

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DEL'ENSEIGNEMENTS SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE BEJAIA

FACULTE DE LA TECHNOLOGIE

Département GENIE ELECTRIQUE
Option Réseau Electrique

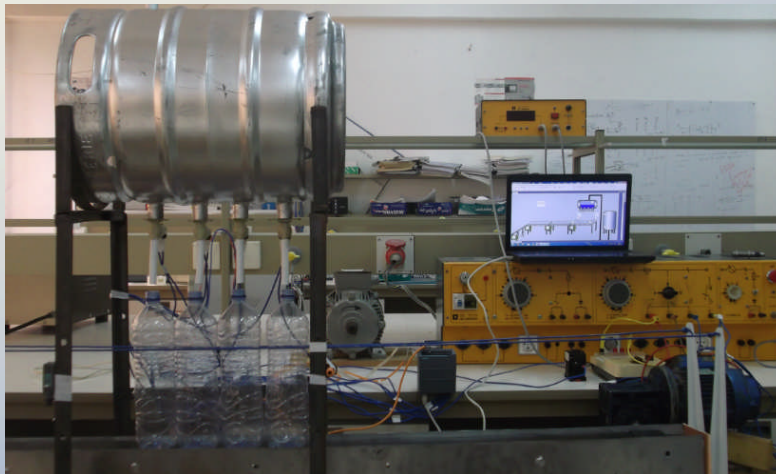


Projet de fin du cycle

En vue de l'obtention du diplôme
de Master

THEME

Analyse et solution d'automatisation d'une
remplisseuse d'eau de 5L au niveau de
CORDIAL



Réalisé par :

IBERRAKEN Sofiane

KHENOUS Toufik

Encadre par:

M^r: TAZERART Farid

M^r: TIAB Nabil

M^r: TOUAHRI Djamel

Promotion 2014



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Aussi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à nos promoteurs Mr TAZERART et Mr TIAB. S pour leurs conseils, leur disponibilité et la confiance qu'ils nous ont accordés. et spécial remerciement à Mr TOUJARI D.

Nos remerciements à tous les membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail.

nous adressons nos remerciements à tous membres de jury qui nous faisons le grand honneur en acceptant de juger ce travail, espérons qu'il soit digne de leurs intérêts.

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.

Dédicace

*La place de l'homme dans la vie est
marquée non par ce qu'il sait, mais par ce qu'il veut et ce qu'il peut.*

A ma Tendre Maman

A mon chère Père et ma grande mère

A la mémoire de mes grands parents qui m'ont chère

A mes chères Sœurs, Nadia et Karima

A mes chers frères, Chafaa, Fateh et Nacer

A Mes neveux Rayane, Amel et Céline

A Dyhia plus particulièrement et à toute sa famille

A mon ami Toufik avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.

A toute ma famille, cousins et oncles

A mes Amis

Et surtout un grand merci pour Djamel et Nabil

Sofiane

Dédicaces

À mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mon parcours d'étude.

À ma grande mère.

À mon frère Karim.

À mes sœurs Souad et Hakima.

À Habiba plus particulièrement et à toute sa famille

À mon ami du parcours Sofiane avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.

Et mes copains Yazid et Nassim et à tout(e)s mes ami(e)s.

Et surtout un grand merci pour Djamel et Nabil

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

Toufik

Liste des symboles

- 1 PET : Poly téréphtalate d'éthylène.
- 2 S.A.R.L. : société à responsabilité limitée.
- 3 AM : accompagnement moteur.
- 4 API : Automate programmable industriel.
- 5 MPI : Multi Point Interface.
- 6 NL : Niveau logique.
- 7 E/S : Entrée/ sortie.
- 8 SM : module entrée sortie.
- 9 TOR : Tout ou Rien.
- 10 CPU : Central processing unite.
- 11 PLC : Programmable Logico Controller.
- 12 I : adresse d'entrées.
- 13 Q : adresse de sorties.
- 14 TCP: Transmission control protocol.
- 15 IP: Internet protocol.
- 16 LD: Ladder Diagram.
- 17 IL: Instruction List.
- 18 ST: Structured text.
- 19 FBD: Function Bloc Diagram.
- 20 NF: Normalement fermé.
- 21 NO: Normalement Ouvert.
- 22 SB: Signal Board.
- 23 CB: Communication Board.
- 24 CM: Module de communication.
- 25 TAI: Totally integrated automation portal.
- 26 OB: Bloc Organisation.
- 27 FB : Bloc de fonction.
- 28 FC : Fonction.
- 29 DB : Bloc de données.
- 30 PG : cancelle programmation.
- 31 OP : pupitre operateur.
- 32 IHM : Interface Homme-Machine.
- 33 GRAFCET: Graf de Commande Etapes-Transition.
- 34 CTU : Comptage.

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1: Organigramme de la SARL CORDIAL.....	4
Figure I.2: Vue générale d'une remplisseuse rotative.....	5
Figure I.3: Technique de soutirage.....	5
Figure I.4: Remplisseuse linéaire.....	6
Figure I.5: Remplisseuse à niveau.....	7
Figure I.6: Remplisseuse à débitmètre.....	8
Figure I.7: Remplisseuse pondérale.....	9
Figure I.8: Remplisseuse rotative Mécanique volumétrique.....	10
Figure I.9: Remplisseuse linéaire Mécanique volumétrique.....	10
Figure I.10: Description schématique du système actuel.....	12

Chapitre II

Figure II.1: Fusible.....	14
Figure II.2: Sectionneur porte fusible.....	14
Figure II.3: Relais thermique.....	15
Figure II.4: Relais de protection.....	15
Figure II.5: Le sectionneur.....	16
Figure II.6: Disjoncteur magnétothermique.....	16
Figure II.7: Relais magnétique.....	17
Figure II.8: Relais temporisé.....	17
Figure II.9: Contacteur.....	18
Figure II.10: Variateur de fréquences (variateurs de vitesses).....	18
Figure II.11: Electrovanne.....	19
Figure II.12: Utilisation d'un micro-ordinateur comme pupitre opérateur.....	19
Figure II.13: Bloc d'alimentation.....	20
Figure II.14: Transformateurs.....	20
Figure II.15: Redresseur.....	21
Figure II.16: Rôle d'un capteur.....	22
Figure II.17: Capteur tout ou rien.....	23
Figure II.18: Capteur analogique.....	23
Figure II.19: Capteur numérique.....	23
Figure II.20: La sonde.....	24

Liste des figures

Figure II.21: Moteur asynchrone.	25
Figure II.22: Vérin simple effet.	26
Figure II.23: Vérin double effet.	26
Figure II.24: Différents type de compresseur.	28
Figure II.25: Pompe.	28
Figure II.26: Convoyeur.	29
Figure II.27: Les boutons poussoirs.....	29
Figure II.28: Schéma de puissance.	30
Figure II.29: Connexion des moteurs et pompes avec l'API.....	30
Figure II.30: Les capteurs E/S TOR.	31
Figure II.31: Les boutons de commande.	31
Figure II.32: Gestion de Niveau.	32
Figure II.33: Vue de la CPU 1212c.	32
Figure II.34: Module E/S (SM1223c).....	33
Figure II.35: Connexion des vérins avec l'API.	33

Chapitre III

Figure III.1: Structure interne d'une API	37
Figure III.2: Structure de fonctionnement d'un automate.....	37
Figure III.3: Automate S7-1200.	38
Figure III.4: Vue de la CPU 1212c.....	39
Figure III.5: Configuration des appareils	40
Figure III.6: Carte mémoire SIMATIC.	41
Figure III.7: Vue du portail.	45
Figure III.8: Blocs de configuration.	48
Figure III.9: Structure d'un système automatisé.	51
Figure III.10: Etape initiale, étape, étape active.....	52
Figure III.11: Franchissement d'une transition.	53

Chapitre IV

Figure IV.1: GRAFCET principale.....	55
Figure IV.2: Grafcet de la trémie.	56
Figure IV.3: Grafcet de la cuve.....	57

Liste des figures

Figure IV.4: Grafctet de défaut à l'entrée.	58
Figure IV.5: Grafctet de défaut à la sortie.	58
Figure IV.6: Vue portail.....	60
Figure IV.7: Choix d'un API.	61
Figure IV.8: Configuration du matériel.	61
Figure IV.9: Table de variables.	62
Figure IV.10: Choix des blocs.	63
Figure IV.11: Paramètre du bloc FB1.....	66
Figure IV.12: Création d'une liaison.	73
Figure IV.13: Table des variables.	74
Figure IV.14: Vue générale.....	74
Figure IV.15: Configuration des champs E/S.....	75
Figure IV.16: Configuration de l'animation des éléments du processus.....	75
Figure IV.17: Vue générale de notre banc d'essai.....	77

Liste des tableaux

Chapitre III

Tableau III.1: Caractéristique technique de la CPU 1212C**Erreur ! Signet non défini.**3

Tableau III.2: Alimentation électrique**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau III.3:Types de variables utilisées en step7**Erreur ! Signet non défini.**

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

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

CHAPITRE I: Généralité sur les remplisseuses et description du système actuel

I.1. Introduction.....	2
I.2.Présentation de l'entreprise.....	2
I.3. Les remplisseuses	5
I.3.1.Les remplisseuses rotatives	5
I.2.2.Les remplisseuses linéaires	6
I.4.Systèmes de remplissage	6
I.4.1.Remplisseuse à niveau	7
I.4.2. Remplisseuse à débitmètre:.....	8
I.4.3. Remplisseuse pondérale	9
I.4.4. Remplisseuse volumétrique.....	10
I.4.4.1. Remplisseuse rotative mécanique volumétrique	10
I.4.4.2. Remplisseuse linéaire mécanique volumétrique.....	10
I.5.Description du fonctionnement du système actuel	11
I.6.Problématique	13
I.7.Cahier des charges	13
I.8.Conclusion	13

CHAPITRE II : Identification des équipements et élaboration des schémas électriques

II.1. Introduction	14
II.2.Identification des équipements servant au bon fonctionnement de la remplisseuse d'eau	14
II.2.1. Elément pour fonction de sécurité	14
▪ Les fusibles	14
▪ Sectionneur porte fusible	14
▪ Relais thermique	15
▪ Relais de sécurité	15
II.2.2.Elément pour fonction de coupure.....	16

Sommaire

▪ Le sectionneur	16
▪ Disjoncteur magnétothermique	16
▪ Protection par disjoncteur	16
II.2.3.Elément pour fonction de commande	17
▪ Relais électromagnétique (relais de commande)	17
▪ Relais temporisé.....	17
▪ Contacteur	18
▪ Variateurs de fréquences.....	18
▪ Les électrovannes	19
▪ Micro-ordinateur	20
II.2.4.Elément pour fonction d'alimentation	20
▪ Bloc d'alimentation.....	20
• Transformateurs	21
• Redresseur.....	22
II.2.5.Elément pour fonction de détection	22
• Définition	22
• Principales caractéristiques d'un capteur.....	22
• Familles des capteurs	23
II.2.5.1.Les capteurs TOR.....	23
II.2.5.2.Capteurs analogique	23
II.2.5.2.Capteur numérique	24
▪ Choix d'un capteur.....	24
II.2.6.Elément pour fonction des actionneurs.....	25
▪ Moteur asynchrone.....	25
II.2.6.2.Le vérin pneumatique linéaire.....	25
II.2.6.3.Les distributeurs pneumatiques	27
II.2.6.4.Générateur d'air comprimé	27
II.2.6.5.Les compresseurs	27
II.2.6.6.Pompes	28
II.2.6.7.Convoyeurs.....	29
II.3. Eléments du pupitre	29
II.3.1. Boutons poussoirs et voyants	29
II.4. Elaboration des schémasélectrique de l'installation.....	30

Sommaire

II.4.1.Schéma de puissance de notre installation.....	30
II.4.2.Schémas de commande	31
II.5.Conclusion	34

CHAPITRE III : Automate programmable S7-1200 et logiciels associés

III.1 Introduction	35
▪ Historique	35
▪ Définitions	36
III.1.1 Architecture des automates.....	36
III.1.2 Principe de fonctionnement d'un automate.....	37
III.1.3Présentation de l'automate S7-1200	38
III.1.3.1Présentation de la CPU S7-1212C	39
III.1.3.2Modes de fonctionnement de la CPU	39
III.1.3.3Configuration des appareils	40
III.1.3.4Langages de programmation.....	41
➤ Liste d'instructions (IL : Instruction List)	41
➤ Langage à contacts (LD : LadderDiagram)	41
➤ Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram)	42
III.1.3.5Caractéristiques technique de la CPU S7-1200	43
III.2Description du logiciel STEP 7	44
III.2.1Présentation des différentes opérations utilisables en S7 :	45
III.2.2Utilisation de STEP7	46
III.2.2.1Types de variable utilisées en STEP7	46
III.2.2.2 Adressage absolu et adressage symbolique	46
III.2.2.3 Mnémoniques.....	47
III.2.2.4 Mémentos.....	47
III.2.2.5 Blocs utilisateurs	47
III.2.3 Organisation d'un programme utilisateur.....	48
III.2.4 Interface MPI (interface multipoint).....	49
III.3 Description du WinCC	49
III.3.1 La supervision.....	49
III.3.2Représentation du process	49

Sommaire

III.3.3 Commande du processus	49
III.3.4 Vue des alarmes	49
III.4 Systèmes automatisés	50
III.4.1 Définition de l'automatisation	50
III.4.2 Objectif de l'automatisme	50
III.4.3 Structure d'un système automatisé	50
III.5 GRAFCET	51
Définition	51
III.5.2 Les règles d'évolution d'un GRAFCET	51
III.5.3 Structures de base d'un GRAFCET	52
III.6. Conclusion	53

CHAPITRE IV : Programmation et supervision

IV.1. Introduction	54
IV.2. Elaboration des GRAFCET du système étudié	54
IV.2.1 GRAFCET de bon fonctionnement	54
IV.2.1.1 Grafcet principale	54
IV.2.1.2 Grafcet de trémie	56
IV.2.1.3 Grafcet de la cuve	57
IV.2.2 GRAFCET de défaut	57
IV.3. Création d'un projet avec STEP7	60
IV.3.1 Création du programme	60
IV.3.2 Programmation des blocs	63
IV.3.2.1 création de la fonction de dosage	63
IV.3.2.1 création de la fonction de comptage	64
IV.3.2.3. Création du grafcet principale	68
IV.4. Réalisation de la supervision de la station	72
IV.4.1. Introduction à la supervision	72
IV.4.2. Etablir une liaison directe	72
IV.4.3. Création de la table de variable	73
IV.4.4. Création de vue	74

Sommaire

IV.4.5 Configuration des champs entrées/sorties	75
IV.4.6 Configuration de l'animation des éléments du processus	75
IV.5.Conclusion.....	77

Conclusion générale

Conclusion générale	78
---------------------------	----

Introduction générale

Dans le monde industriel où la compétitivité est un facteur essentiel de survie de l'entreprise, l'automatisation est une nécessité. Les progrès réalisés dans la microélectronique et la baisse des coûts des composants électronique ont amené les responsables d'entreprises à recourir à l'automatisation pour leurs produits plus compétitifs. Pour être acceptée aux mieux, cette automatisation doit introduire une réduction des coûts du produit fabriqué et doit faciliter les tâches.

Pour la résolution de nombreux problèmes de commande, le choix s'oriente de plus en plus sur les automates programmables industriels (API). Il s'agit d'ailleurs, non seulement d'une question de prix, mais d'avantage de gain de temps, de souplesse accrue dans les manipulations, de hautes fiabilités, de localisation et d'élimination rapide des aléas. En effet les techniques d'automates programmables industriels permettent de plus en plus des automatisations flexibles et évolutives, adaptés au marché.

L'objectif de notre travail est la conception d'un programme afin d'automatiser une remplisseuse d'eau de 5L au sein de l'entreprise CORDIAL ceci consiste à améliorer les performances de remplissage (sécurité, rapidité, coût...). Cette tâche ne peut être accomplie qu'après avoir étudié le système actuel et l'ensemble des équipements à concevoir afin de proposer un programme qui va gérer le fonctionnement automatisé de notre installation et enfin la réalisation d'une interface homme machine qui sera prête à être chargée dans un pupitre opérateur afin de commander la remplisseuse, le pupitre est relié à un automate programmable qui doit gérer principalement les éléments constituant la remplisseuse.

Notre travail est organisé en quatre chapitres,

Le premier chapitre sera réservé à la présentation de l'entreprise, des généralités sur les remplisseuses et enfin une étude descriptive de la chaîne de production.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'identification de l'appareillage.

Le chapitre trois sera dédié aux automates programmables, d'une manière générale ; puis d'une façon détaillée sur l'automate S7-1200 avec la description des logiciels de programmation.

En ce qui concerne le quatrième chapitre en entamera notre projet qui consiste à automatiser la cuve de stockage ainsi que la trémie en passant du grafcet principale aux grafcet des tâches jusqu'à la programmation avec STEP7 et une supervision du système avec WinCC flexible.

Enfin, on termine avec une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre I

Généralités sur les remplisseuses

I.1. Introduction :

Les rempisseuses sont des machines de conditionnement utilisées de manière industrielle, permettant de placer dans un récipient (bouteilles, sachets plastiques, flacons, etc.) tout type de contenu. Il existe différents types de machines de remplissage : les rempisseuses de produits liquides (huiles, sirops, cosmétiques) et les rempisseuses de produits solides (poudres, granulés, gélules,...). Il existe des rempisseuses linéaire et des rempisseuses rotatives.

Le choix de la rempisseuse s'effectue selon les critères principaux:

- La cadence de production à atteindre selon le volume de la bouteille ;
- La technologie de remplissage ou le type des doseurs ;
- Le pas de la machine, c'est-à-dire la distance entre deux doseurs de remplissage qui détermine le plus petit et le plus grand diamètre de bouteille possible pour la circulation dans la machine.

L'entreprise d'accueil connue sous le nom CORDIAL, possède une rempisseuse linéaire non automatisé. Notre objectif est de proposer une solution en vue de l'automatisation de cette dernière. Avant d'entamer la description de cette machine nous allons donner un aperçu général de l'entreprise Cordial.

I.2.Présentation de l'entreprise

Aperçu historique :

Située dans la zone industrielle Adahssi ; commune D'IGHRAM à 80 km du chef-lieu de la wilaya de BEJAIA. L'entreprise privé IDJAAD Achour connue sous le nom de « CORDIAL ». Les premiers pas de Cordial dans le monde industriel en 1996 avec la création d'une petite unité de fabrication de boissons gazeuses d'environ 12000 bouteilles/heure et un personnel d'environ 20 à 50 personnes, sur une superficie de 250m², c'est l'une des premières entreprises à utiliser 24 arômes en Algérie.

L'entreprise produit de différentes gammes de boissons gazeuses et jus 33 cl, 25 cl respectivement.

Activité et mission

Les produits CORDIAL disponibles sur le marché sont :

- Eau fruité aux orange pêche: bouteilles en verre (0.25l) ;
- Eau fruité aux ananas: bouteilles en verre (0.25l) ;
- Eau fruitée aux raisins mure: bouteilles en verre (0.25l) ;

- Eau fruitée aux raisins cerise: bouteilles en verre (0.25l) ;
- Eau fruitée à l'orange: bouteilles en verre (0.25l) ;
- Eau fruitée aux citrons: bouteilles en verre (0.25l) ;
- Boisson gazeuse aux pommes: bouteilles en verre (0.33l) ;
- Boisson gazeuse aux citrons : bouteilles en verre (0.33l) ;
- Boisson gazeuse aux bananes: bouteilles en verre (0.33l) ;
- Boisson gazeuse orange: bouteilles en verre (0.33l) ;
- Boisson gazeuse pommes verte: bouteilles en verre (0.33l) ;
- Boisson gazeuse Bitter : bouteilles en verre (0.33l).

A partir de 2012 elle a commencé à produire aussi des boissons gazeuses en PET de 2l.

- Orange ;
- Pomme « SELECTO » ;
- Pomme verte ;
- Pomme « cola » ;
- Citron.

En octobre 2014 il y'aura inauguration d'une nouvelle unité de production des bouteilles d'eau de source de 5l.

Organigramme de la S.A.R.L. CORDIAL

La structure organisationnelle de la SARL « CORDIAL » repose sur un modèle hiérarchique classique représenté sur la figure I.0.

L'organigramme suivant schématise les différentes directions et services de l'entreprise Cordial :

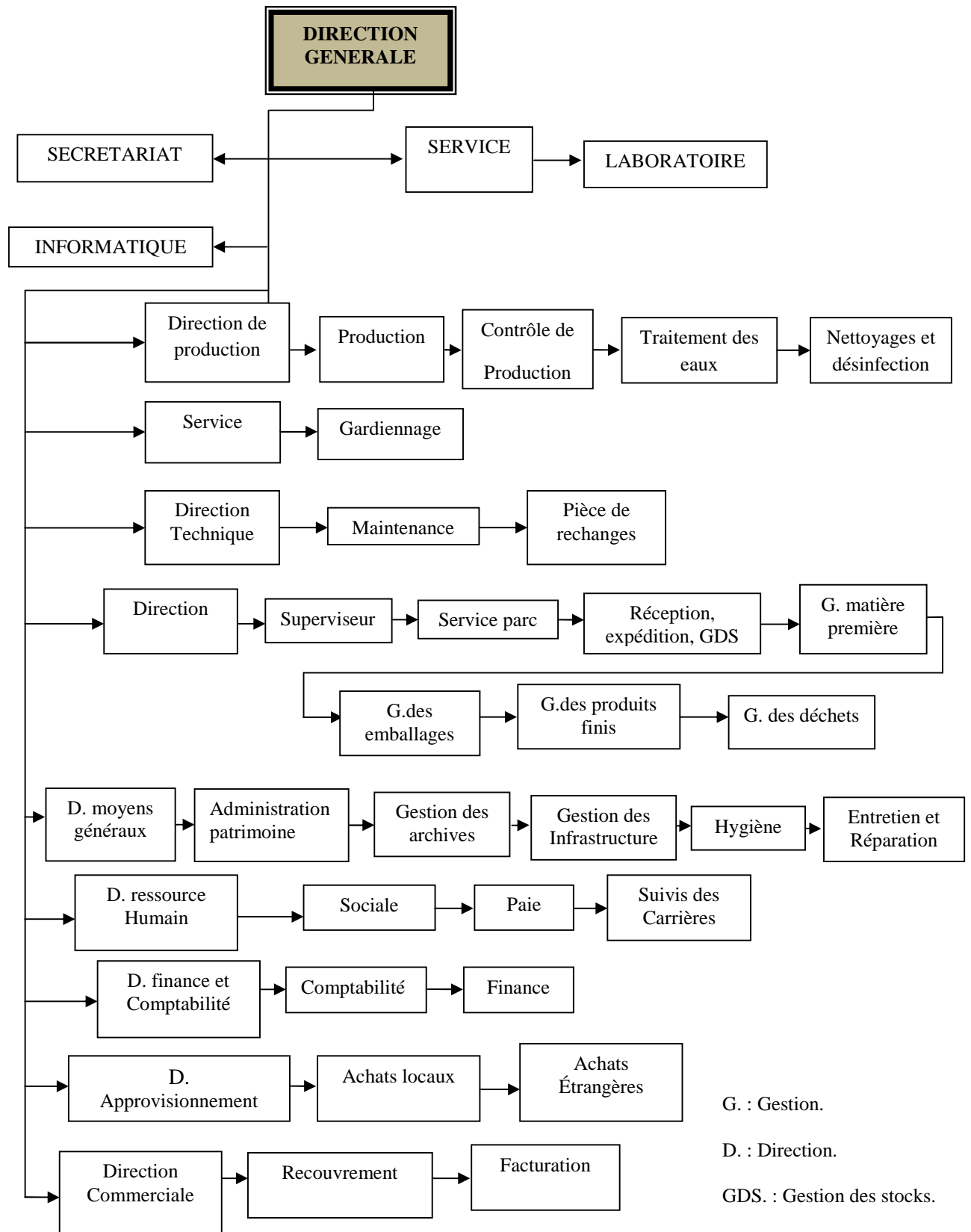


Figure I.1: Organigramme de la SARL CORDIAL.

