP, PtP :



Brochage des connecteurs

Dans le brochage des connecteurs suivants, seuls les connecteurs significatifs pour le comptage, la mesure de fréquence et la modulation de largeur d'impulsion sont décrits.

Remarque

Lorsque vous utilisez la fonction de positionnement, vous **ne pouvez plus utiliser les voies 0 et 1**, car ces dernières utilisent les mêmes entrées et sorties.

ATTENTION

Si vous utilisez la modulation de largeur d'impulsion, l'entrée "Piste B/Sens" correspondant à la voie doit rester non connectée ou être sur le 0 logique.

5.2 Câblage

Brochage des connecteurs CPU 312C connecteur X1

Broche	Nom / adresse	Comptage	Mesure de fréquence	Modulation de largeur d'impulsion
1	-	Non connectée		
2	DI + 0.0	Voie 0 : Piste A / impulsion	Voie 0 : Piste A / impulsion	-
3	DI + 0.1	Voie 0 : Piste B / sens	Voie 0 : Piste B / sens	0 / do not use
4	DI + 0.2	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle
5	DI + 0.3	Voie 1 : Piste A / impulsion	Voie 1 : Piste A / impulsion	-
6	DI + 0.4	Voie 1 : Piste B / sens	Voie 1 : Piste B / sens	0 / do not use
7	DI + 0.5	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle
8	DI + 0.6	Voie 0 : Verrou	-	-
9	DI + 0.7	Voie 1 : Verrou	-	-
10	DI + 1.0	-		
11	DI + 1.1	-		
12	2 M	Masse		
13	1 L+	Tension d'alimentation 24 V des sorties		
14	DO + 0.0	Voie 0 : Sortie	Voie 0 : Sortie	Voie 0 : Sortie
15	DO + 0.1	Voie 1 : Sortie	Voie 1 : Sortie	Voie 1 : Sortie
16	DO + 0.2	-		
17	DO + 0.3	-		
18	DO + 0.4	-		
19	DO + 0.5	-		
20	1 M	Masse		

Brochage des connecteurs CPU 313C (connecteur X2) et CPU 313C-2 DP, PtP (connecteur X1)

Broche	Nom / adresse	Comptage	Mesure de fréquence	Modulation de largeur d'impulsion
1	1 L+	Tension d'alimentation 24 V des entrées		
2	DI + 0.0	Voie 0 : Piste A / impulsion	Voie 0 : Piste A / impulsion	-
3	DI + 0.1	Voie 0 : Piste B / sens	Voie 0 : Piste B / sens	0 / do not use
4	DI + 0.2	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle
5	DI + 0.3	Voie 1 : Piste A / impulsion	Voie 1 : Piste A / impulsion	-
6	DI + 0.4	Voie 1 : Piste B / sens	Voie 1 : Piste B / sens	0 / do not use
7	DI + 0.5	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle
8	DI + 0.6	Voie 2 : Piste A / impulsion	Voie 2 : Piste A / impulsion	-
9	DI + 0.7	Voie 2 : Piste B / sens	Voie 2 : Piste B / sens	0 / do not use
10	-	Non connectée		
11	-	Non connectée		
12	DI + 1.0	Voie 2 : Validation matérielle	Voie 2 : Validation matérielle	Voie 2 : Validation matérielle
13	DI + 1.1	-	-	-

Broche	Nom / adresse	Comptage	Mesure de fréquence	Modulation de largeur d'impulsion
14	DI + 1.2	-	-	-
15	DI + 1.3	-	-	-
16	DI + 1.4	Voie 0 : Verrou	-	-
17	DI + 1.5	Voie 1 : Verrou	-	-
18	DI + 1.6	Voie 2 : Verrou	-	-
19	DI + 1.7	-	-	-
20	1 M	Masse		
21	2 L+	Tension d'alimentation 24 V des sorties		
22	DO + 0.0	Voie 0 : Sortie	Voie 0 : Sortie	Voie 0 : Sortie
23	DO + 0.1	Voie 1 : Sortie	Voie 1 : Sortie	Voie 1 : Sortie
24	DO + 0.2	Voie 2 : Sortie	Voie 2 : Sortie	Voie 2 : Sortie
25	DO + 0.3	-		
26	DO + 0.4	-		
27	DO + 0.5	-		
28	DO + 0.6	-		
29	DO + 0.7	-		
30	2 M	Masse		
31	3 L+	Tension d'alimentation 24 V des sorties		
32	DO + 1.0	-		
33	DO + 1.1	-		
34	DO + 1.2	-		
35	DO + 1.3	-		
36	DO + 1.4	-		
37	DO + 1.5	-		
38	DO + 1.6	-		
39	DO + 1.7	-		
40	3 M	Masse		