I.3. Les remplisseuses

I.3.1. Les remplisseuses rotatives [1] :

Pour les cadences élevées, les remplisseuses sont rotatives en continue avec un carrousel dont le nombre de becs peut varier de 4 à plus de 100.



Figure I.2: Vue générale d'une remplisseuse rotative.

🔧 Principe de fonctionnement :

La tulipe de centrage centre la bouteille sous le robinet de soutirage. Le vérin de levage soulève la bouteille contre le robinet de soutirage. Le joint de la tulipe de centrage presse la bouteille hermétiquement contre le robinet.

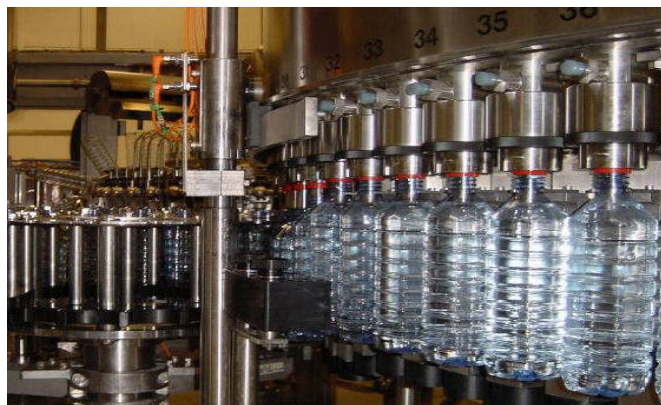


Figure I.3: Technique de soutirage.

I.3.2. Les remplisseuses linéaires [1] :

Les remplisseuses linéaires sont des machines à un ou plusieurs couloirs pour les cadences faibles à moyennement élevées. Les remplisseuses linéaires ont plusieurs avantages :

- Utilisant peu de pièces de format ;
- Elles se caractérisent par une structure claire ;
- Une large gamme de volumes et de flacons ;
- Un nettoyage facile.



Figure I.4: Remplisseuse linéaire.

I.4. Systèmes de remplissage :

Le remplissage d'une bouteille advient lorsque le liquide est transféré d'une cuve de stockage à un contenant. Ce qui distingue une technique de remplissage par rapport à une autre, c'est la manière dont on détermine la quantité exacte de produit distribué dans chaque contenant. Il existe moult systèmes et techniques à notre disposition. En gros, nous pouvons en distinguer trois catégories: à niveau, à débitmètre et pondérale [2].

Il existe un autre type de remplisseuse en littérature qui appartient à la famille des remplisseuses volumétriques.

Et voici le principe de fonctionnement de ces différentes machines :

I.4.1. Remplisseuse à niveau :

Le soutirage par niveau constant est la technologie la plus utilisée car très robuste et peu chère.

- **Principe de fonctionnement :**

Les bouteilles qui entrent dans la remplisseuse sont placées sur le support de soutien du vérin qui, dégagé de la came, pousse les bouteilles contre le caoutchouc de butée et, en continuant sur sa course, ouvre ensuite la vanne du liquide.

Le remplissage commence lorsque l'actionneur pneumatique ouvre le retour de l'air pour faire en sorte que la légère dépression puisse atteindre la bouteille. Une fois la bouteille complètement remplie, a lieu la phase d'auto-nivellement que l'on obtient en détachant la bouteille du robinet de quelques millimètres, grâce à la légère dépression qui s'est formée. Le cycle de remplissage est terminé lorsque l'actionneur pneumatique envoie l'ordre de fermeture et que le liquide s'arrête, la bouteille se détachant du robinet. A ce point, le vérin peut s'abaisser et la bouteille quitter la remplisseuse.

La caractéristique principale de cette remplisseuse est qu'elle fonctionne avec une légère dépression qui est appliquée à la cuve du liquide avant de passer aux robinets, puis à la bouteille.

Cette légère dépression créée dans la cuve, ainsi que dans toutes les parties intéressées au remplissage, nous permet de ne gaspiller aucune goutte de produit. Chose encore plus intéressante, elle nous permet, au terme du cycle de remplissage, d'effectuer un auto-nivellement en aspirant dans la cuve l'excédent de produit se trouvant dans la bouteille.

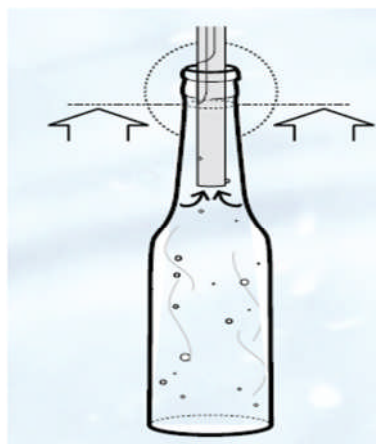


Figure I.5: Rempisseuse à niveau.

I.4.2. Remplisseuse à débitmètre :

La machine mesure le volume de produit qui entre dans la bouteille. Pour ce faire, un débitmètre (magnétique ou massique) est prévu sur chaque buse de remplissage. La machine qui utilise cette technologie est appelée remplisseuse électronique.

Avantage :

- La machine est simplifiée mécaniquement car il n'y a pas de montée de bouteilles avec des sellettes et pas contact avec la bouteille pour éviter des risques de contamination.
- Les becs (ou robinets) sont tout inox sans joint à fermeture magnétique et sans canule pour éviter la recirculation ou la perte de produit.
- Un système électronique de mesure de la dose permet une traçabilité à la bouteille sur ordinateur.

Il existe 2 types de débitmètre :

- Volumique pour les liquides conducteurs électriquement ;
- Massique en cas de non conductivité.

Le massique est plus cher que le volumique, dans les 2 cas, la précision est excellente, de l'ordre de 0,5% de la consigne.

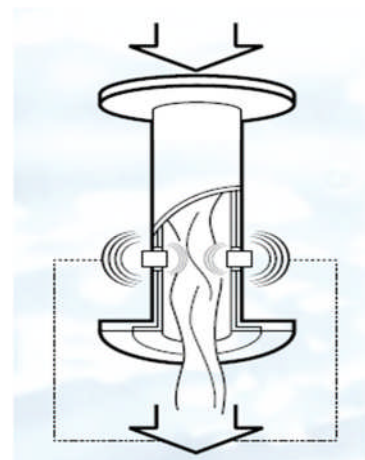
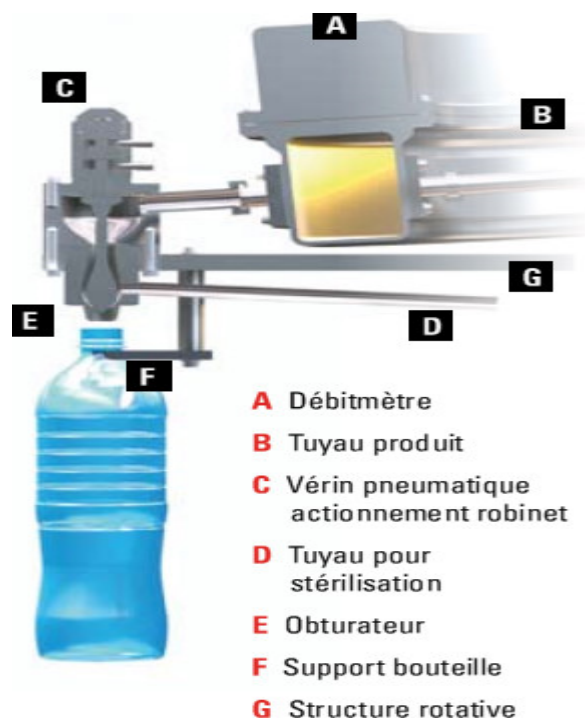


Figure I.6: Remplisseuse à débitmètre.

Inconvénients:

- Cette technologie est souvent un peu plus chère à l'achat que le niveau constant ou le volumétrique.
- L'électronique prend place dans la machine et impose un minimum de connaissances à l'équipe de maintenance. Ceci dit, il en est de même avec les autres machines de la ligne : souffleuse et étiqueteuse [1].

I.4.3. Remplisseuse pondérale :

Est une technologie adaptée aux produits à forte valeur ajoutée car le dosage est très précis, de l'ordre de 0,5% de la consigne. Les bacs sont souvent tout inox et sans contact avec la bouteille, ce qui limite les risques d'une contamination. Cette technologie est aussi intéressante pour les produits moussants. Le dosage pondéral est intéressant car il permet de faire un tarage de la bouteille vide avant remplissage pour augmenter la précision, en particulier pour les bouteilles en verre dont la variation de poids due au moulage est réelle.

L'électronique associée aux balances permet d'avoir une traçabilité complète pour les dossiers qualité et de suivi de production. Le logiciel développé pour faire la mesure de poids et contrôler l'ouverture et la fermeture du bec, doit prendre en compte :

- Une correction de la force de Coriolis due à la rotation de la machine qui influence la pesée et donc la précision de dosage.
- Une correction statistique de la « queue de chute », c'est-à-dire la quantité de produit en train de s'écouler entre le bec et le niveau dans la bouteille et qui finalement pèsera dans la bouteille remplie.

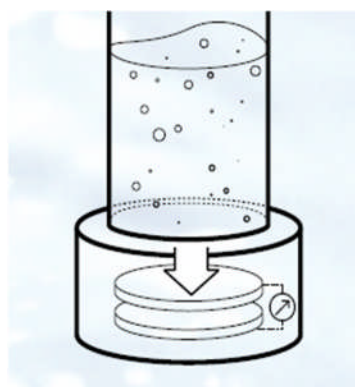


Figure I.7: Remplisseuse pondérale.

I.4.4. Remplisseuse volumétrique :

La machine mesure le volume de produit qui rentre dans la bouteille. Il suffit de régler la hauteur de la rampe inclinée où sont fixés les doseurs, les courses que font ces derniers (aspiration en montant et refoulement en descendant) permis de doser un volume bien défini dans la bouteille.

I.4.4.1. Remplisseuse rotative mécanique volumétrique :

Remplisseuse volumétrique rotative pour les produits alimentaires ou non alimentaires conditionnés dans des contenants en verre, plastique, métal ou carton. Le volume est défini dans le cylindre par le mouvement d'aspiration du piston et il est envoyé dans le récipient par refoulement.

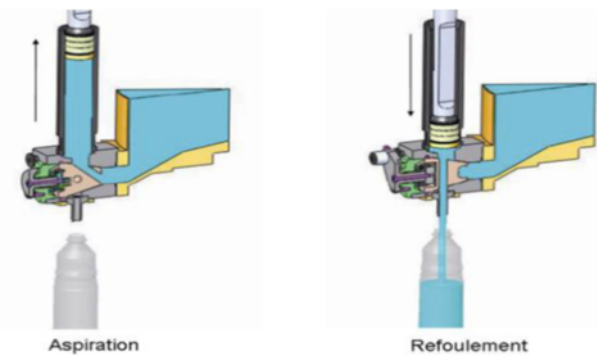


Figure I.8: Remplisseuse rotative Mécanique volumétrique.

I.4.4.2. Remplisseuse linéaire mécanique volumétrique :

Remplisseuse volumétrique en ligne équipée d'une à deux têtes pour produits alimentaires ou non alimentaires difficiles pouvant nécessiter un remplissage par le fond. Les contenants possibles sont : verrines, boîtes métal, sachets et barquettes plastiques.

Le principe de remplissage s'effectue par un piston commandé mécaniquement par cames synchronisées.

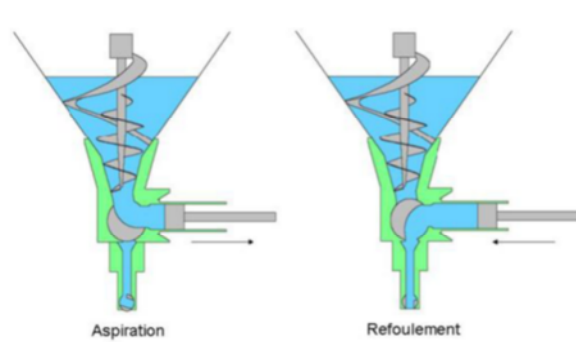


Figure I.9: Remplisseuse linéaire Mécanique volumétrique.

I.5.Description du fonctionnement du système actuel:

La machine se compose d'une remplisseuse d'eau, d'une bouchonneuse et d'un mécanisme d'avancement. Elle sert à remplir et à boucher les bouteilles d'eau de 5 litres. La remplisseuse est une cuve réalisée entièrement avec des matériaux inoxydables.

Elle a une capacité de 600 litres ; elle est composée de huit électrovannes commandées par quatre vérins double effet, elle remplit des bouteilles d'eau de cinq litres, ces dernières sont évacuées huit à huit vers la bouchonneuse à travers un convoyeur.

De par sa conception, cette machine requiert quatre opérateurs pour gérer l'ensemble de la production. Les quatre opérateurs sont répartis comme montré dans le schéma, et qui s'en charge chacun d'effectuer les opérations suivantes (Figure I.10):

- Préparation de la consigne ;
- Faire entrer les huit bouteilles ;
- Positionnement des bouteilles ;
- Appuyer sur les boutons marche/arrêt pour remplir les bouteilles et leur évacuation par les convoyeurs.

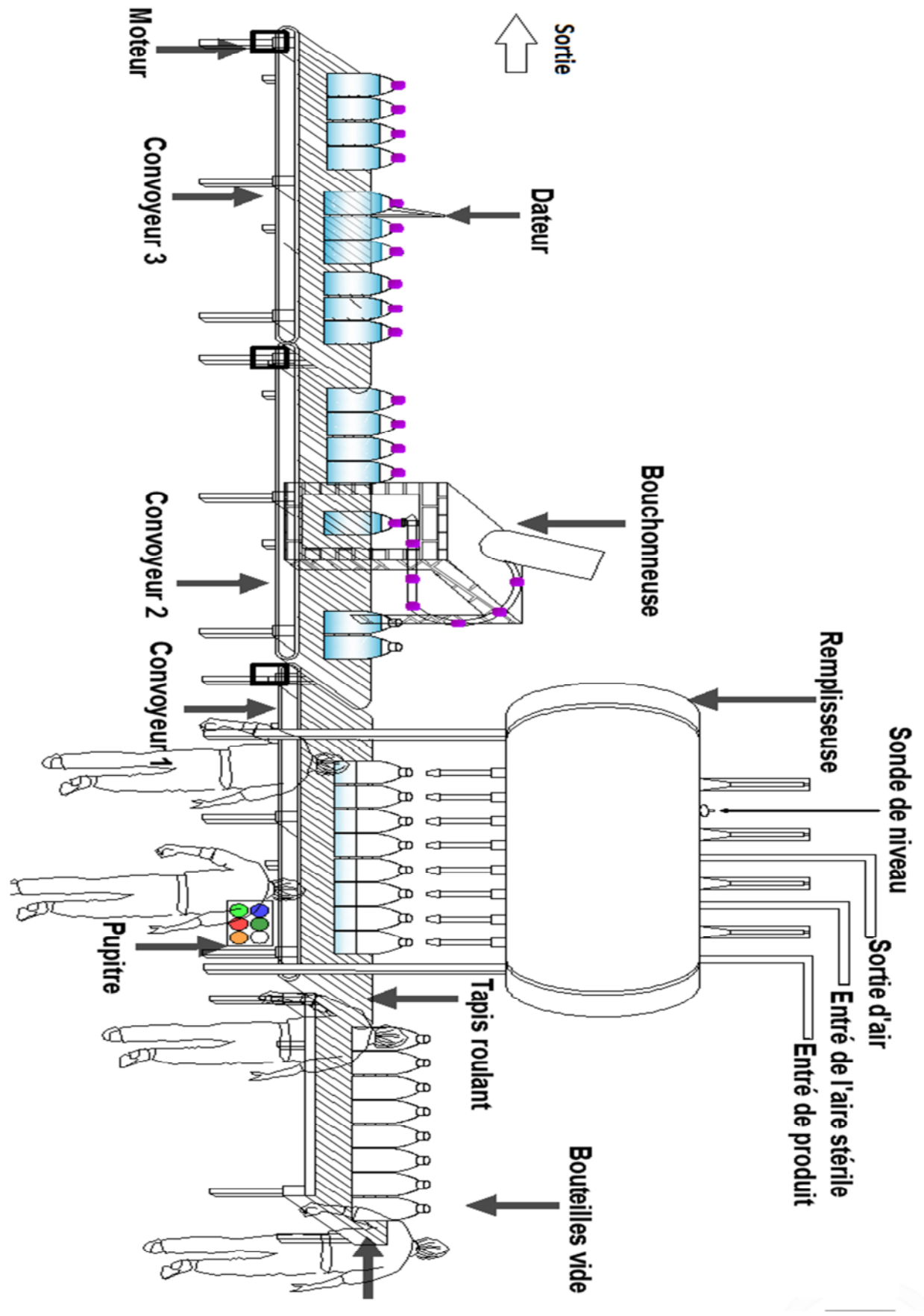


Figure I.10: Description schématique du système actuel.

I.6.Problématique :

Le système actuel présente certains inconvénients, à savoir :

- Tâche répétitive et fatigante pour les opérateurs ;
- Risques d'accident de travail ;
- Un long procédé ;
- Productivité limitée ;
- Coût assez élevé ;
- Risque de manque d'effectifs qui diminue la productivité ;
- Le travail est peu organisé.

I.7.Cahier des charges :

Notre problématique s'agit d'automatiser la remplisseuse de bouteilles d'eau de 5L et afin de réaliser ce processus, l'automatisme doit assurer les tâches suivantes :

- Assurer la présence du produit dans la cuve de remplissage ;
- Détection de huit bouteilles par un capteur ;
- Positionner les bouteilles ;
- Fermer les vérins de positionnement ;
- Bloquer le mouvement des bouteilles ;
- Remplissage de bouteilles par les vannes ;
- Libérer le mouvement des bouteilles ;
- Ouverture du vérin de sorti ;
- Evacuer les huit bouteilles vers la bouchonneuses ;
- Ouverture du vérin d'entrée de bouteilles et fermeture du vérin de sorti.

I.8.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu sur l'entreprise d'accueil et on a défini les différents types de remplisseuses en expliquant leurs principes de remplissage, ainsi nous avons présenté notre remplisseuse gravitationnelle linéaire (5L) et le problème qui se pose et enfin la proposition d'une solution d'automatisation.

Chapitre II

Identification des équipements et
élaboration des schémas électriques

I.1. Introduction :

Avant de parler sur l'automatisation d'un processus industriel, il faut identifier les éléments constituant les deux parties d'un système automatisé qui sont la partie opérative et la partie commande.

Ce chapitre a pour but de spécifier tous les éléments qui constituent la machine (remplisseuse) et de faire un état des lieux de ces systèmes électrotechniques dans leur environnement industriel. Pour cela nous allons essayer d'analyser les interactions entre les divers composants d'un système automatisé industriel. Et en fin nous allons établir des schémas électriques de l'installation (schéma de puissance et de commande) dans le but de les connecter à l'automate S7-1200.

II.2. Identification des équipements servant au bon fonctionnement de remplisseuse d'eau :

II.2.1. Elément pour fonction de sécurité

▪ Les fusibles :

Les fusibles permettent d'interrompre automatiquement un circuit parcouru par une surintensité, grâce à la fusion d'un conducteur métallique calibré. Ils sont surtout efficaces pour la protection contre les courts-circuits [3].



Figure II.1: Fusible.

▪ Sectionneur porte fusible :

Le sectionneur porte fusible est également muni de fusibles type AM (accompagnement moteur) dont leur rôle est de PROTÉGER l'équipement électrique contre les courts-circuits. Le sectionneur porte fusible est cadenassable (à l'aide d'un cadenas) afin de verrouiller la mise en tension ou hors tension de l'installation.

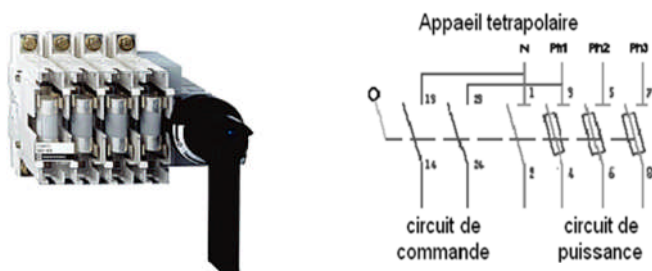


Figure II.2: Sectionneur porte fusible.

Le sectionneur porte –fusibles assure donc 2 fonctions principales :

- ✓ Isolement (séparation) de la source d'alimentation électrique et de l'équipement.
- ✓ protection contre les courts circuits (grâce aux cartouches fusibles) [3].

▪ **Relais thermique :**

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre les surcharges et les coupures de phase. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur.

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande d'un contacteur qui coupe le courant dans le récepteur [3].

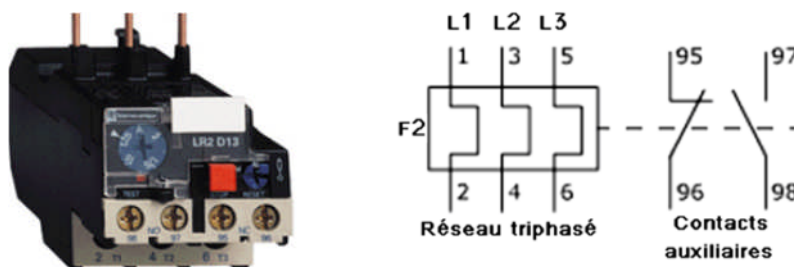


Figure II.3: Relais thermique.

▪ **Relais de sécurité :**

Un relai de sécurité ou module de sécurité s'utilisent pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence et répondent également aux exigences de sécurité pour la surveillance électrique des interrupteurs de position dans les dispositifs de protection. Ils assurent la protection de l'opérateur et de la machine. Après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur ou par la détection d'une erreur dans le circuit de sécurité lui-même [4].



Figure II.4: Relais de protection.

II.2.2.Élément pour fonction de coupure

- **Le sectionneur :**

Ils sont destinés à établir ou à interrompre la continuité d'un circuit électrique à vide ou à l'isoler d'autres circuits. Alors, les sectionneurs ne possèdent aucun pouvoir de coupure, ils ne sont capables de couper que des courants très faibles.

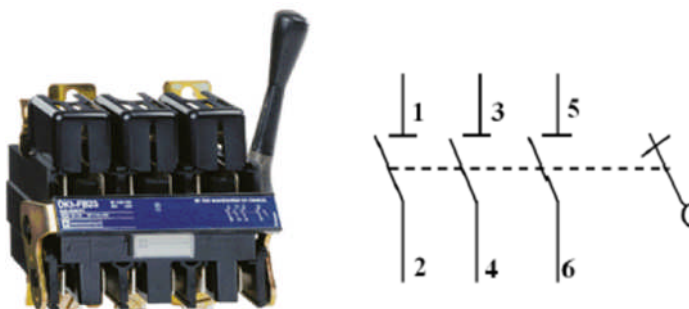


Figure II.5: Le sectionneur

- **Disjoncteur magnétothermique :**

Un disjoncteur est un appareil de protection capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans des conditions normales et anormales jusqu'à son pouvoir de coupure.

- **Protection par disjoncteur :**

Un disjoncteur est un interrupteur à ouverture automatique, qui assure la protection d'une installation contre les surcharges, les courts circuits, les défauts d'isollements, par ouverture rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit). Les disjoncteurs sont essentiellement destinés à la protection des circuits, des transformateurs, des sources d'énergie, des moteurs, des couplages entre différents circuit [3].

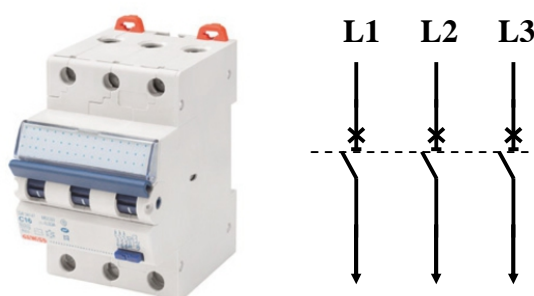


Figure II.6: Disjoncteur magnétothermique.

II.2.3.Élément pour fonction de commande

- **Relais électromagnétique (relais de commande) :**

Le relais magnétique, encore appelé relais de protection à maximum de courant, est un relais unipolaire (un pour chaque phase d'alimentation) dont le rôle est de détecter l'apparition d'un court-circuit. Il s'ensuit qu'il n'a pas de pouvoir de coupure et que ce sont ses contacts à ouverture et à fermeture qui vont être utilisés dans le circuit de commande pour assurer l'ouverture du circuit de puissance du récepteur et signaler le défaut. Ce relais est recommandé pour la protection des circuits sans pointe de courant (ex. charges résistives) ou au contrôle des pointes de démarrage des moteurs asynchrones à bagues [4].

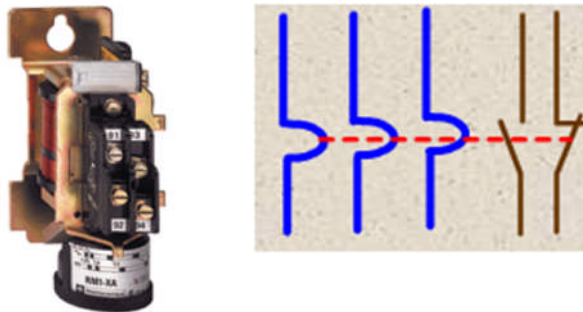


Figure II.7: Relais magnétique.

- **Relais temporisé :**

Un relais temporisé est un appareil d'automatisme qui permet à l'issue d'un temps préalablement déterminé, de transmettre une information électrique. On l'appelle aussi relai tout ou rien à temps spécifié ou encore minuterie [3].

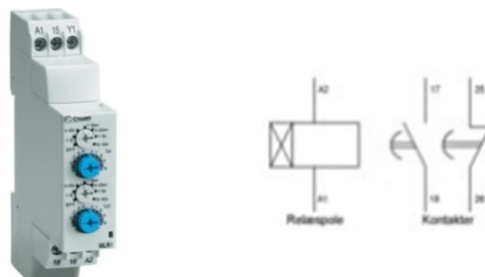


Figure II.8: Relais temporisé.

▪ Contacteur :

Ce sont des appareils de commande, doués d'un pouvoir de coupure, qui permettent d'établir ou d'interrompre un circuit en charge. Par un bouton poussoir ou par télécommande, qu'on peut fonctionner ou interrompre un fonctionnement d'une installation industrielle.

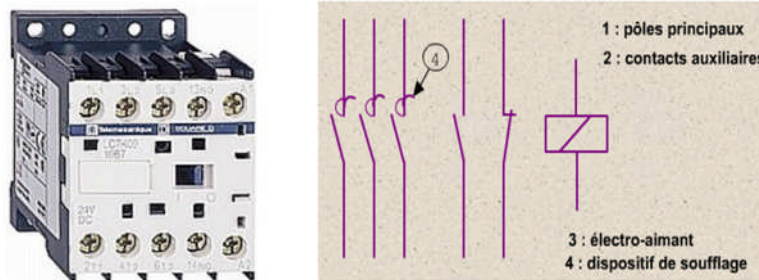


Figure II.9: Contacteur [3].

▪ Variateurs de fréquences (varianteurs de vitesses) :

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence. Ils permettent :

- Une gamme de vitesses de 5% à 200% de la vitesse nominale ;
- Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesses ;
- Des rampes d'accélération et de décélération ;
- Deux sens de rotation.

La consigne de vitesse est en général fournie sous forme d'une tension de 0 à 10V par exemple. Une protection du moteur est intégrée au variateur [5].



Figure II.10: Variateur de fréquences (varianteurs de vitesses).

- **Les électrovannes :**

Les électrovannes (vannes commandées par un servomoteur électrique) sont par exemple utilisées pour le remplissage de réservoirs ou comme organes de sécurité (vannes de sectionnement permettant de couper le débit lorsqu'une alarme se déclenche).

Les puissances électriques appelées par ces organes sont faibles et le temps réel de fonctionnement est très court [6].



Figure II.111:Electrovanne.

- **Micro-ordinateur :**

Utilisation d'un micro-ordinateur comme pupitre opérative pour installer le logiciel de programmation STEP7 V11 qui nous permet de modifier ; visualiser le programme de fonctionnement du process ainsi que les paramètres de notre programme sur l'interface WINCC.

Permet de charger le programme dans l'API.

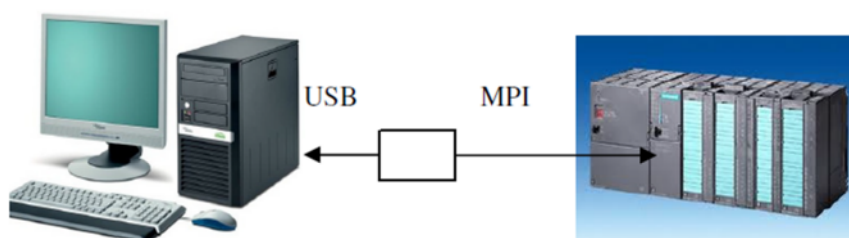


Figure II.122: Utilisation d'un micro-ordinateur comme pupitre opérateur.

II.2.4.Élément pour fonction d'alimentation

▪ Bloc d'alimentation :

Les modules du bloc d'alimentation ont les fonctions suivantes :

- Le transformateur sert à réduire la tension de service. L'entrée du transformateur est soumise à la tension d'alimentation (par ex. tension alternative de 230 V), tandis que sa sortie présente une tension réduite (par ex. tension alternative de 24 V).
- Le redresseur sert à transformer la tension alternative en une tension continue. Le condensateur, situé à la sortie du redresseur, lisse la tension.
- La régulation de la tension à la sortie du bloc d'alimentation est indispensable pour maintenir une tension constante indépendamment du courant qui circule [7].

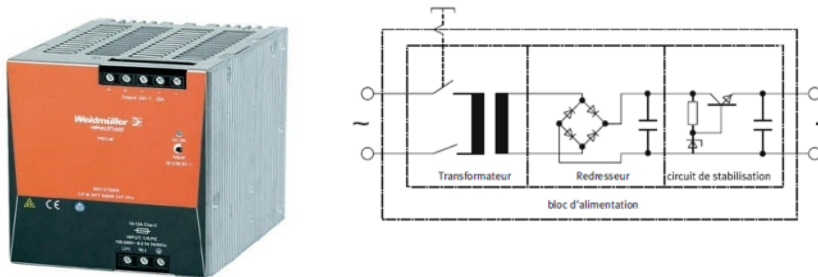


Figure II.133: Bloc d'alimentation.

✚ Transformateurs :

Dans une entité de fabrication, il est nécessaire d'installer un transformateur d'énergie électrique, qui sera directement branché sur le réseau moyen tension de la SONALGAZ afin de transformer la tension et le courant pour un usage bien spécifique.

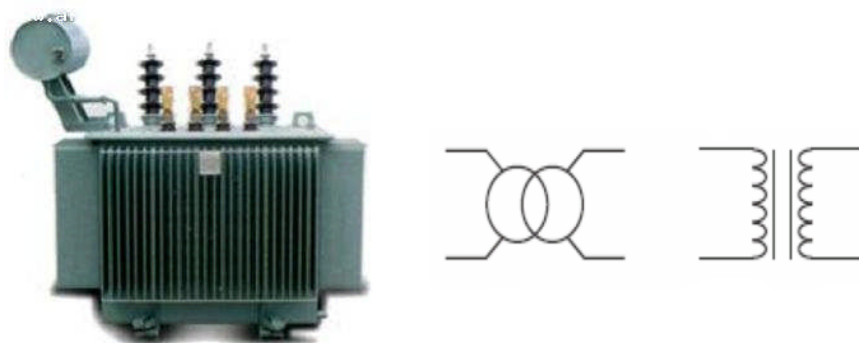


Figure II.14: Transformateurs.

✚ Définition d'un transformateur

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Il effectue cette transformation avec un excellent rendement.

✚ Choix et dimensionnement de transformateur

Surdimensionné un transformateur entraîne un investissement excessif et des pertes à vide inutiles. Mais la réduction des pertes en charge peut être très importante.

Sous-dimensionner un transformateur entraîne un fonctionnement quasi permanent à pleine charge et souvent en surcharge avec des conséquences en chaîne :

- Rendement inférieur (c'est de 50 à 70% de sa charge nominale qu'un transformateur a le meilleur rendement)
- Echauffement des enroulements, entraînant l'ouverture des appareils de protection et l'arrêt plus ou moins prolongé de l'installation
- Vieillesse prématuré des isolants pouvant aller jusqu'à la mise hors service du transformateur.

✚ Redresseur :

C'est le convertisseur qui transforme l'énergie électrique délivrée sous forme alternative pour alimenter une charge en continu [8].

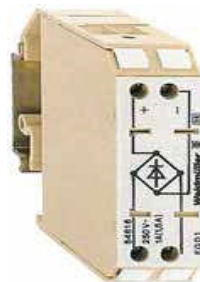


Figure II.145: Redresseur.

II.2.5.Élément pour fonction de détection

Définition:

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique observée (température, pression, etc....) en une grandeur utilisable (intensité électrique, position d'un flotteur).

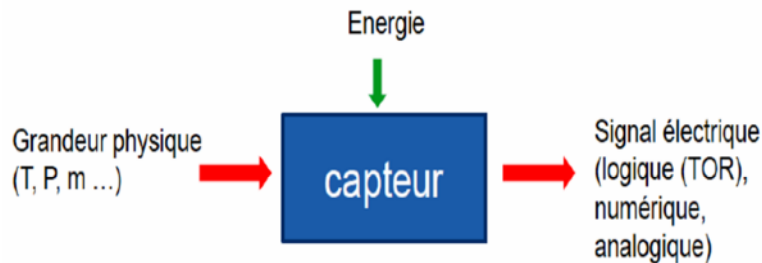


Figure II.156:Rôle d'un capteur.

Principales caractéristiques d'un capteur :

- ❖ Etendue de mesure : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur ;
- ❖ Résolution : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur ;
- ❖ Sensibilité : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée ;
- ❖ Précision : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie ;
- ❖ Rapidité : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante ;
- ❖ Linéarité : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.

Familles des capteurs:

Ils existent 3 types de capteurs :

- Les capteurs TOR (tout ou rien) ;
- Les capteurs analogiques ;
- Les capteurs numériques [9].

II.2.5.1.Les capteurs TOR :

Ce type de capteur permet de détecter un événement ou un objet lié au fonctionnement du système technique. Le signal électrique en sortie de ce capteur est de type logique (signal acceptant 2niveaux : niveau logique 0 (NL0) ou niveau logique 1 (NL1)).



Figure II.167: Capteur tout ou rien

II.2.5.2. Capteurs analogique :

Dans la pratique industrielle, on donne à ce type de matériel le nom de capteur, si on lui inclut une électrique de puissance dans son boîtier, on parle de capteurs transmetteurs, l'information peut prendre toutes les valeurs possibles entre 2 certaines valeurs limites [10].



Figure II.178: Capteur analogique.

II.2.5.2. Capteur numérique :

Selon le cas portent les noms en pratique de codeurs ou de compteurs, l'information fournie par ce capteur permet à la partie commande d'en déduire un nombre binaire sur n bits, on parle alors d'un capteur numérique [10].



Figure II.19: Capteur numérique.

II.2.5.4. Sonde conductrice :

La sonde est formée de deux électrodes cylindriques, le rôle de l'une d'elles pouvant être assuré par le réservoir lorsqu'il est métallique, la sonde est alimentée par une faible tension (5 V) alternative afin d'éviter la polarisation des électrodes. En mesure continue, la sonde est placée verticalement et sa longueur s'étend sur toute la plage de variation de niveau.

Le courant électrique qui circule est d'amplitude proportionnelle à la longueur d'électrode immergée, mais sa valeur dépend de la conductivité du liquide.

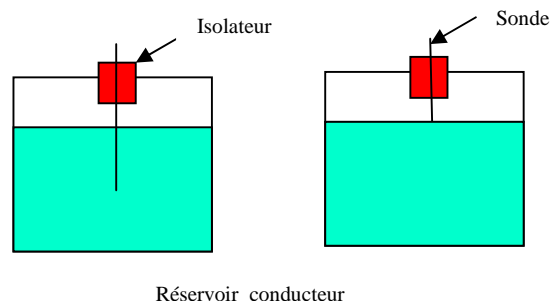


Figure II.180: La sonde.

▪ Choix d'un capteur :

Les critères de choix dépendent de l'exploitation qui en est faite dans le système technique. Le choix sera fait selon :

- ✓ Etendue de Mesure : qu'elle est la plage de mesures que l'on souhaite réaliser dans le système conçu ?
- ✓ Précision : de quelle précision a-t-on besoin dans le cadre du système technique ? Cette précision dépend de l'élaboration du cahier des charges.

II.2.6. Élément pour fonction des actionneurs

▪ Moteur asynchrone:

Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles (80%), du fait de sa facilité de mise en œuvre, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité. Son inconvénient est l'énergie réactive, toujours consommée pour magnétiser l'entrefer [11].

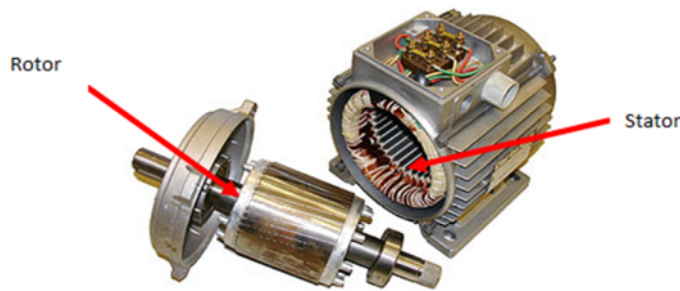


Figure II.21: Moteur asynchrone.

▪ **Principe de fonctionnement :**

Les champs alternatifs produits par les bobines alimentées en courant triphasé se composent pour former un champ magnétique tournant. Ce champ magnétique tournant crée des courants induits dans le circuit du rotor. D'après la loi de LENZ, ceux-ci s'opposent à la cause qui leur a donné naissance et provoque une force magnétomotrice qui entraîne le rotor en rotation [11].

II.2.6.2. Le vérin pneumatique linéaire :

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Il est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs.

▪ **Classification des vérins :**

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et de mode de fonctionnement : simple effet, double effet et les vérins spéciaux.

✓ **Les vérins pneumatiques simple effet :**

Un vérin pneumatique à simple effet n'a qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développe un effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin [12].

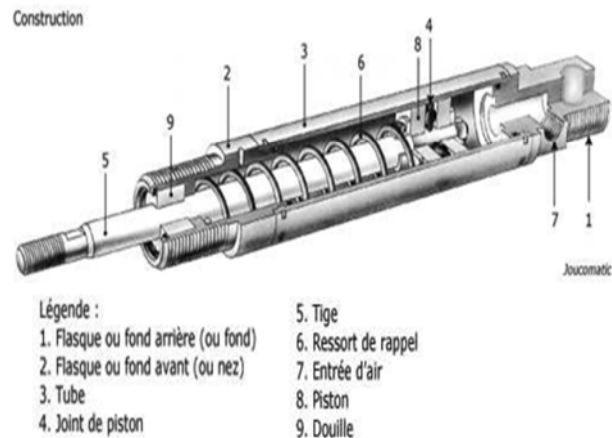


Figure II.192: Vérin simple effet.

Avantage :

Le vérin simple effet est économique, et la consommation de fluide est réduite.

Inconvénients :

À course égale, ils sont plus longs que les vérins double effet ; la vitesse de la tige est difficile à régler en pneumatique et les courses proposées sont limitées (Jusqu'à 100 mm).

Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage, emmanchements, ...).

✓ **Les vérins pneumatiques doubles effet :**

Le vérin double effet à deux alimentations possibles, soit par la chambre arrière, soit par la chambre avant.

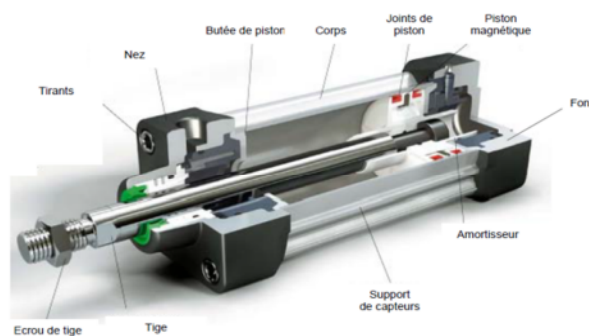


Figure II.203: Vérin double effet [12].

Avantage :

Plus grande souplesse d'utilisation ; réglage plus facile de la vitesse, par contrôle du débit à l'échappement ; amortissements de fin de course, réglables ou non, possibles dans un ou dans les deux sens. Ils offrent de nombreuses réalisations et options.

Inconvénients :

Ils sont plus coûteux.

Utilisation : ce sont les vérins les plus utilisés industriellement, ils présentent un grand nombre d'applications.

II.2.6.3. Les distributeurs pneumatiques :

Les distributeurs sont des éléments de la chaîne d'énergie. Ils distribuent de l'air comprimé aux actionneurs pneumatiques (vérins, générateurs de vide, moteurs à palettes...) à partir d'un signal de commande (pilotage) [7].

II.2.6.4. Générateur d'air comprimé :

L'air comprimé est une forme d'énergie emmagasinée qui sert à faire fonctionner des machines, des équipements ou des procédés industriels. L'air comprimé est utilisé dans la plupart des industries de fabrication et dans certaines industries de services, notamment dans les cas où l'utilisation directe de l'électricité pour alimenter des outils ou des appareils se révèle dangereuse. Avec de ses nombreuses applications des différents environnements dépendant de l'air comprimé, les compresseurs n'ont pas pour seule tâche de comprimer l'air à une pression spécifique ou à un débit donné, mais ils doivent offrir un air selon la qualité souhaitée [13].

II.2.6.5. Les compresseurs :

Le marché le plus important pour les compresseurs, dont la puissance est comprise entre 10 et 300Kw, est largement dominé par les compresseurs à vis lubrifiées « 75% des ventes » grâce à leur robustesse, de leur simplicité et de leur coût d'investissement un peu moins élevé. Il existe cependant, un nombre important d'autres technologies: pistons, membranes, palettes, spirales et centrifuges qui occupent des niches plus spécifiques du marché. Le choix entre les technologies avec injection ou exempt d'huile, aussi bien entre les mono-étagés ou poly-étagés, constituent autant d'autres paramètres de choix. Dans chaque famille de compresseurs ils existent donc de multiples variantes. La figure suivante illustre les grandes familles de compresseurs [14].