Brochage des connecteurs CPU314C-2 DP, PN/DP, PtP (connecteur X2)

Broche	Nom / adresse	Comptage	Mesure de fréquence	Modulation de largeur d'impulsion
1	1 L+	Tension d'alimentation 24 V des entrées		
2	DI + 0.0	Voie 0 : Piste A / impulsion	Voie 0 : Piste A / impulsion	-
3	DI + 0.1	Voie 0 : Piste B / sens	Voie 0 : Piste B / sens	0 / do not use
4	DI + 0.2	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle	Voie 0 : Validation matérielle
5	DI + 0.3	Voie 1 : Piste A / impulsion	Voie 1 : Piste A / impulsion	-
6	DI + 0.4	Voie 1 : Piste B / sens	Voie 1 : Piste B / sens	0 / do not use
7	DI + 0.5	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle	Voie 1 : Validation matérielle
8	DI + 0.6	Voie 2 : Piste A / impulsion	Voie 2 : Piste A / impulsion	-

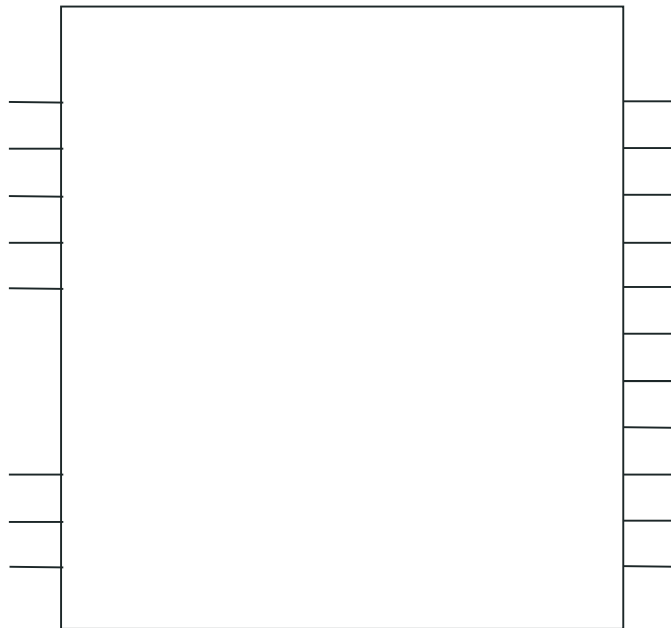
5.5.5 Commande du compteur depuis le programme utilisateur

Description

Pour commander le compteur depuis le programme utilisateur, vous utilisez le **SFB COUNT (SFB 47)**.

Vous disposez des fonctions suivantes :

- Démarrage/arrêt du compteur au moyen de la validation logicielle SW_GATE
- Validation/commande de la sortie DO
- Lecture des bits d'état
- Lecture de la valeur actuelle du compteur et de la valeur de verrouillage
- Tâches de lecture et d'écriture des registres de comptage internes
- Lecture de la durée de période actuelle (pas de connexion au bloc mais uniquement disponible dans le DB d'instance)



Paramètres d'entrée

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
LADDR	WORD	0	Adresse d'E/S que vous avez paramétrée dans "HW Config" pour votre cartouche. Si l'adresse d'entrée et l'adresse de sortie ne sont pas identiques, indiquez la plus petite des deux adresses.	Spécifique à la CPU	300 hexa
CHANNEL	INT	2	Numéro de voie : CPU 312C CPU 313C, CPU 313C-2 DP, PtP CPU 314C-2 DP, PN/DP, PtP	0 - 1 0 - 2 0 - 3	0
SW_GATE	BOOL	4.0	Validation logicielle Pour démarrage/arrêt du compteur	TRUE/FALSE	FALSE
CTRL_DO	BOOL	4.1	Validation sortie	TRUE/FALSE	FALSE
SET_DO	BOOL	4.2	Commande sortie	TRUE/FALSE	FALSE

Remarque

Si vous avez donné au paramètre "Comportement de la sortie" la valeur "Pas de comparaison" via l'interface de paramétrage,

- La sortie sera activée comme une sortie normale
- Les paramètres d'entrée SFB CTRL_DO et SET_DO n'ont pas d'influence.
- Les bits d'état STS_DO et STS_CMP (état Comparateur dans IDB) restent à zéro.