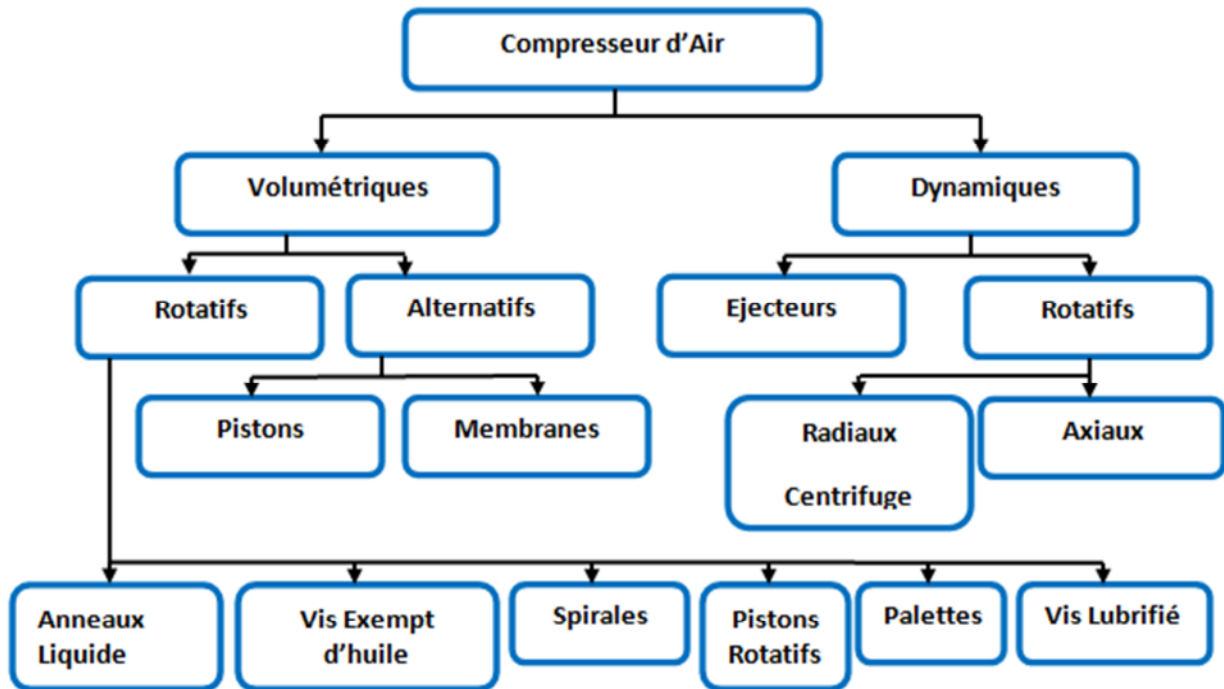


Figure II.214: Différents type de compresseur.

II.2.6.6. Pompes :

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les tubulures d'entrée et de sortie. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide, de l'énergie potentielle (par accroissement de la pression en aval) soit de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide.

Ainsi, on peut vouloir augmenter le débit (accroissement d'énergie cinétique) ou/et augmenter la pression (accroissement d'énergie potentielle) pour des fluides gazeux, liquides, visqueux, très visqueux....C'est pourquoi la diversité des pompes est très grande [15].



Figure II.225: Pompe.

II.2.6.7. Convoyeurs :

Un convoyeur permet de transporter des produits d'un point à un autre. Il peut être utilisé dans de nombreuses industries en fonction de l'application. Il existe différents types de convoyeurs (à bande, à chaînes, aériens, etc.) en fonction de l'application et du coût [16].



Figure II.236: Convoyeur.

II.3. Eléments du pupitre

II.3.1. Boutons poussoirs et voyants :

Un bouton-poussoir est un interrupteur actionné par une pression du doigt. Il constitue le lien entre l'humain et la machine, les boutons poussoirs sont à ressort de rappel [4]. Les voyants ou feux d'avertissement sont utilisés principalement pour des applications de signalisation.



Figure II.247: Les boutons poussoirs.

II.4. Elaboration des schémas électrique de l’installation

II.4.1.Schéma de puissance de notre installation :

La figure II.29 montre le schéma de puissance des quatre moteurs asynchrones utilisés pour les convoyeurs, et les deux pompes.

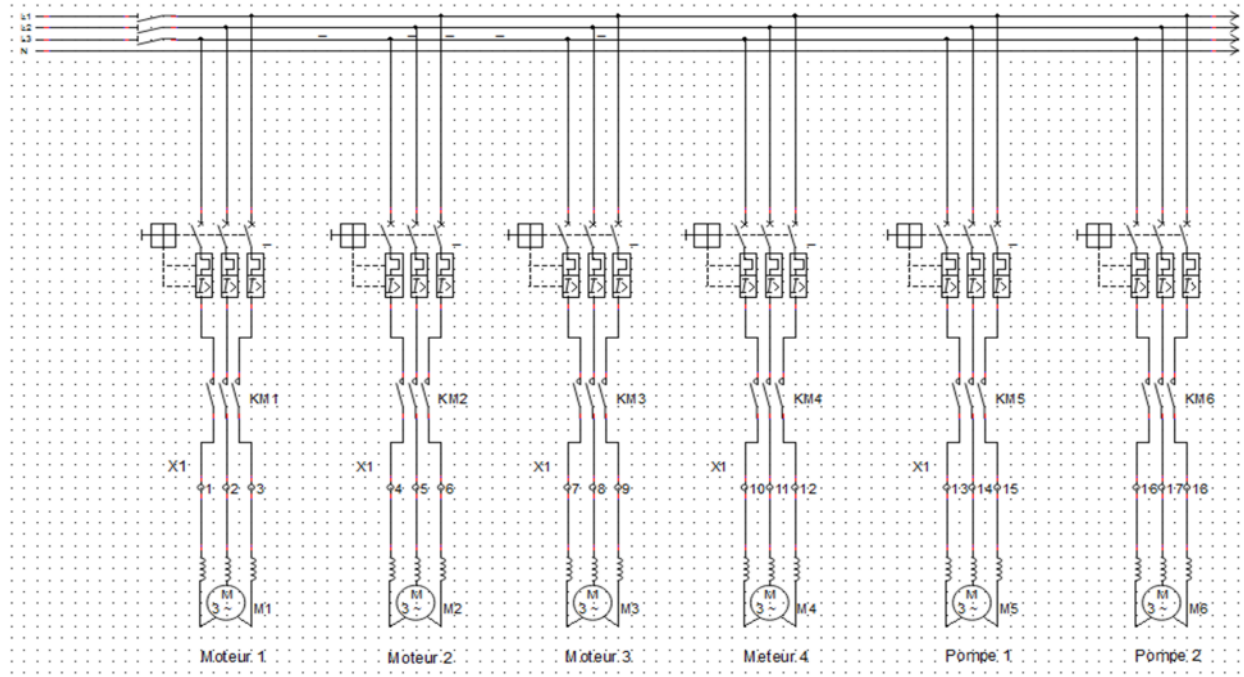


Figure II.258:Schéma de puissance.

II.4.2.Schéma de commande des moteurs et pompes

Les contacteurs nous permettent d’établir ou interrompre une action sur les moteurs et les pompes respectivement par l’intermédiaire du module d’E/S SM 1223c.

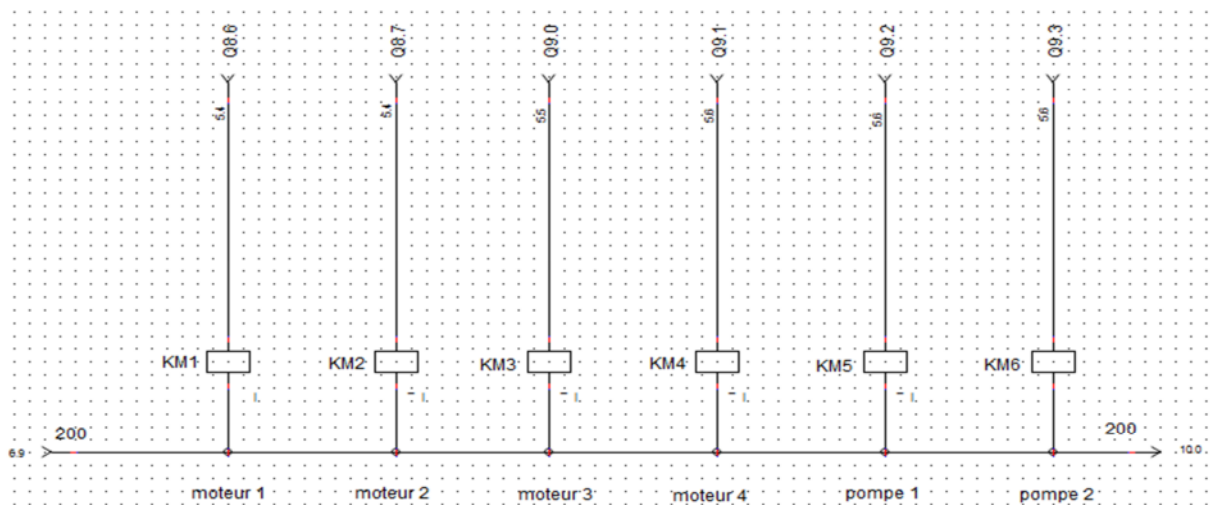


Figure II.29: Connexion des moteurs et pompes avec l’API.

II.4.2.Schémas de commande :

Les capteurs E/S sont connectés à l'entrée du module SM 1223c pour assurer le bon fonctionnement de la remplisseuse.

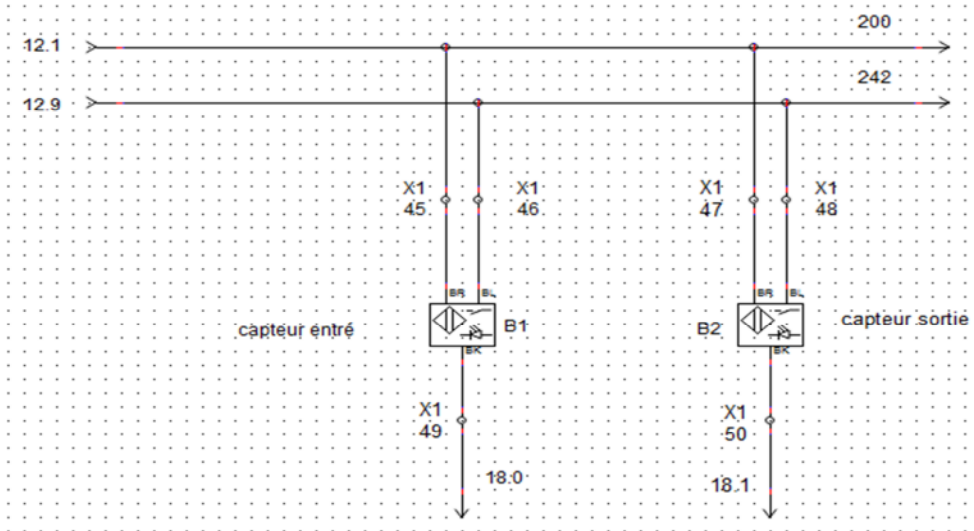


Figure II.260: Les capteurs E/S TOR.

Ces boutons sont utilisés pour mettre en Marche/Arrêt notre système; et élimination de défaut survenu dans le système ou encore choisir le mode Auto. /manuel.

Ces entrées physiques sont connectées à la CPU 1212c.

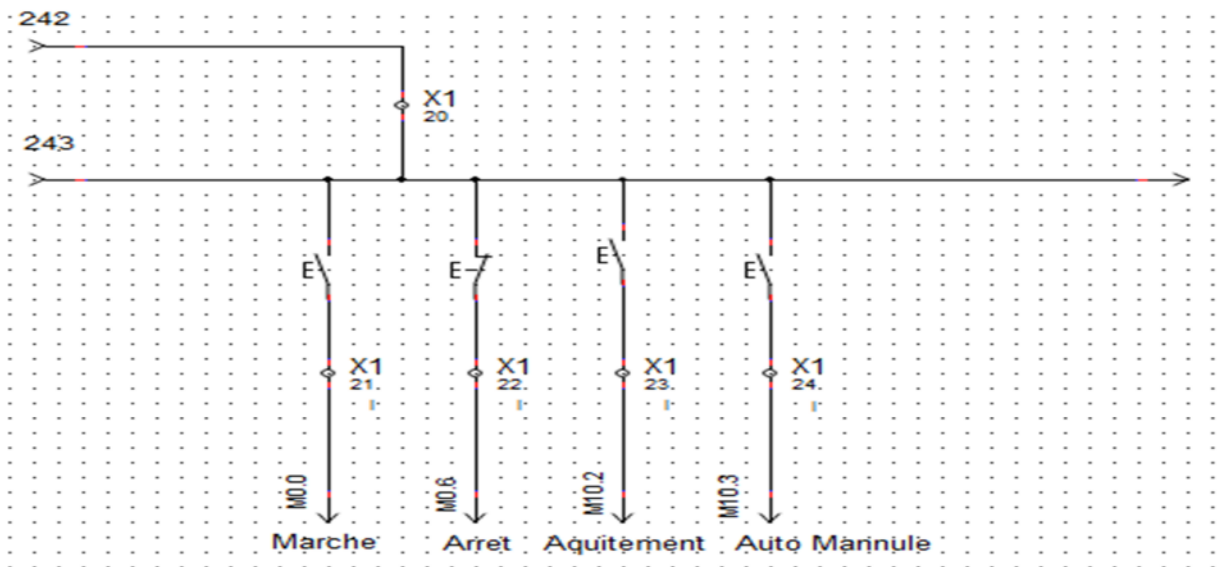


Figure II.271: Les boutons de commande.

▪ Relais de niveau :

Ces relais ont pour fonction de gérer la gestion de niveau du produit dans la cuve et la trémie.

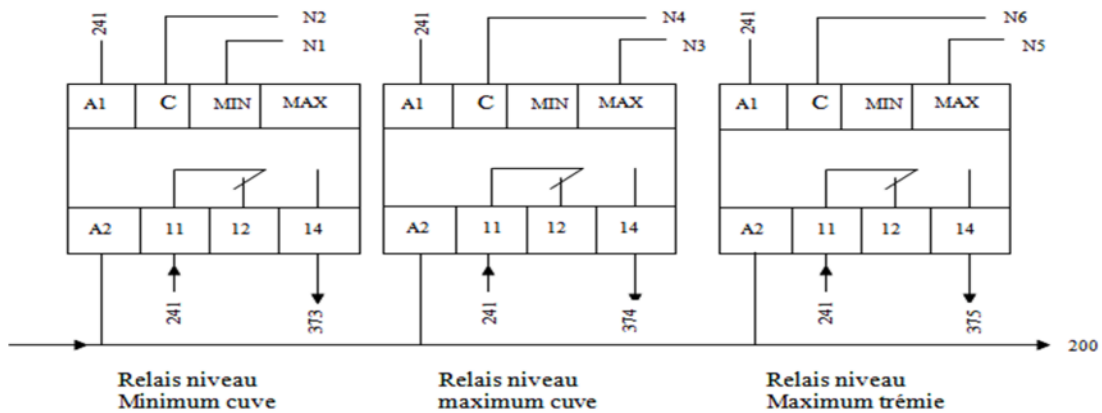


Figure II.32: Gestion de Niveau.

▪ La CPU1212c et le SM1223c :

Les figures (33,34) nous permet de montrer le branchement des entrées et sorties de tout le système.

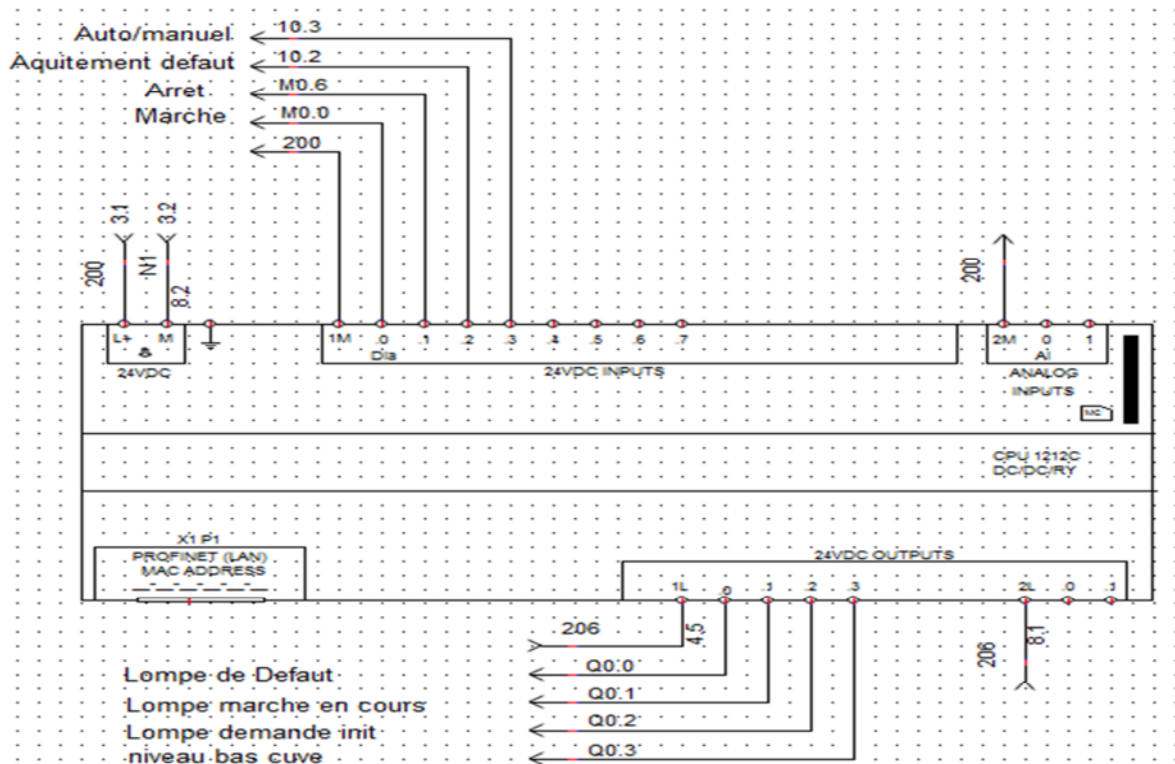


Figure II.283: Vue de la CPU 1212c.

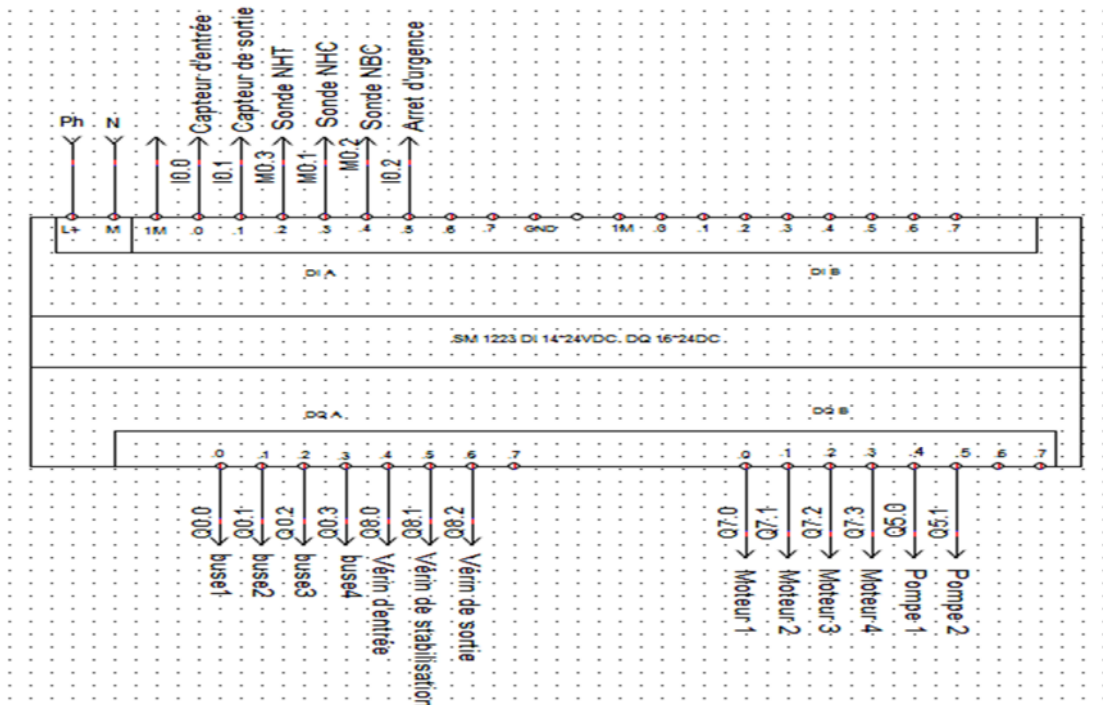


Figure II.294: Module E/S (SM1223c).

▪ Schéma de commande des vérins et électrovannes

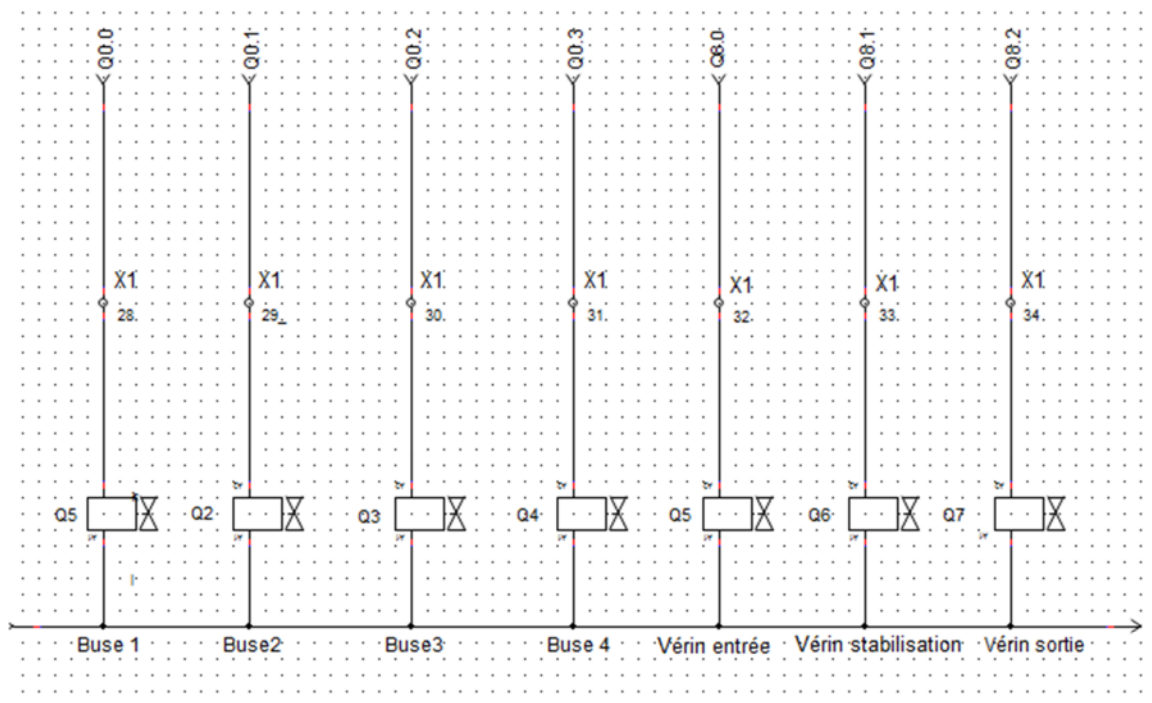


Figure II.305: connexion des vérins avec l'API.

II.5.Conclusion :

La connaissance parfaite d'un système est une étape importante pour l'automatisation de ce dernier.

Ce chapitre nous a permis d'avoir un aperçu sur les éléments essentiels constituant la remplisseuse, et de comprendre leurs fonctionnements et le rôle de chacun deux, ainsi l'importance de ses éléments dans la chaine d'automatisation de notre système.

Nous avons aussi élaborés les schémas électriques (schémas de puissance et de commande) de notre installation.

Chapitre III

Automate programmable S7-1200
et logiciels associés

III.1 Introduction :

L'Automate Programmable Industriel API ou PLC (Programmable Logic Controller) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve pratiquement dans les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables d'une façon générale et d'une manière plus détaillée le modèle de CPU 1212C de l'automate S7-1200 et définir le système automatisé ainsi que les règles d'évolution d'un grafcet pour une meilleure exploitation pendant sa programmation qui sera l'objet du ce chapitre.

▪ Historique:

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatismes, les composants de base de l'époque étaient les relais électromagnétiques à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant d'avenir et les circuits intégrés étaient inconnus.

Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les automatismes sous forme de circuits digitaux. Ce n'est que quelques années plus tard, que l'apparition des circuits intégrés a amorcé une révolution dans la façon de concevoir les automatismes. Ceux-ci étaient très peu encombrants et leur consommation était des plus réduite. On pouvait alors concevoir des fonctions de plus en plus complexes à des coûts toujours décroissants.

C'est en 1969 que les constructeurs américains d'automobiles (General Motors en particulier) ont demandé aux firmes fournissant le matériel d'automatisme des systèmes plus évolués et plus souples pouvant être modifiés simplement sans coûts exorbitants. Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automates programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changée, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes.

De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles; depuis les nano automates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes.

▪ Définitions:

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information. Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et les tertiaires :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et préactionneurs grâce à ses entrées/sortie industrielles ;
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.) ;
- Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre.

Selon la norme française EN 61131-1, un automate programmable est un système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus[17].

III.1.1 Architecture des automates

La structure interne d'un automate programmable proprement dit est constituée :

- 🔧 Une alimentation; une unité centrale; des mémoires; des interfaces d'entrée/sortie.

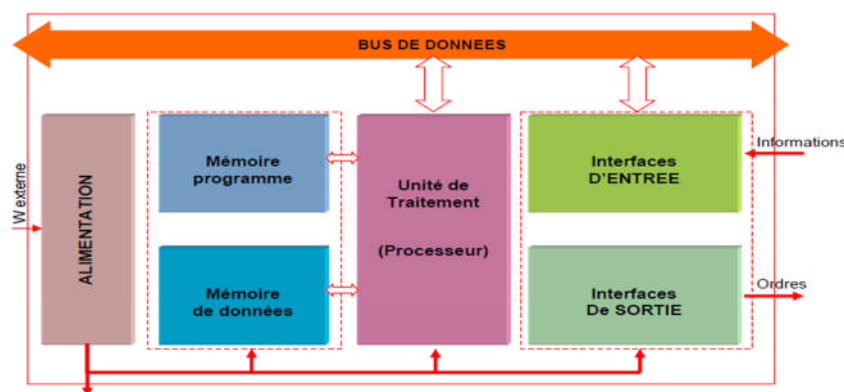


Figure III.1: Structure interne d'une API [18].

III.1.2 Principe de fonctionnement d'un automate :

Lorsque l'API est en fonctionnement, trois phases se succèdent :

Phase 1: Photographie des entrées

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes ; les entrées sont « photographiées » et leurs états logiques sont stockés dans une zone spécifique de la mémoire de donnée. Le programme n'est pas scruté. Les sorties ne sont pas mises à jour.

Phase 2: Exécution du programme

Durant cette phase qui dure quelques millisecondes :

Les instructions de programme sont exécutées une à une. Si l'état d'une entrée doit être lu par le programme, c'est la valeur stockée dans la mémoire de données qui est utilisée. Le programme détermine l'état des sorties et stocke ces valeurs dans une zone de la mémoire de données réservée aux sorties. Les entrées ne sont pas scrutées ; les sorties ne sont pas mises à jour. Notez que pendant cette phase, seules la mémoire de données et la mémoire programme sont mises à contribution. Si une entrée change d'état sur le module d'entrées, l'API ne « voit » pas ce changement.

Phase 3: Mise à jour des sorties

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes : Les états des sorties mémorisés précédemment dans la mémoire de données sont reportés sur le module de sorties. Les entrées ne sont pas scrutées ; le programme n'est pas exécuté [18].

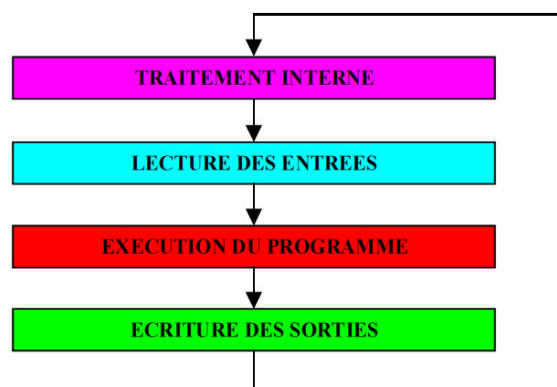


Figure III.2 : Structure de fonctionnement d'un automate.

III.1.3 Présentation de l'automate S7-1200 :

L'automate SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire utilisé pour les petites et moyennes performances. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation. Le contrôleur S7 est composé d'une alimentation électrique, d'une CPU et de modules d'entrées/sorties pour les signaux numériques et analogiques. Le cas échéant, des processeurs de communication et des modules fonctionnels sont ajoutés pour des tâches spéciales comme la commande de moteur pas à pas.

Le programme S7 permet à l'automate programmable industriel (API) de contrôler et de commander une machine ou un processus. Les modules E/S sont interrogés dans le programme S7 au moyen d'adresse d'entrées (%I) et référenciés au moyen d'adresse de sorties (%Q).

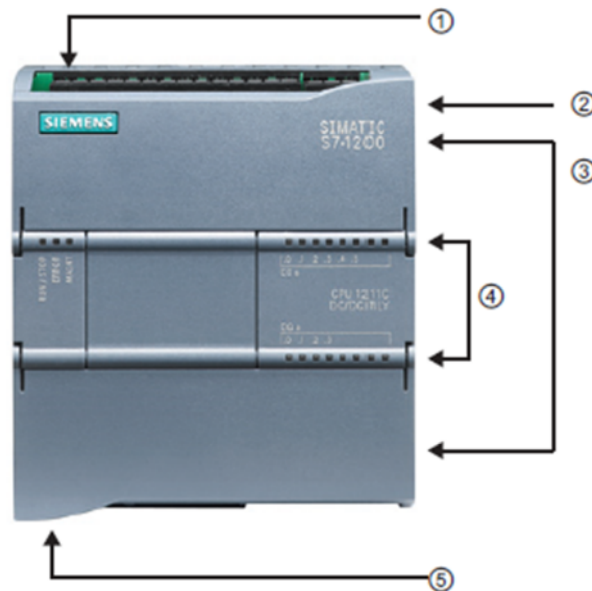


Figure III.3:Automate S7-1200.

L'automate programmable S7-1200 est caractérisé par :

- Solution extrêmement simple de démarrage ;
- Fonctionnement sans compilation ;
- Constitution :
 - 1- Prise d'alimentation ;
 - 2- Logement pour la carte mémoire sous le volet supérieur ;
 - 3- Connecteurs amovibles pour le câblage utilisateur (derrière les volets) ;
 - 4- DEL d'état pour les E/S intégrées ;
 - 5- Connecteur PROFINET (sur la face inférieure de la CPU) [19].

III.1.3.1 Présentation de la CPU S7-1212C :

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact. La CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans notre application. La CPU surveille les entrées et modifie-les sorties conformément à la logique de votre programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents. La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485 ou RS232 [20].

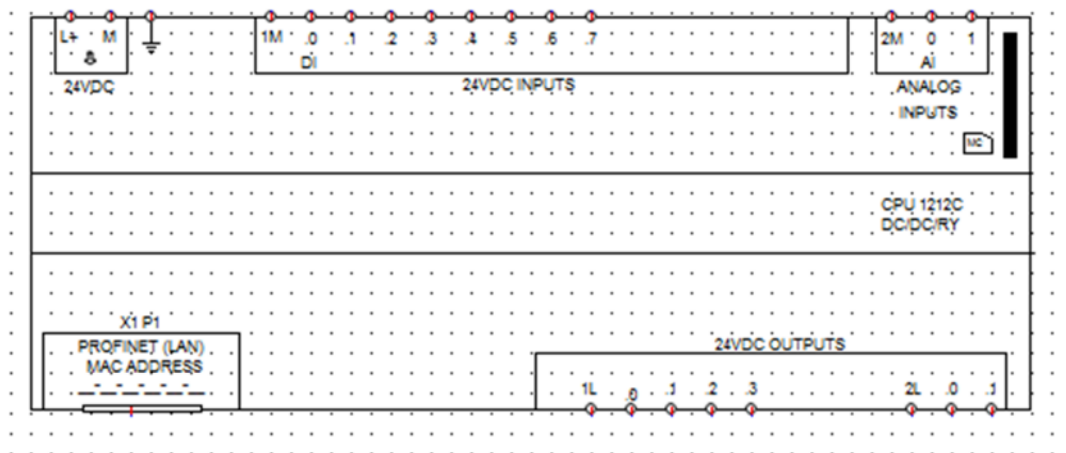


Figure III.4: Vue de la CPU 1212c.

III.1.3.2 Modes de fonctionnement de la CPU

La CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- En mode « STOP », la CPU n'exécute pas le programme, et vous pouvez charger un projet.
- En mode « STARTUP », la CPU entame une procédure de démarrage.
- En mode « RUN », le programme est exécuté de façon cyclique. Les projets ne peuvent pas être chargés dans une CPU en mode RUN.

La CPU n'a pas de commutateur physique pour changer de mode de fonctionnement. Le mode STOP ou RUN se change en utilisant le bouton sur le panneau de commande du logiciel STEP 7 Basic. De plus, le panneau de commande est muni d'un bouton memory reset pour faire une réinitialisation générale de la mémoire [20].

LED de visualisation d'états

❖ La CPU fournit les indicateurs d'état suivants

- Une lumière JAUNE indique le mode STOP.
- Une lumière VERTE indique le mode RUN.
- Une lumière CLIGNOTANTE indique le mode STARTUP.

❖ ERROR

- Rouge clignotant indique une erreur, telle qu'une erreur interne dans la CPU, une erreur avec la carte mémoire ou une erreur de configuration (modules non concordants).
- Rouge continu signale un matériel défectueux.

❖ La LED MAINT

(Maintenance) clignote dès que vous insérez une carte mémoire. La CPU passe alors à l'état ARRET. Une fois que la CPU est passée à l'état ARRET, exécutez l'une des actions suivantes pour déclencher l'évaluation de la carte mémoire :

- Faites passer la CPU à l'état MARCHE ;
- Effectuez un effacement général (MRES);
- Mettez la CPU hors tension puis sous tension.

III.1.3.3 Configuration des appareils :

La configuration des appareils par ajout de CPU et des modules supplémentaires.

- 📊 La CPU est équipée d'entrées et de sorties de signaux numériques et analogiques (1);
- 📊 Des modules additionnels d'entrées/sorties (modules IO) peuvent être installés si les entrées et sorties intégrées ne sont pas suffisantes pour l'application désirée(2);
- 📊 Des modules de communication en série (RS232, RS485) peuvent également être insérés(3);
- 📊 Une interface TCP/IP intégrée, et servira au chargement des programmes et à la supervision du processus.



Figure III.5: Configuration des appareils [20].

Utilisation d'une carte mémoire

Si une carte programme est insérée dans la CPU. Utilisez la carte mémoire soit comme carte de transfert, soit comme carte programme. Tout programme que vous copiez dans la carte mémoire contient tous les blocs de code et de données, les objets technologiques éventuels et la configuration des appareils.



Figure III.6: Carte mémoire SIMATIC [20].

III.1.3.4 Langages de programmation :

Il existe plusieurs types de langage de programmation, qui font partie intégrante du logiciel de base. Ces langages sont :

➤ **Liste d'instructions (IL : Instruction List) :**

Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs) ; très peu utilisé par les automaticiens.

➤ **Langage littéral structuré (ST : Structured text) :**

Issu de l'informatique, il présente des analogies avec le PASCAL ; il offre des possibilités telles :

Si

Alors

Autrement

Fin si

Ce langage facilite donc la mise en œuvre d'algorithme complexe comportant beaucoup de traitement numérique. Il permet aussi des passerelles vers des blocs extérieurs, ainsi que des traitements particuliers. En contrepartie, il est moins commode pour la mise au point de fonctions booléennes.

➤ **Langage à contacts (LD : Ladder Diagram) :**

Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels).

L'application est représentée par un ou plusieurs réseaux (x). Un réseau est formé d'éléments graphiques, et éventuellement de blocs fonctionnels, connectés entre eux, partant d'une barre d'alimentation à gauche, et se terminant par une barre à droite. Il correspond au cheminement d'un flux:

- d'énergie (cas d'une application ou le programme pourrait être remplacé par un ensemble de relais électromagnétiques, avec passage éventuel de courant électrique); il circule alors conventionnellement de gauche à droite ;
- de signaux (cas des blocs fonctionnels, ce qui permet d'introduire des éléments tels que temporisateurs, compteurs, opérateurs arithmétiques).

Au réseau est associée une étiquette, comme en informatique classique.

Dans les cas de traitement booléen, les éléments fondamentaux sont des contacts normalement fermés (NF) ou normalement ouverts (NO), et des bobines (avec possibilité de mémorisations de l'information reçue).

➤ **Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) :**

Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.

III.1.3.5 Caractéristiques technique de la CPU S7-1212c :

Dimensions		90mm*100mm*75mm
Mémoire utilisateur	● Mémoire de travail	25Ko
	● Mémoire de chargement	1 Mo
	● Mémoire rémanente	2Ko
E/S intégrés locales	● E/S TOR intégrées	8 entrées et 6 sorties
	● E/S analogiques intégrées	2 entrées
Taille de la mémoire	● Mémoire images (entrées)	1024 octets
	● Mémoire image (sorties)	1024 octets
Mémentos (M)		4096 octets
Module d'entrées-sorties (SM) pour extension		2 modules
Signal Board(SB) ou Communication Board(CB)		1 module
Module de communication (CM) (extension vers la gauche)		3 modules
Compteurs rapides	● Total	4 compteurs
	● Monophasé	3 à 100 kHz ; 1 à 30 kHz
	● Quadrature de phase	3 à 80 kHz ; 1 à 20 kHz
Sorties d'impulsions		2
Carte mémoire		Carte mémoire SIMATIC
Durée de conservation de l'horloge temps réel		10 jrs typ. /6 jrs min à 40°
PROFINET		1 port de communication Ethernet
Vitesse d'exécution des instructions mathématiques sur réels		18µs/instruction
Vitesse d'exécution des instructions booléennes		0,1µs/instruction

Tableau III.1: Caractéristique technique de la CPU 1212C [20].

Plage de tension		85 à 264 V~
Fréquence de ligne		47 à 63 Hz
Courant d'entrée (charge max)	CPU uniquement	80mA à 120 V~ 40mA à 240 V~
	CPU avec tous les accessoires d'extension	240 mA à 120 V~ 120mA à 240 V~
Appel de courant (max.)		20 A à 264 V~
Isolation (alimentation d'entrée à logique)		1500 V~
Fuite à la terre, ligne CA à la terre fonctionnelle		0.5 ma max.
Temps de retard (perte d'alimentation)		20 ms à 120 V~ 80 ms à 240 V~
Fusible interne, non remplaçable par l'utilisateur		3 A, 250 V, action retardée

Tableau III.2: Alimentation électrique [20].

III.2 Description du logiciel STEP 7 :

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal V11) est l'outil de programmation des automates

- SIMATIC S7-1200 ;
- SIMATIC S7-300;
- SIMATIC S7-400;



Avec STEP 7 Professional V11, les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation :

- Configuration et paramétrage du matériel ;
- Paramétrage de la communication ;
- Programmation ;
- Test, mise en service et dépannage avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic ;
- Documentation ;
- Génération d'écrans de visualisation pour les Basic Panels SIMATIC avec Win CC Basic intégré ;
- Il est également possible de générer des écrans de visualisation pour les PC et autres Panels à l'aide d'autres progiciels WinCC.

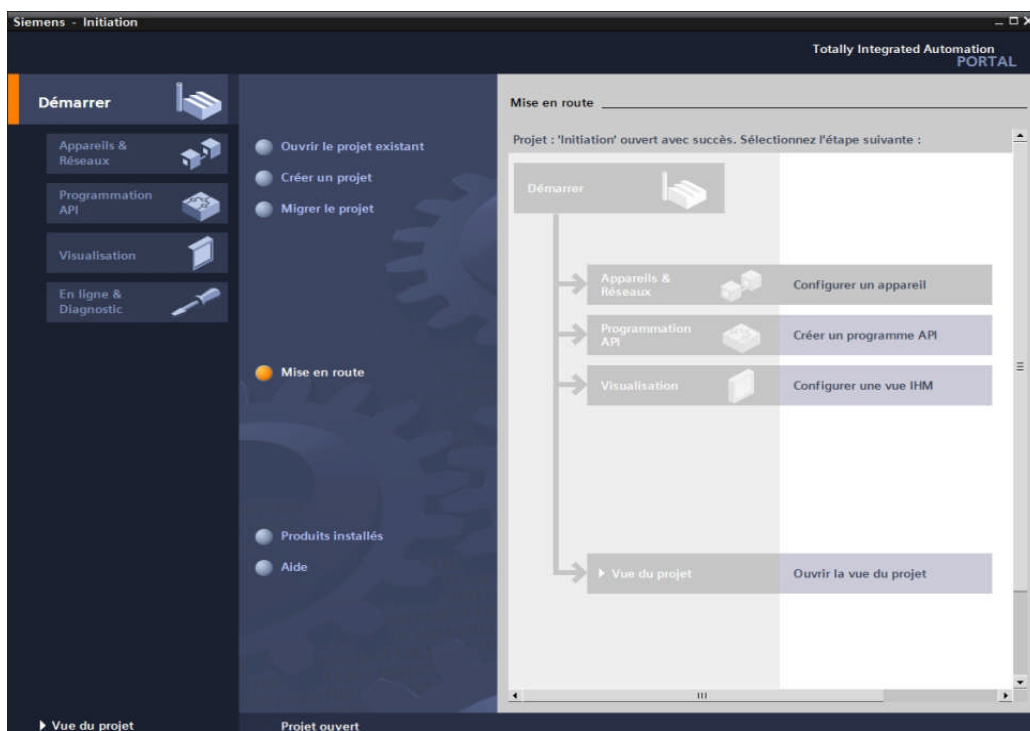


Figure III.7: Vue du portail.

III.2.1 Présentation des différentes opérations utilisables en S7 :

Le logiciel STEP7 dispose de plusieurs opérations qui sont utiles à la programmation. Ces opérations peuvent être illustrées en suivant :

- Opérations sur blocs ;
- Opérations logiques ;
- Opérations arithmétiques ;

- 🚦 Opérations de conversions ;
- 🚦 Opérations de comptages ;
- 🚦 Opérations de saut ;
- 🚦 Opérations de transfert ;
- 🚦 Opérations sur bits ;
- 🚦 Opérations de comparaisons [20].

III.2.2 Utilisation de STEP7 :

III.2.2.1 Types de variable utilisées en STEP7

Il existe plusieurs types de variables distinctes dans le step7, ces variables sont déclarées préalablement avant chaque début de programme. Le tableau suivant réunit ces différentes variables :

TYPE	TAILLE
Bool	1 bit
Real	32 bits
Int	16 bits
Byte	8 bits
Word	16 bits
DWord	32 bits
DInt	32 bits
Char	8 bits
Time	32 bits
S5Time	16 bits
Date	16 bits
Time of Day	32 bits

Tableau III.3:Types de variables utilisées en step7 [20].

III.2.2.2 Adressage absolu et adressage symbolique

Dans un programme step7, on utilise des opérandes come des signaux d'E/S, des mémentos, des compteurs, des temporisateurs, des blocs de données et des blocs fonctionnels. On peut accéder à ces opérandes par adressage absolu dans le programme, toutefois, la lisibilité du programme sera grandement amélioré si nous faisons plutôt appel à des mnémoniques (ex :

vérin-2-ouvre). Il est alors possible d'accéder aux opérandes du programme utilisateur via ces mnémoniques. Les entrées et sorties des automates sont la plupart du temps regroupées en groupe de huit entrées ou sorties TOR ; ce groupe de huit est appelé un « Octet », ce dernier reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse d'octet. Chaque octet est devisé en huit bits.

III.2.2.3 Mnémoniques :

Une mnémonique (Nom symbolique) nous permet d'utiliser des désignations parlantes à la place d'adresses absolues. En combinant l'usage de mnémoniques courtes et de commentaires explicites, on répond à la fois aux besoins d'une programmation concise et d'une programmation bien documentée. Les mnémoniques améliorent considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme.

III.2.2.4 Mémentos :

Les mémentos sont des éléments électroniques bistables qui servent à mémoriser les états logiques. Des mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire.

III.2.2.5 Blocs utilisateurs :

OB (Bloc d'Organisation) :

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

FB (Bloc de fonction) :

Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB. D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

FC (Fonction) :

Une FC ne possède pas un espace mémoire attribué. Les données locales d'une fonction sont perdues après le traitement de la fonction. D'autres FB et FC peuvent être appelés dans une fonction par des commandes d'appel de blocs.