Paramètres d'entrée non connectés au bloc (données locales statiques)

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
RES_STS	BOOL	32.2	Mettre les bits d'état à zéro Remet à 0 les bits d'état STS_CMP, STS_OFLW, STS_UFLW et STS_ZP. Deux appels du SFB sont requis pour remettre les bits d'état à 0.	TRUE/FALSE	FALSE

Paramètres de sortie

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
STS_GATE	BOOL	12.0	Etat validation interne	TRUE/FALSE	FALSE
STS_STRT	BOOL	12.1	Etat validation matérielle (entrée de démarrage)	TRUE/FALSE	FALSE
STS_LTCH	BOOL	12.2	Etat entrée de verrouillage	TRUE/FALSE	FALSE
STS_DO	BOOL	12.3	Etat sortie	TRUE/FALSE	FALSE
STS_C_DN	BOOL	12.4	Etat sens décomptage. C'est toujours le dernier sens de comptage qui est affiché. Après le premier appel du SFB, STS_C_DN possède la valeur FALSE.	TRUE/FALSE	FALSE
STS_C_UP	BOOL	12.5	Etat sens comptage. C'est toujours le dernier sens de comptage qui est affiché. Après le premier appel du SFB, STS_C_UP possède la valeur TRUE.	TRUE/FALSE	FALSE
COUNTVAL	DINT	14	Valeur actuelle du compteur	-2^{31} à $2^{31}-1$	0
LATCHVAL	DINT	18	Valeur de verrouillage actuelle	-2^{31} à $2^{31}-1$	0

Paramètres de sortie non connectés au bloc (données locales statiques)

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
STS_CMP	BOOL	26.3	Etat Comparateur* Le bit d'état STS_CMP indique que la condition de comparaison du comparateur est ou était remplie. STS_CMP indique également que l'entrée était mise à 1 (STS_DO = TRUE).	TRUE/FALSE	FALSE
STS_OFLW	BOOL	26.5	Etat Dépassement haut*	TRUE/FALSE	FALSE
STS_UFLW	BOOL	26.6	Etat Dépassement bas*	TRUE/FALSE	FALSE
STS_ZP	BOOL	26.7	Etat Passage à zéro* Uniquement mis à 1 lorsque le comptage s'effectue sans sens principal. Indique le passage à zéro. Egalement mis à 1 lorsque le compteur est mis à 0 ou qu'il compte à partir de la valeur de chargement 0.	TRUE/FALSE	FALSE
* remis à 0 avec RES_STS					

5.5.6 Ecriture et lecture de l'interface des tâches du compteur

Description

Pour effectuer l'écriture et la lecture des registres du compteur, vous disposez de l'interface des tâches.

Condition préalable

La dernière tâche doit être terminée (JOB_DONE = TRUE)

Marche à suivre

1. Entrez les paramètres d'entrée suivants :

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
JOB_REQ	BOOL	4.3	Déclenchement de la tâche (front positif)	TRUE/FALSE	FALSE
JOB_ID	WORD	6	Numéro de tâche : - Tâche sans fonction - Ecriture valeur de comptage - Ecriture valeur de chargement - Ecriture valeur de comparaison - Ecriture hystérésis - Ecriture durée d'impulsion - Lecture valeur de chargement - Lecture valeur de comparaison - Lecture hystérésis - Lecture durée d'impulsion	00 hexa 01 hexa 02 hexa 04 hexa 08 hexa 10 hexa 82 hexa 84 hexa 88 hexa 90 hexa	0
JOB_VAL	DINT	8	Valeur pour les tâches en écriture	-2^{31} à $+2^{31}-1$	0

1. Appelez le SFB.

Résultat

Les **paramètres de sortie** du SFB fournissent les informations suivantes :

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
JOB_DONE	BOOL	22.0	Une nouvelle tâche peut être démarrée	TRUE/FALSE	TRUE
JOB_ERR	BOOL	22.1	Tâche erronée	TRUE/FALSE	FALSE
JOB_STAT	WORD	24	Numéro d'erreur de tâche	0 à FFFF hexa	0

- La tâche est immédiatement traitée à l'appel du SFB. **JOB_DONE** prend la valeur FALSE durant un cycle du SFB.
- Si une erreur apparaît, **JOB_ERR** = TRUE. La cause précise de l'erreur est alors indiquée dans **JOB_STAT**.
- **JOB_DONE** = TRUE permet de démarrer une nouvelle tâche.
- Uniquement pour les tâches en lecture : Effectuez la lecture de la valeur actuelle dans le paramètre JOB_OVAL du DB d'instance.

Paramètre	Type de données	Adresse (DB d'instance)	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut
JOB_OVAL	DINT	28	Valeur de sortie pour les tâches de lecture	-2^{31} à $2^{31}-1$	0