DB (Bloc de données) :

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données. Les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

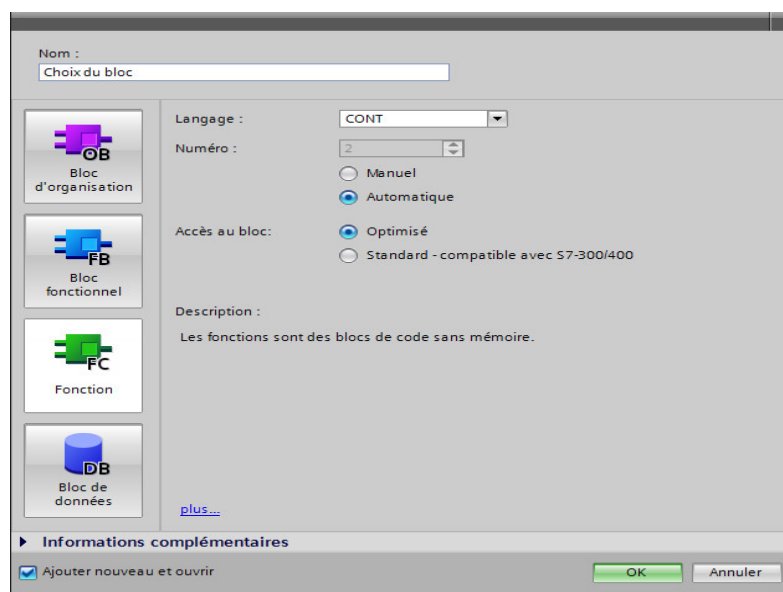








Figure III.8: Blocs de configuration.

III.2.3 Organisation d'un programme utilisateur :

Le logiciel de base STEP 7, permet de structurer le programme utilisateur. Cette structuration est réalisée par la subdivision du programme en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

-  Ecrire des programmes importants et clairs ;
-  Standardiser certaines parties du programme ;
-  Simplifier l'organisation du programme ;
-  Modifier facilement le programme ;
-  Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuté section par section ;
-  Faciliter la mise en service.

III.2.4 Interface MPI (interface multipoint) :

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour la console de programmation(PG), le pupitre operateur (OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187,5 kBauds. Le réseau MPI doit être muni de résistances de fin de ligne généralement incluses dans connecteurs et activées par simple levier. Les fabricants utilisant cette technologie MPI peuvent proposer toute une gamme de connexions vers un PC : Cartes MPI, cartes PCMCIA, adaptateurs USB ou Ethernet.

III.3 Description du WinCC :

III.3.1 La supervision :

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). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation).Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation.

III.3.2 Représentation du process :

Le processus est représenté sur un pc, WinCC flexible apporte une efficacité de configuration maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichages réutilisables, des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues

III.3.3 Commande du processus :

L'operateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p.ex. ; définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un actionneur.

III.3.4 Vue des alarmes :

Lorsqu'un ou plusieurs états critiques surviennent dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, p.ex. ; Franchissement d'une valeur limite [21].

III.4 Systèmes automatisés

III.4.1 Définition de l'automatisation :

L'automatisation consiste à « rendre automatique » les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine. Ce système est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générales simples et répétitives, réclamant précision et rigueur. On est passé d'un système dit manuel, à un système mécanisé, puis au système automatisé [22].

III.4.2 Objectif de l'automatisme :

Les objectifs (ou les buts) de l'automatisation sont :

- Simplifier le travail de l'humain ;
- Augmenter la sécurité (responsabilité) ;
- Accroître la productivité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité ;
- Améliorer la qualité.

III.4.3 Structure d'un système automatisé :

Tout système automatisé est composé de deux parties principales: partie opérative et la partie commande. Ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et près-actionneurs.

- La partie opérative procède au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer le produit finale.
- La partie commande coordonne la succession des actions sur la partie opérative dans le but d'obtenir le produit final.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface, cette dernière est constituée par l'ensemble de capteurs et pré actionneurs [23].

La figure III.9 suivante montre la structure d'un système automatisé.

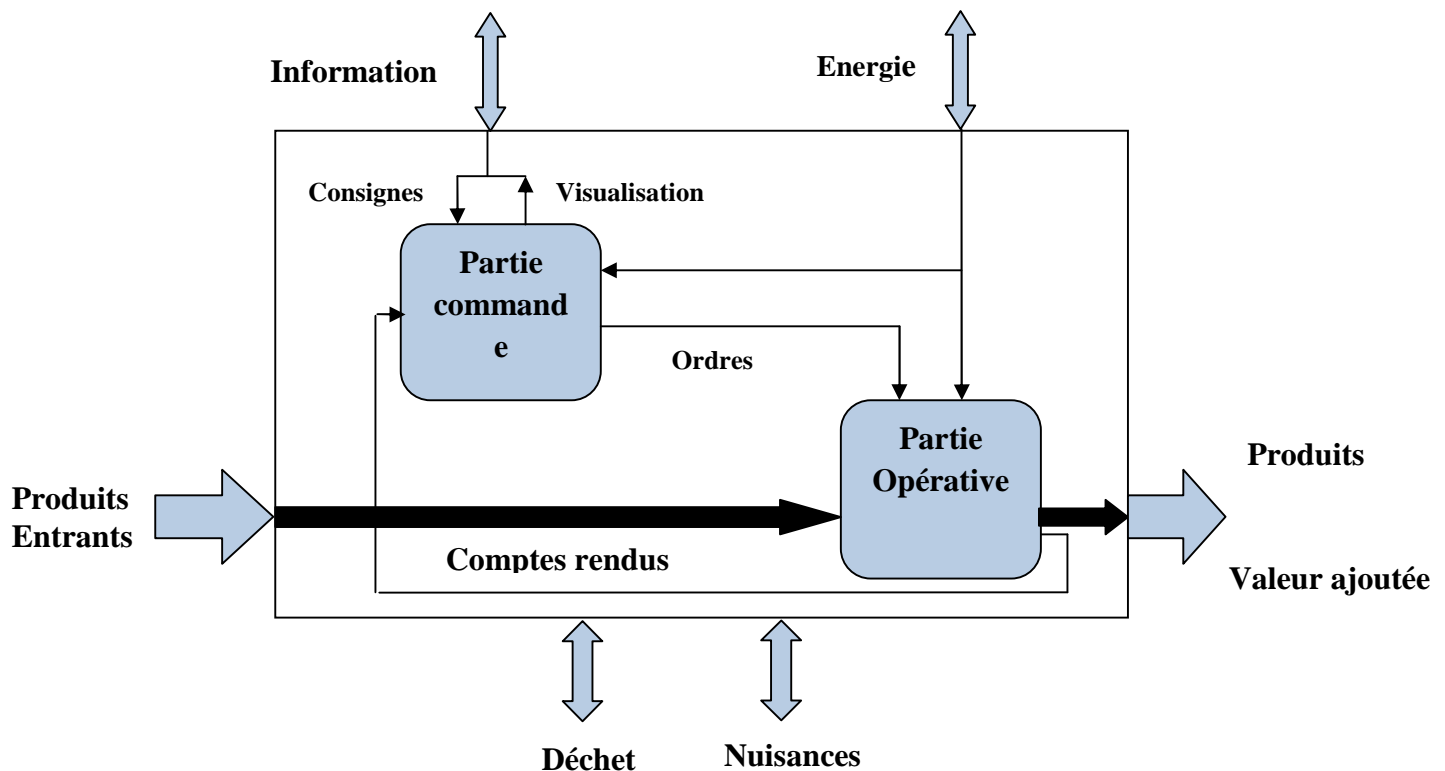


Figure III.9: Structure d'un système automatisé.

III.5 GRAFCET

Définition :

Lorsque le mot **GRAFCET** (en lettre capitales) est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot grafcet est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET. Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles [24].

III.5.2 Les règles d'évolution d'un GRAFCET :

Règle N°1 : Condition initial

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.

Règles N°2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont soit actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, et seulement si la réceptivité associée est vraie.

Règles N°3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraine obligatoirement dans cet ordre la désactivation de toutes ces étapes amont et l'activation de ses étapes aval.

Règles N°4 : Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

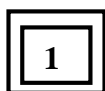
Règles N°5 : Conflit d'activation

Si une étape doit être simultanément désactivé par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfaste au procédé) non désirées [25].

III.5.3 Structures de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

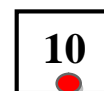
- Des étapes, actions (figure III.10).
 - Caractérise un comportement de la partie commande ;
 - Une étape est soit active soit inactive ;
 - Action associée (facultatif).



Etape initiale



Etape



Etape active

Figure III.10: Etape initiale, étape, étape active.

- De transitions auxquelles sont associées des réceptivités.
 - La transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. Cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition ;
 - Une transition est soit validé ou non validée ;
 - Elle est dite validée si toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont achevées.

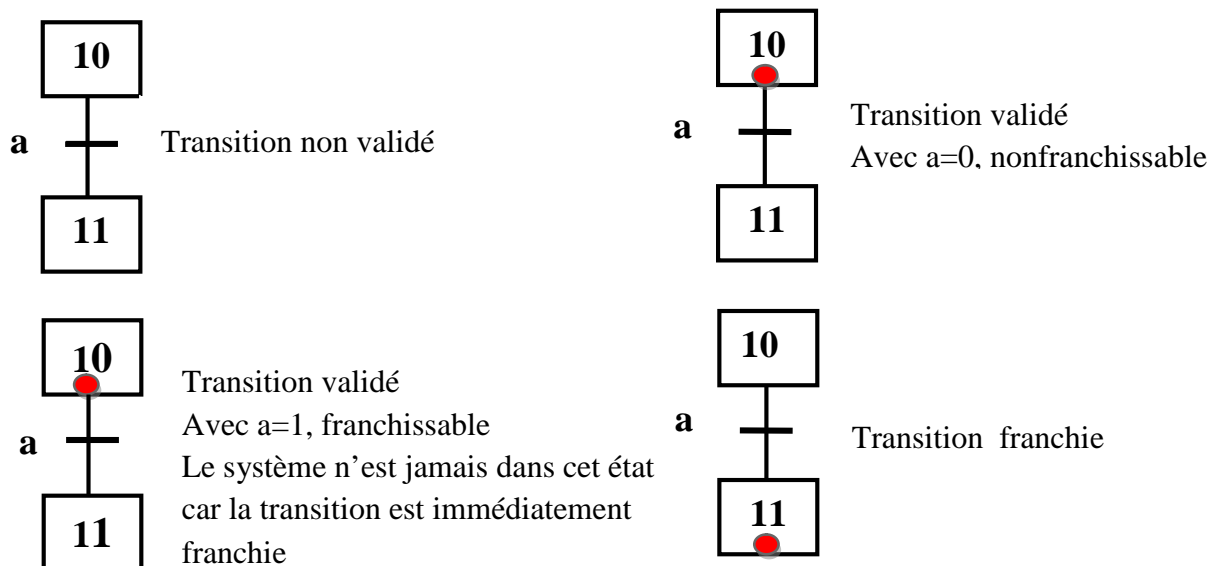


Figure III.11: Franchissement d'une transition.

III.6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit l'architecture interne de l'automate programmable S7-1200 de la firme SIEMENS et ses caractéristiques essentielles :

Il présente des solutions extrêmement simple au démarrage ;

Fonctionnement sans compilation.

Nous avons aussi présenté les deux logiciels de programmation et supervision des automates SIEMENS pour une meilleure exploitation pendant la programmation et la supervision qui sera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre IV

Programmation et supervision

IV.1. Introduction :

Dans le monde industriel, les exigences attendues de l'automatisation ont bien évolué. Avec la progression continue de la technologie, les critères demandés ne s'arrêtent pas uniquement à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité du produit ou la diminution des coûts de production, mais concernent aussi l'amélioration des conditions de travail, l'accroissement de la sécurité et la suppression des tâches pénibles et répétitives.

Afin de piloter la remplisseuse d'eau, nous allons réaliser un programme et l'implanter dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation SIMATIC STEP7.

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'insertion du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle, ainsi que la création de la supervision dédiée à ce processus.

IV.2. Elaboration des GRAFCET du système étudié

IV.2.1. GRAFCET de bon fonctionnement :

- ✓ Poste de remplissage des bouteilles (comptage des huit bouteilles entrée/sortie, fixation, remplissage) ;
- ✓ Remplissage de la trémie ;
- ✓ Remplissage de la cuve.

IV.2.1.1 Grafcet principal (voir figure IV.1)

Le fonctionnement :

BP : Bouton poussoir pour le démarrage de notre système et l'activation de l'étape 1.

Étape 1: Les moteurs des convoyeurs respectivement (M1, M2, M3, M4) et le vérin de sortie (VS) sont en marche. La détection des huit bouteilles à l'entrée du convoyeur 1 par le capteur de présence (CPE) et la présence de l'eau dans la trémie repérer par la sonde de niveau haut active simultanément l'étape 2.

Étape 2: L'activation de l'étape 2 assure le fonctionnement des moteurs (M2, M3, M4) ; lorsque le capteur de présence compte les huit bouteilles à l'entrée de la trémie ; le vérin d'entrée (VE) et le vérin de stabilisation (VF) s'ouvrent.

- La fin de la temporisation (T1=3s) active l'étape 3.

Etape 3: Le fonctionnement des moteurs (M2, M3, M4), les trois vérins (VE, VS, VF) ainsi que la fonction de dosage (les quatre électrovannes).

- Fin de temps de dosage (FTD) activation de l'étape 4.

Etape 4: Fonctionnement des moteurs (M1, M2, M3, M4) et le vérin d'entrée.

- La détection des huit bouteilles par le capteur de sortie (CPS) active l'étape suivante, si les bouteilles détecté par le capteur est différente de la consigne; alors affiche un défaut

Etape 5: Fonctionnement des moteurs (M1, M2, M3, M4) et le vérin d'entrée.

- **Fin de temporisation (T2=3s)** activation de l'étape 1 et désactivation de l'étape 5.

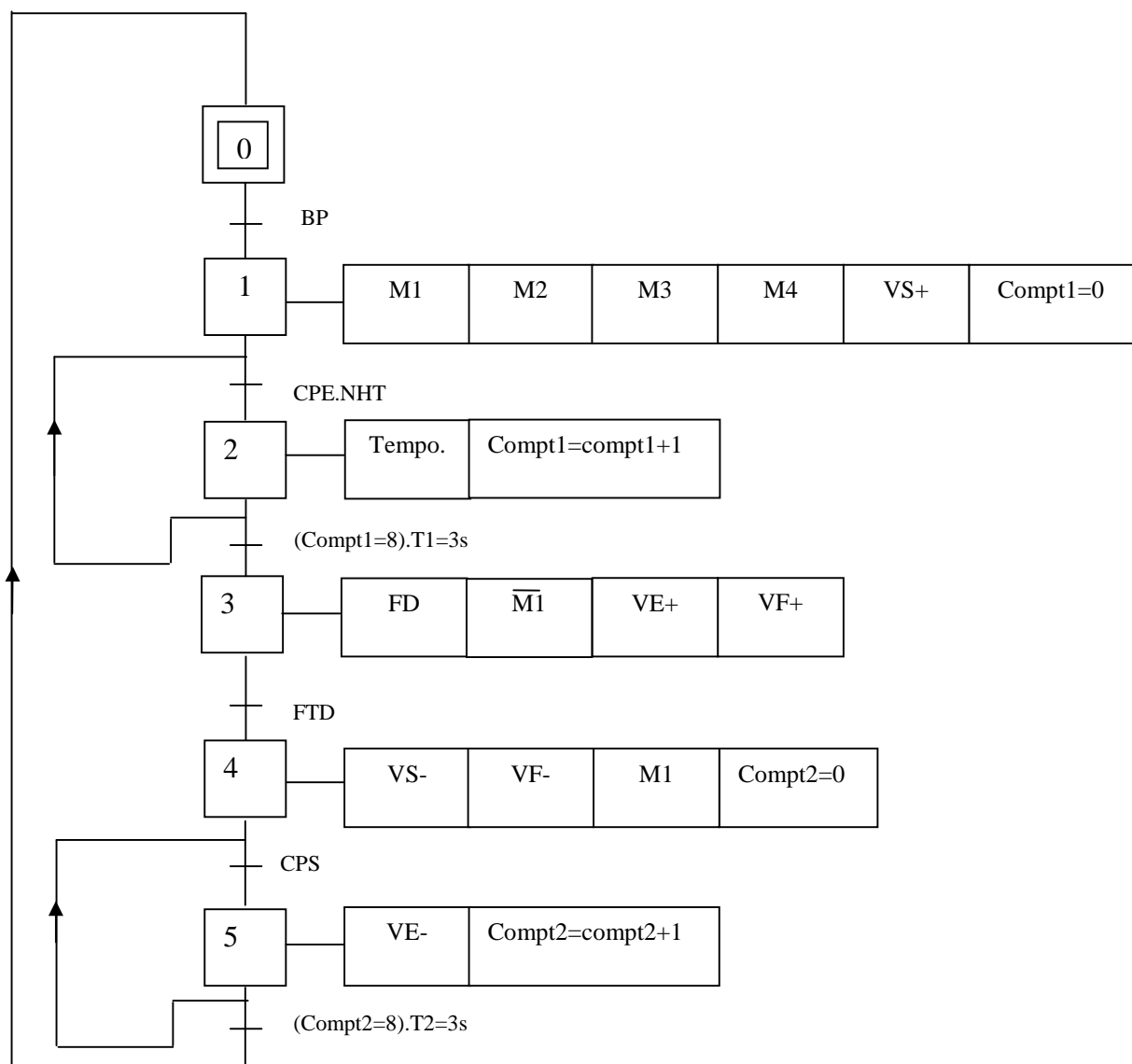


Figure IV.1: GRAFCET principal.

IV.2.1.2 Grafset de trémie

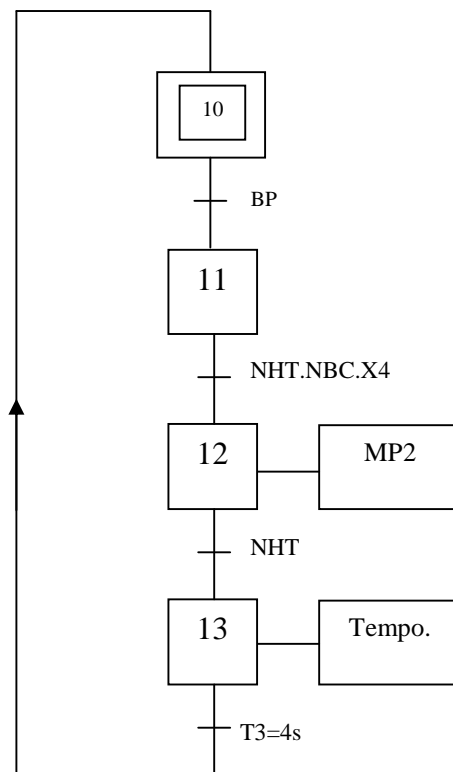


Figure IV.2: Grafset de la trémie.

BP: Bouton poussoir pour le démarrage du système, et l'activation de l'étape 1.

Etape1 : Elle n'a aucune action associée à cette étape, donc pas de fonctionnement du moteur pompe (MP2).

- Pour l'activation de l'étape 2, il faut que l'étape immédiatement précédente soit achevée et la réceptivité niveau de l'eau dans la trémie a baissé, ainsi que ; tenir un certain volume dans la cuve et que l'étape 4 (X4) du grafset principal soit valide.

Etape2 : Le remplissage de la trémie se fait par le démarrage du moteur pompe 2.

- Lorsque le niveau haut dans la trémie soit atteint, la pompe continue de fonctionner dans l'étape 3 et un temporisateur est alors lancé pendant un temps (T3), à l'instant où le temps s'écoule, il y'aura activation de l'étape 1 par la liaison orienté et désactivation de l'étape 3 provoquant l'arrêt du moteur de la pompe et remise à zéro du temporisateur.

IV.2.1.3 Grafcet de la cuve

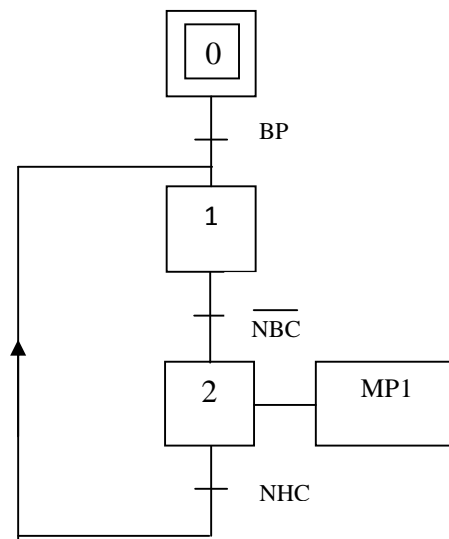


Figure IV.3: Grafcet de la cuve.

IV.2.2 GRAFCET de défaut (voir figure IV.4):

Lors du fonctionnement de la station de remplissage, des défauts peuvent jaillir et afin d'éviter toute contingence de ces derniers, des mesures de précautions sont prises en compte, ces défauts sont traduits en GRAFCET.

- ✓ Défaut de remplissage (manques de bouteilles à l'entrée).
- ✓ Défaut de remplissage (blocage de bouteilles à la sortie).

✚ Grafcet blocage de bouteilles :

Fonctionnement du grafcet de défaut : Dans l'étape initiale le voyant est vert, lorsque la réceptivité $CPS < 8$ pendant un temps $T6$ le voyant jaune s'allume et il y'aura alors deux réceptivités exclusive c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas être vraie simultanément, deux évolution sont possible :

$CPS = 8$ retour à l'état initial ;

$CPS < 8$ et un temps $T7$ le voyant rouge s'allume.

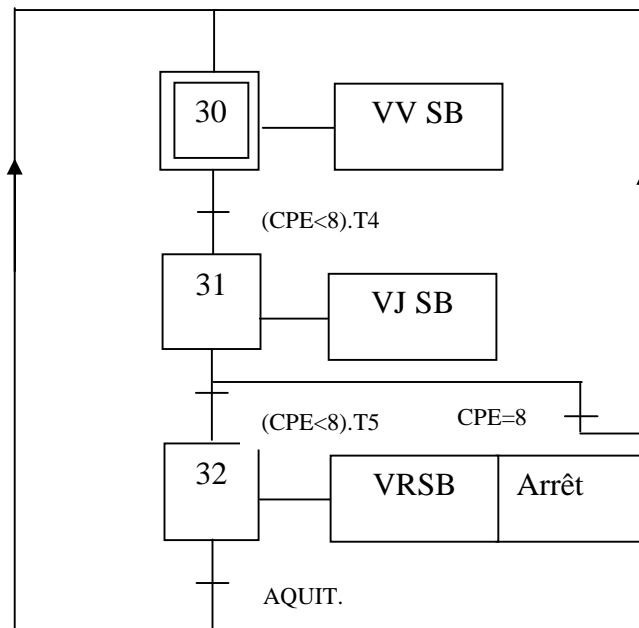


Figure IV.4:Grafcet de défaut à l'entrée.

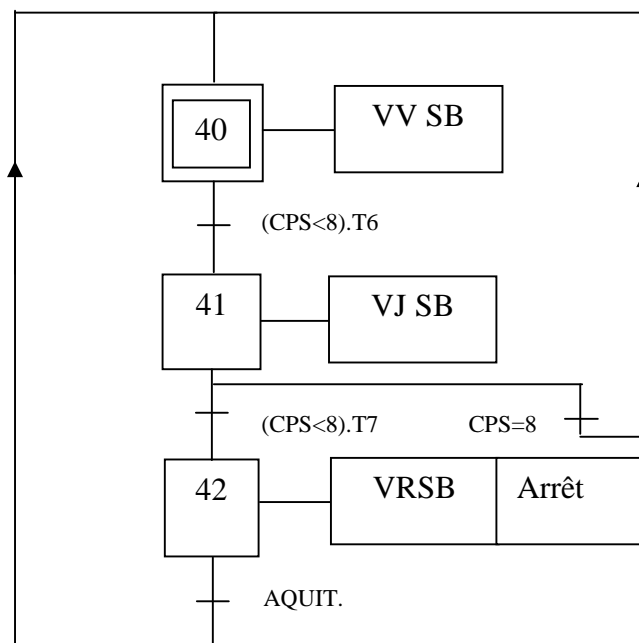


Figure IV.5:Grafcet de défaut à la sortie.

Les équations de grafcet principal :

Activation des étapes

$$S0=(X5.compt2.T2)+\overline{INIT}$$

$$S1=X0.BP+INIT$$

$$S2=X1.CPE.NHT+\overline{INIT}$$

Désactivation des étapes

$$R1=X2.\overline{INIT}$$

$$R2=X3+INIT$$

$$R3=X4+INIT$$

$$S3=X2.compt1.T1+\overline{INIT}$$

$$R4=X5+INIT$$

$$S4=X3.FTD+\overline{INIT}$$

$$R5=X1+INIT$$

$$S5=X4.CPS+\overline{INIT}$$

Les équations d'états des étapes

Les équations de l'activation des sorties

$$X1=S1+X1.R1$$

$$M1=X1+X2+X4+X5$$

$$X2=S2+X2.R2$$

$$M2=M3=M4=X1+X2+X3+X4+X5$$

$$X3=S3+X3.R3$$

$$VS=X1+X2+X3$$

$$X4=S4+X4.R4$$

$$VF=X3$$

$$X5=S5+X5.R5$$

$$VE=X2+X3+X4+X5$$

$$FD=X3$$

$$T1=X2$$

*Remarque: $FTD=EV1.EV2.EV3.EV4.$

$$T2=X5$$

Les équations de grafcet trémie

Activation des étapes

Désactivation des étapes

$$S1=X3.T3+INIT$$

$$R1=X2+\overline{INIT}$$

$$S2=X1.\overline{NHT}.NBC.X4+\overline{INIT}$$

$$R2=X3+INIT$$

$$S3=X2.NHT+\overline{INIT}$$

$$R3=X1+INIT$$

Les équations d'états

Les équations de l'activation des sorties

$$X1=S1+X1.R1$$

$$P2=X2+X3$$

$$X2=S2+X2.R2$$

$$T4=X3$$

$$X3=S3+X3.R3$$

Les équations de grafcet de la cuve :

Activation des étapes

Désactivation des étapes

$$S1=X2.NHC+INIT$$

$$R1=X2+\overline{INIT}$$

$$S2=X1.\overline{NBC}+\overline{INIT}$$

$$R2=X1+INIT$$

Les équations des étapes

Les équations de l'activation des sorties

$$X1=S1+X1.R1$$

$$MP2=X3$$

$$X2=S2+X2.R2$$

IV.3 Création d'un projet avec STEP7

IV.3.1 Création du programme :

Un projet nous permet de regrouper l'ensemble des programmes et données nécessaires à réaliser une tâche d'automatisation.

- L'outil que nous allons utiliser est « **Totally Integrated Automation Portal** », que l'on appelle par un double-clic.
- Pour créer des objets, on utilise la commande créer un nouveau projet via la vue portail (« **Créer un projet**>Nom : FB _ comptage>**Créer** »).
- Après avoir validé le nom du projet on obtient notre espace de travail, on utilise la commande «**Mise en route**>**configurer un appareil**».

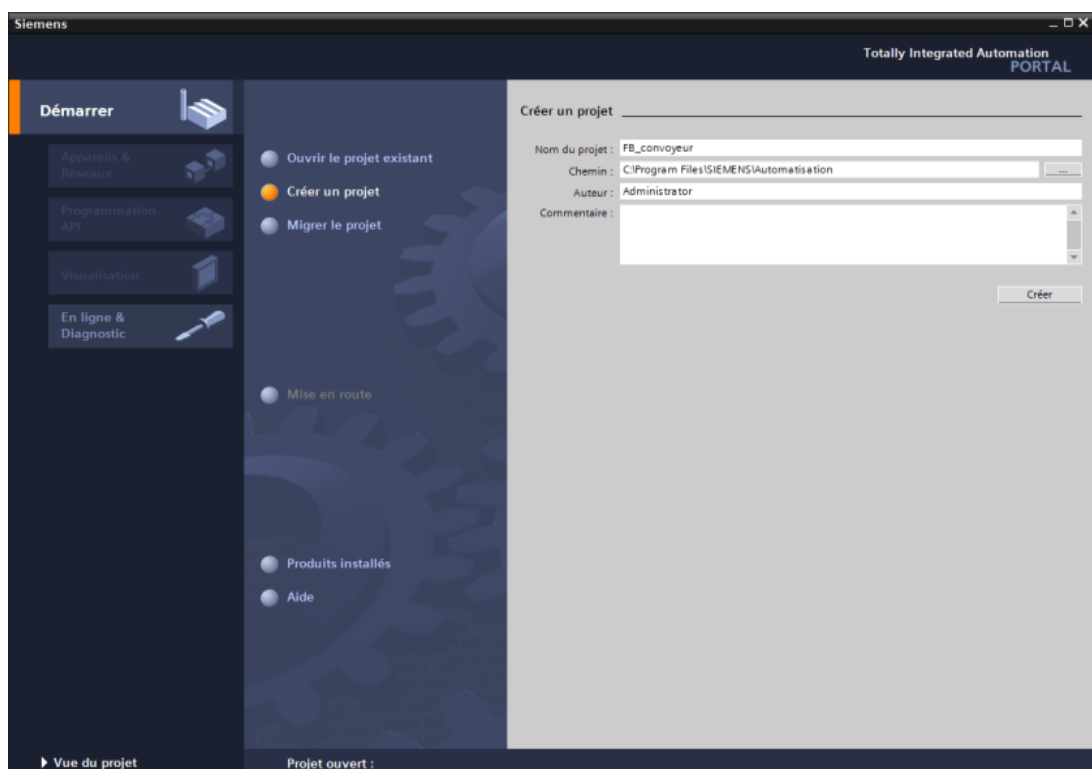


Figure IV.6: Vue portail.

- Puis « **Ajouter un appareil** » avec le nom d'appareil : *Commande _ remplisseuse*. On a choisi alors dans le catalogue la « **CPU 1212C** » avec la bonne combinaison de lettres derrière. (« **Ajouter un appareil**> **SIMATIC PLC** >**CPU 1212C** >**6ES7 212-1BD30-0XB0**>**Ajouter** »).

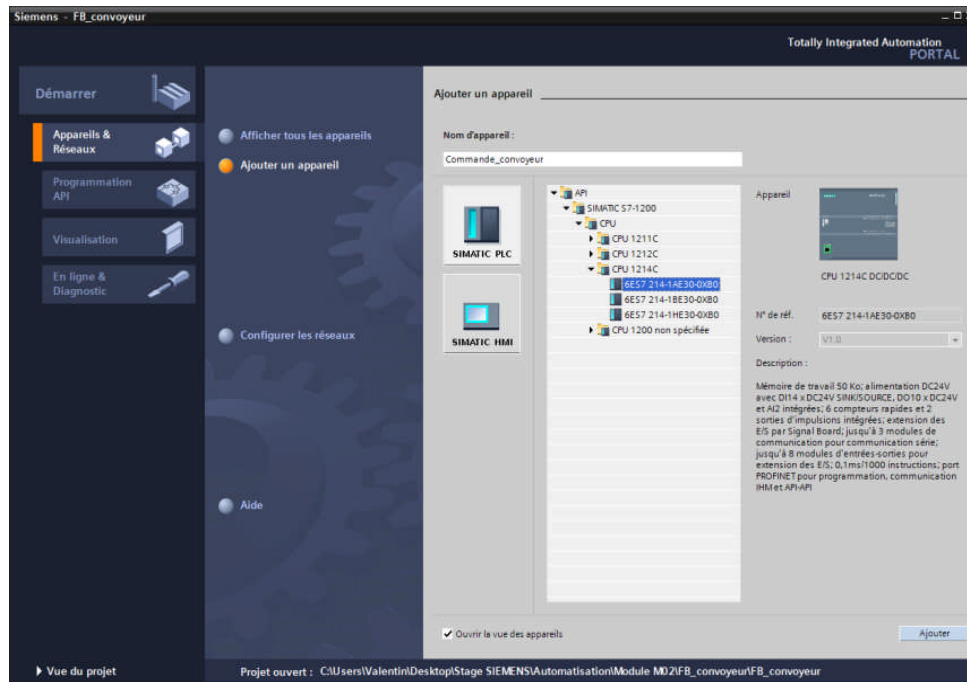


Figure IV.7: Choix d'un API.

- Le logiciel bouge automatiquement vers la vue du projet avec la configuration matérielle ouverte. On peut ajouter des modules supplémentaires depuis le **catalogue du matériel**, et la **vue d'ensemble des appareils**, les adresses d'entrée/sortie peuvent être visualisées. Dans notre cas, les entrées intégrées à la CPU ont des adresses allant de %I0.0 à %I0.7 (soit 8 entrées) et les sorties intégrées des adresses allant de %Q0.0 à %Q0.5 (soit 6 sorties).

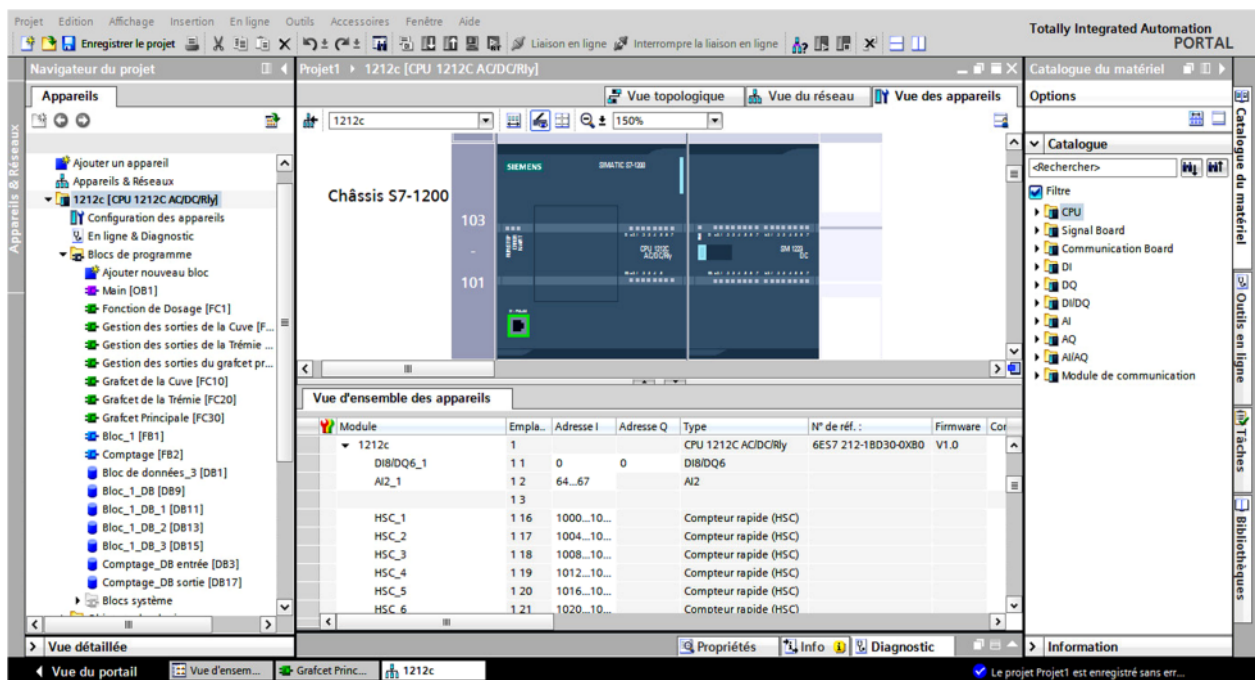


Figure IV.8: Configuration du matériel.

Projet1 ▶ 1212c [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Variables API ▶ Variable CPU1212c [51]

Variables Constantes utilisateur Constantes système

Variable CPU1212c

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visible..	Acc...	Commentaire
1	Buse1 Ev	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Buse2 Ev	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Buse3 Ev	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Buse4 Ev	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	front des1	Bool	%M20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	front des2	Bool	%M20.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	front des3	Bool	%M20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	front des4	Bool	%M20.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Front montant5	Bool	%M20.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	memoire	Byte	%MB21	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	memoir_bit1	Bool	%M21.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	memoir_bit2	Bool	%M21.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	memoir_bit3	Bool	%M21.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	memoir_bit4	Bool	%M21.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	capteur1	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Detecteur d'entrée bouteilles
16	Marche	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	capteur NHC	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Temporisateur1	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	capteur NBC	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	detecte le niveau bas de la cuve
20	capteur NHT	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	detecte le niveau haut de la cuve
21	Pompe1	Bool	%Q5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Temporisateur2	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Pompe2	Bool	%Q5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	Capteur2(2)	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	capteur1(1)	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Moteur1	Bool	%Q7.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fonctionnement du convoyeur 1
27	Moteur2	Bool	%Q7.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fonctionnement du convoyeur 2
28	Moteur3	Bool	%Q7.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fonctionnement du convoyeur 3
29	Moteur4	Bool	%Q7.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fonctionnement du convoyeur 4
30	capteur 2	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Detecteur de sortie bouteilles
31	A.U	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton d'arrêt d'urgence
32	Byte d'arrêt d'urgence	Byte	%QB0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	Vérin d'entrée	Bool	%Q8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	Vérin de stabilisation	Bool	%Q8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	Vérin de sortie	Bool	%Q8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	BP	Bool	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton de démarrage
37	Arret	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arret de process (pause)

Figure IV.9: Table de variables.

- Pour connecter le logiciel à la CPU, son adresse IP et le masque de sous réseau doivent être paramétrés (« **Propriétés**>**Général**>**Interface PROFINET**>**Adresses Ethernet**>**Adresse IP** et **Masq. s/rés.**
- Pour créer un bloc on sélectionne le navigateur du projet « **API_2 [CPU1212C AC/DC/Rly]** puis **blocs de programme**>**Ajouter nouveau bloc** »
- Dans la fenêtre « **ajouter un bloc** » on donne le nom et le langage de programmation au bloc choisi

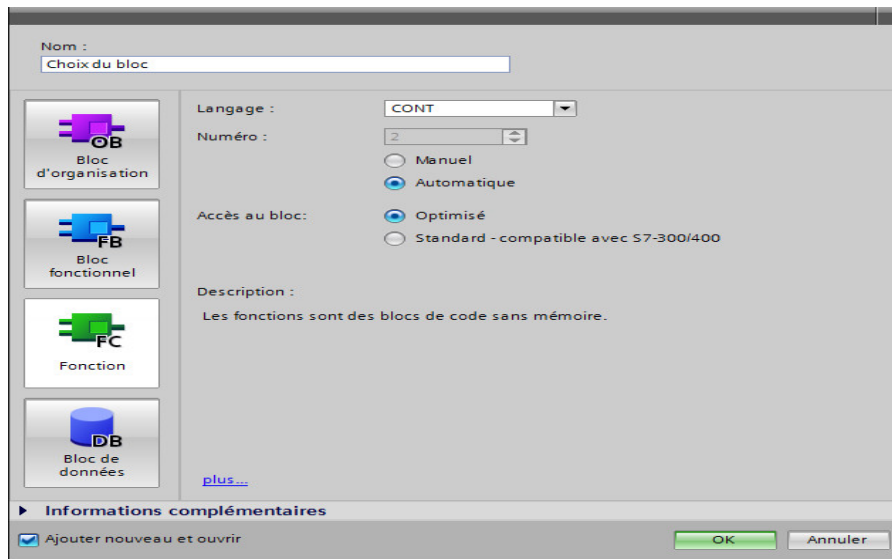


Figure IV.10: Choix des blocs.

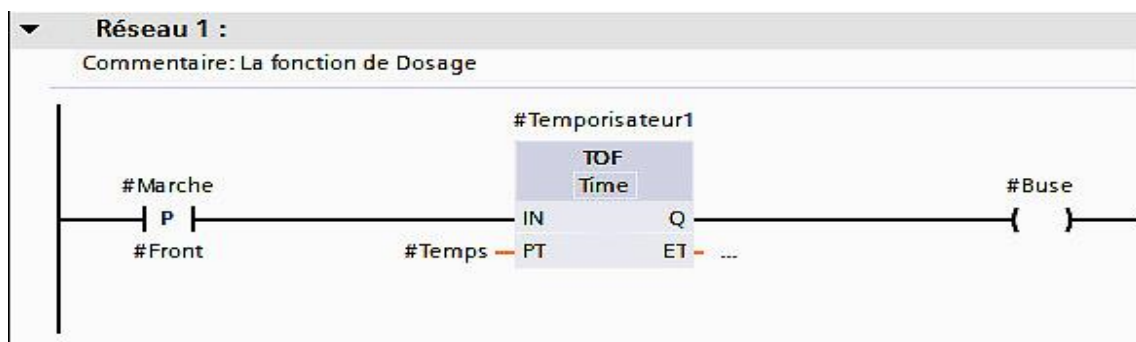
IV.3.2 Programmation des blocs :

La programmation des blocs se fait du sous-bloc vers le bloc principal, le langage choisi pour la programmation est le langage à contact (LAD) et les blocs fonctionnels, nous allons commencer par programmer les blocs fonctionnels 'FB1 et FB2'.

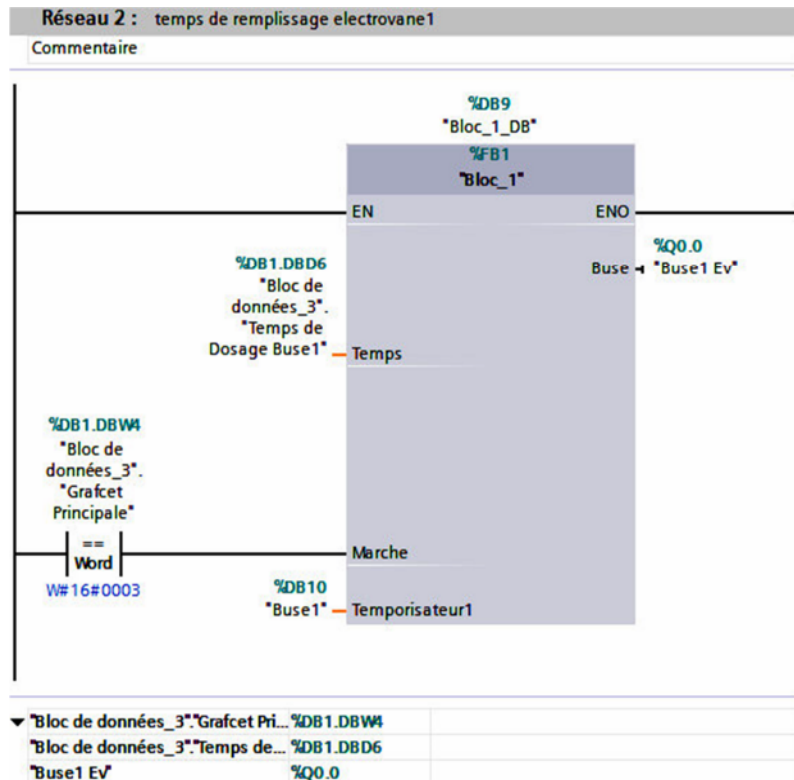
IV.3.2.1 création de la fonction de dosage

FB1 :

Nous avons créé ce bloc afin gérer la fonction de dosage, les paramètres transmis au FB1 ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données d'instance DB qui lui est attribué.



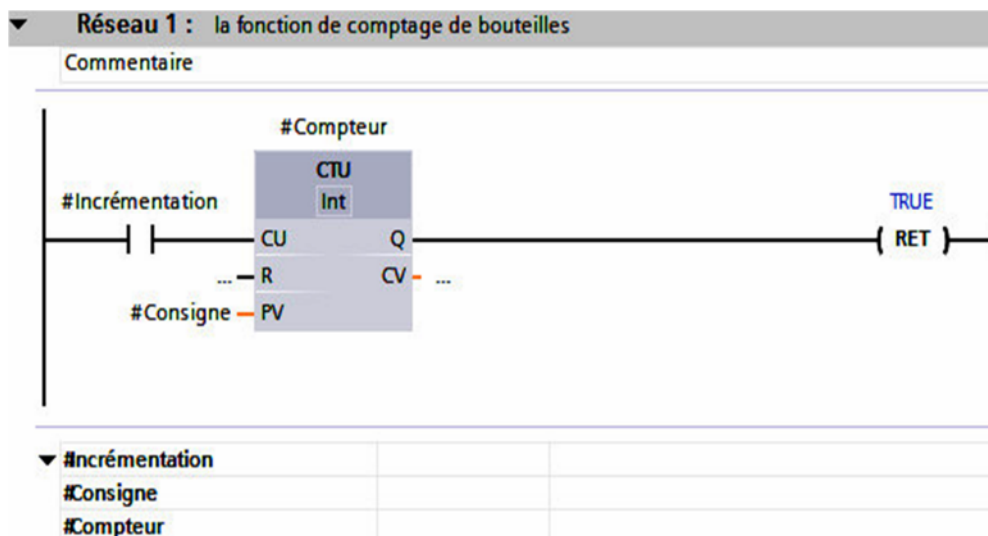
Cette figure ci-dessous nous montre le bloc FB1 lorsqu'il est appelé par la fonction FC1. Sachant que ce bloc est appelé quatre(4) fois par le FC1 ; afin de gérer chacune des électrovannes



IV.3.2.1 création de la fonction de comptage

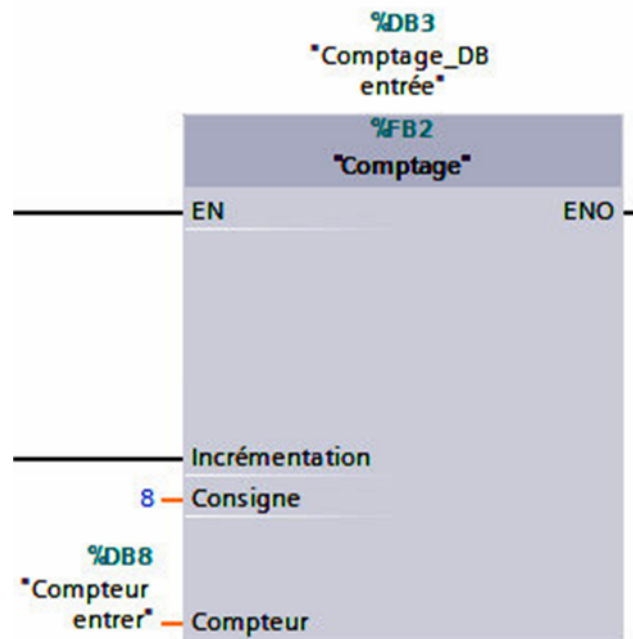
FB2:

Le bloc fonctionnel FB2 est utilisé pour le comptage de la consigne à l'entrée de la trémie et à sa sortie. La mesure fournie par le capteur est convertie d'un signal électrique en une valeur numérique pour définir le nombre de bouteilles entrée/sortie, on utilise pour cela la fonction compteur CTU existante dans la bibliothèque standard.



En faisant appel à ce bloc par le FC30 ; le bloc fonctionnel FB2 de comptage est alors créé.

Voici un aperçu du FB2 :



DB1 :

Le bloc de données DB 1 contient les paramètres effectifs et les données static de notre programme.

Projet1 > API_2 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Blocs de programme > Bloc de données_3 [DB1]

Bloc de données_3

	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...
1	Static					
2	Grafcet de la Cuve	Int	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Grafcet de la Trémie	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Grafcet Principale	Int	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Temps de Dosage Bus..	Time	6.0	T#16200ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Temps de Dosage Bus..	Time	10.0	T#16300ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Temps de Dosage Bus..	Time	14.0	T#15000ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Temps de Dosage Bus..	Time	18.0	T#16800ms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

DB9 ; DB11 ; DB13 ; DB15 :

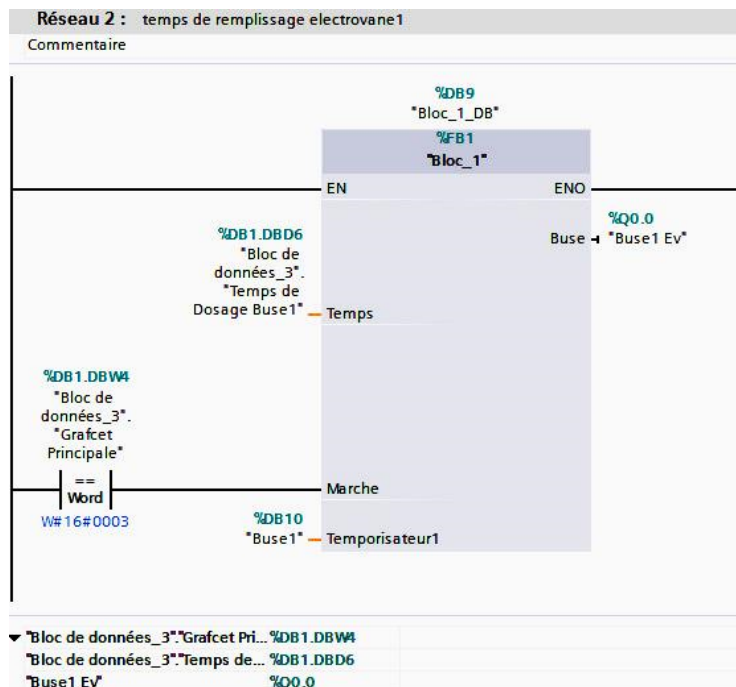
Ces blocs de données sont des DB d'instances; ils sont associés à un bloc fonctionnel ; ils contiennent les informations échangées.

Bloc_1_DB						
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...
1	Input					
2	Temps	Time	0.0	T#0ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Marche	Bool	4.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Output					
5	Buse	Bool	6.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	InOut					
7	Temporisateur1	IEC_TIMER	8.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Static					
9	Front	Bool	14.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure IV.11: Paramètre du bloc FB1.

FC1

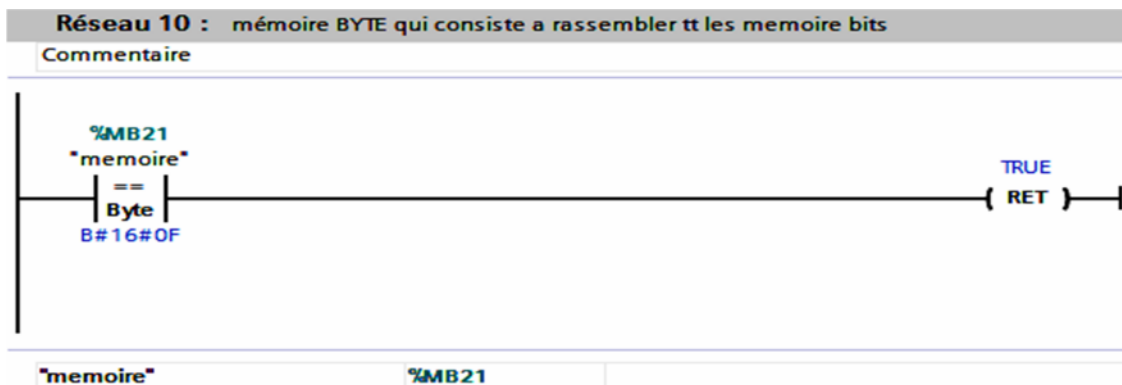
On a créé ce bloc pour gérer la fonction de dosage de chaque électrovanne, on fait appel au bloc FB1 pour y entrer ses paramètres et les sauvegarder dans un DB d'instance. La fonction contient un programme qui est exécuté lorsque la fonction est appelée par un bloc de code FC30.



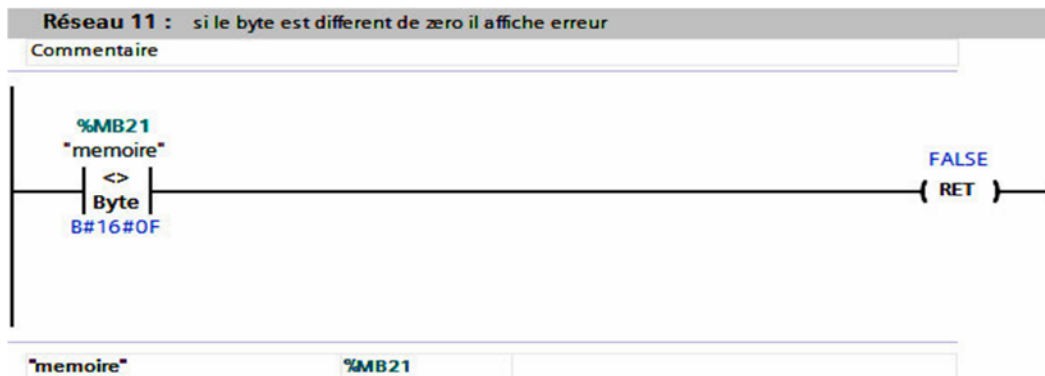
Le bit mémoire a été instauré pour mémoriser l'état de chaque électrovanne; à la fin du front descendant le mémoire bit est mis à 1.



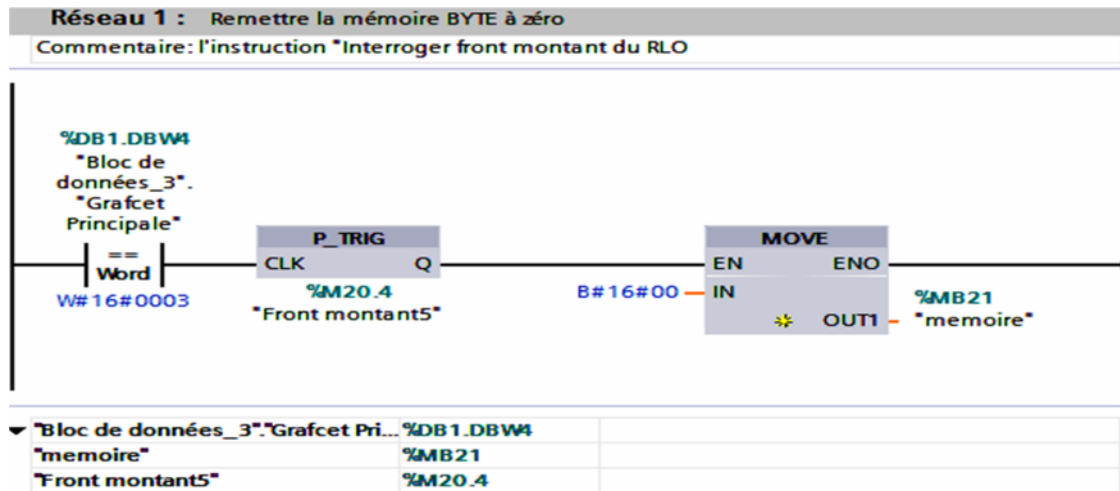
On a créé une mémoire byte ‘%MB21’ pour enregistrer l’état de chaque mémoire bit’%M21.’ qu’on a attribué à chaque électrovanne.



Si les conditions de bon fonctionnement des électrovannes ne sont pas vérifiées ; c-à-d le byte de défaut est différent de 0F (15), alors le mémoire byte est mis à zéro ‘False’.



L'instruction P_TRIG nous permet d'interroger le front montant du RLO; au cinquième front montant, la sortie fournit l'état logique '1' et l'instruction MOVE remet le mémoire byte à zéro.



FC10 :

On a créé ce bloc afin gérer le remplissage de la cuve, le bloc est appelé a chaque fois qu'il affiche le manque du produit par des sonde de niveau.

FC 20

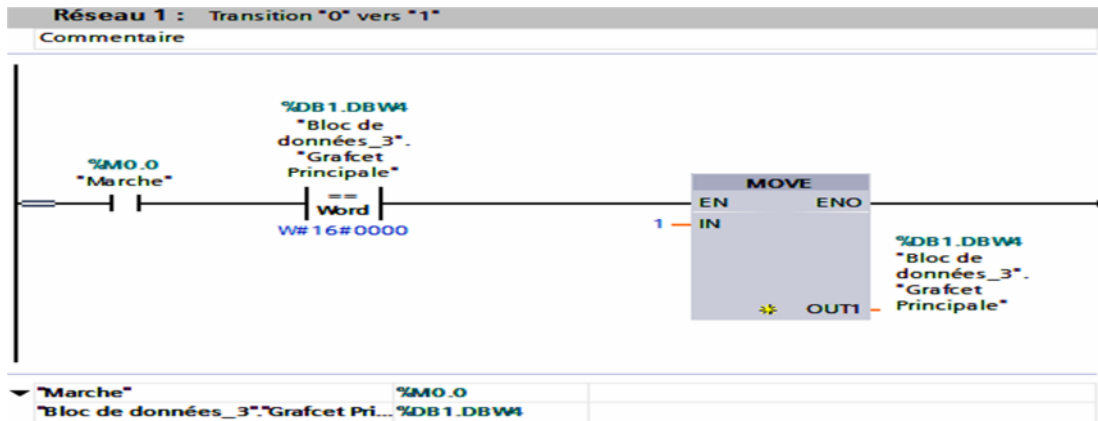
Le FC20 a été créé dans le but de gérer notre grafcet de la trémie, lorsque la sonde de niveau haut est à 0 ; la pompe 2 est mise à 1 pour demande du produit. Ce bloc est appelé dans toutes les étapes sauf l'étape 3 car elle fait appel au bloc FC1 qui contient la fonction de dosage des bouteilles

IV.3.2.3. Création du grafcet principale

FC30

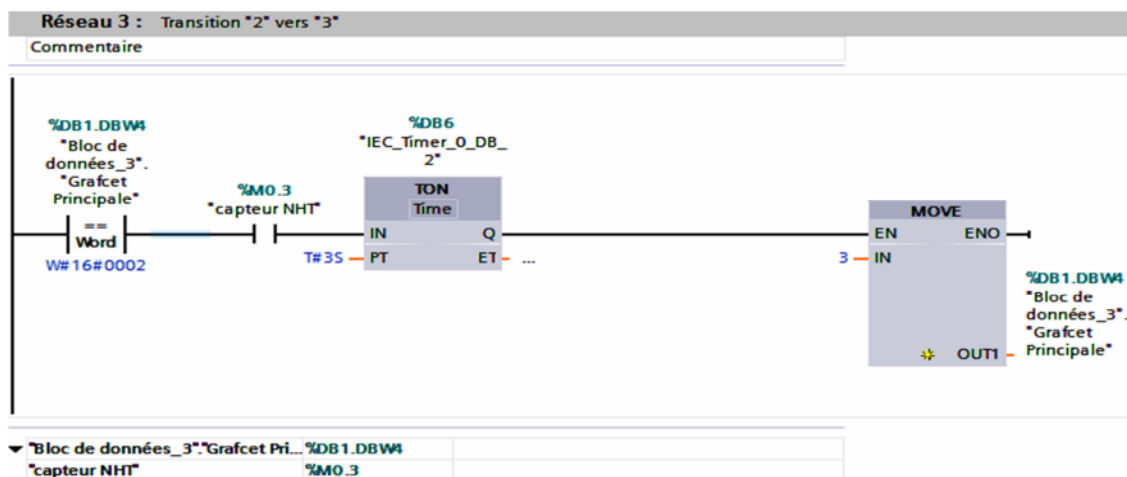
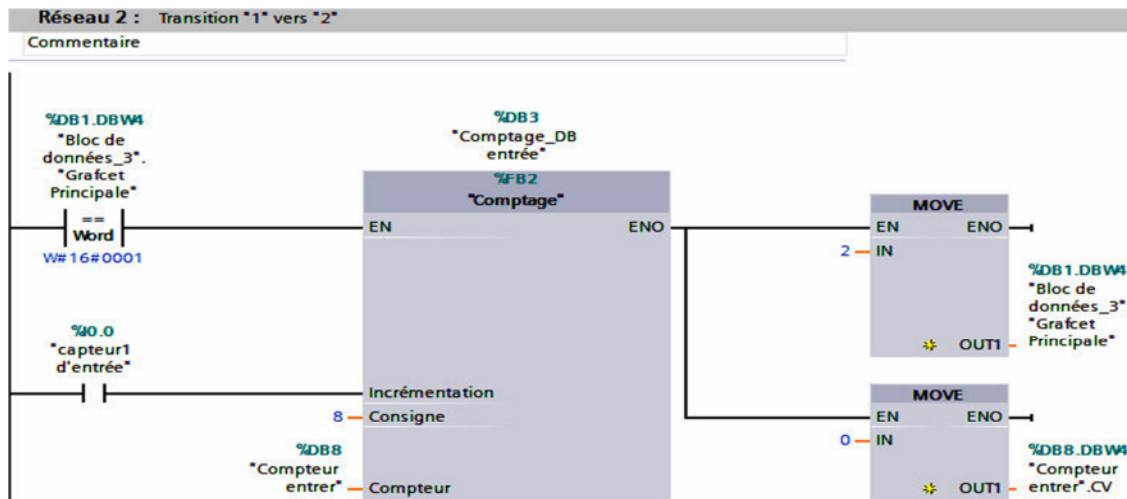
Le FC30 a été créé afin de gérer le Grafcet principal;

Etape initiale: En appuyant sur le bouton marche « %M0.0 » et en vérifiant l'état initial du grafcet. L'instruction MOVE "Copier valeur" nous permet de transférer le contenu de l'opérande à l'entrée IN dans l'opérande à la sortie OUT1

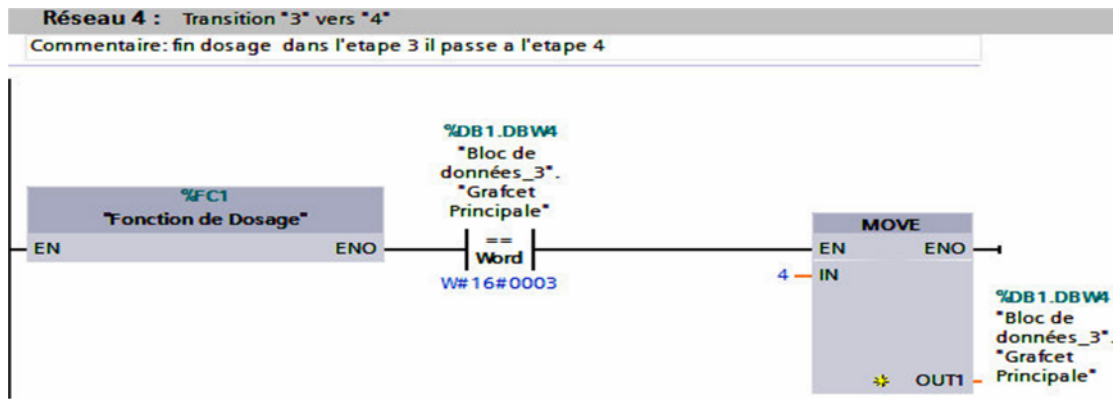


Dans ce réseau, on gère la transition 1 vers 2 et pour que la transition soit faite il faut que l'étape 1 soit validée ainsi que le capteur d'entrer incrémente huit fois et la fonction compteur %DB8 compte les 8 bouteilles.

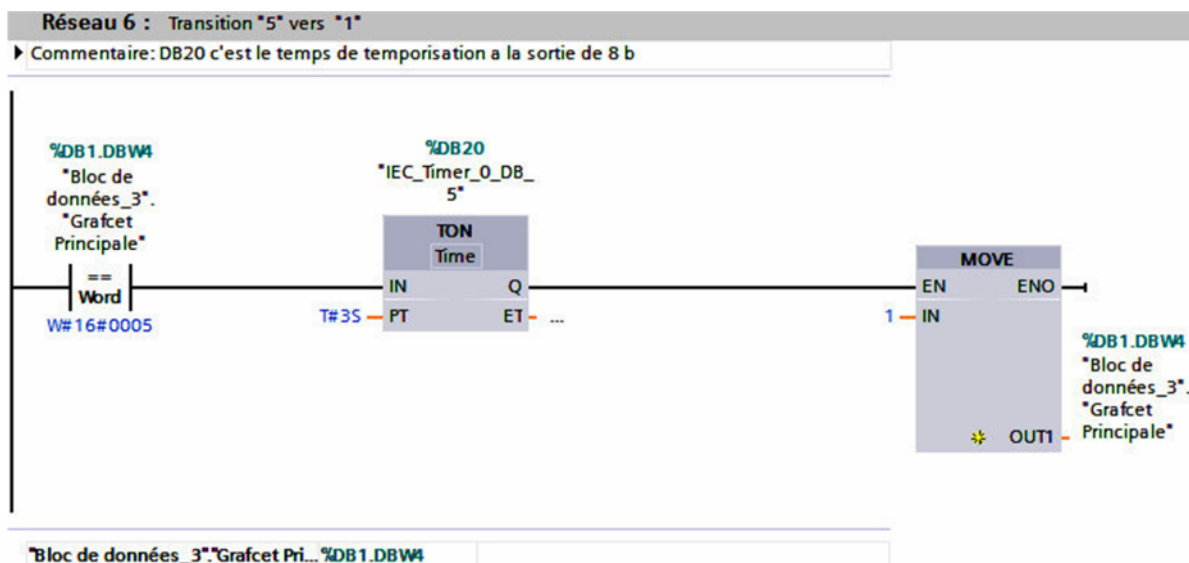
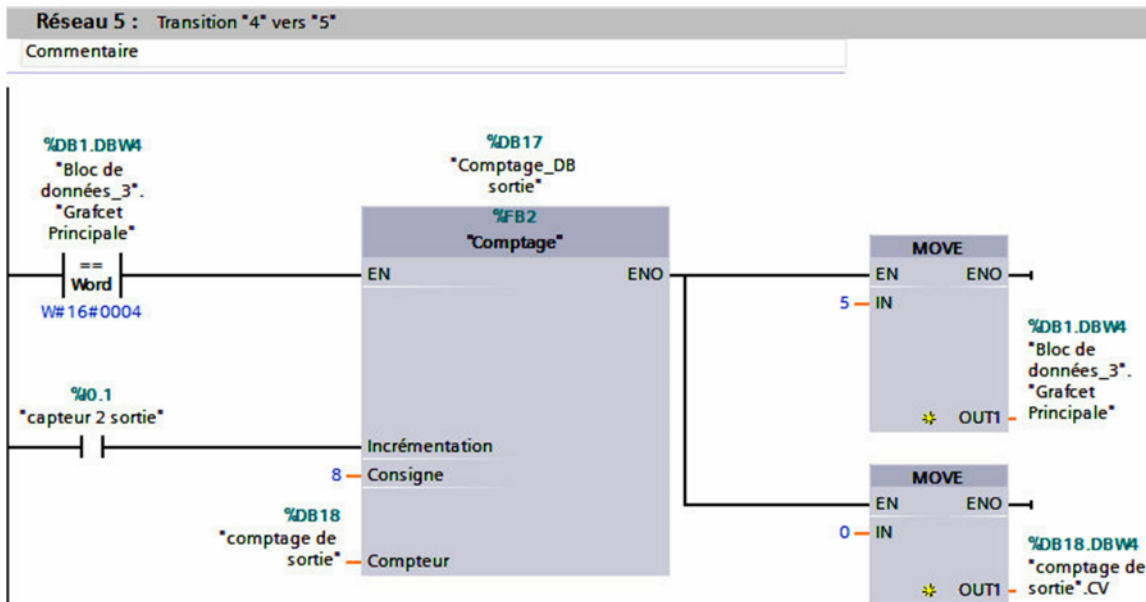
L'instruction MOVE « 'compteur entrer' .cv » remet le compteur à zéro



Dans cette étape, on a fait appel à la fonction de dosage FC1 qui gère les temps de dosage de chaque buse ; l'étape 3 étant déjà activée et à la fin de dosage elle passe à l'étape 4 par l'instruction MOVE.



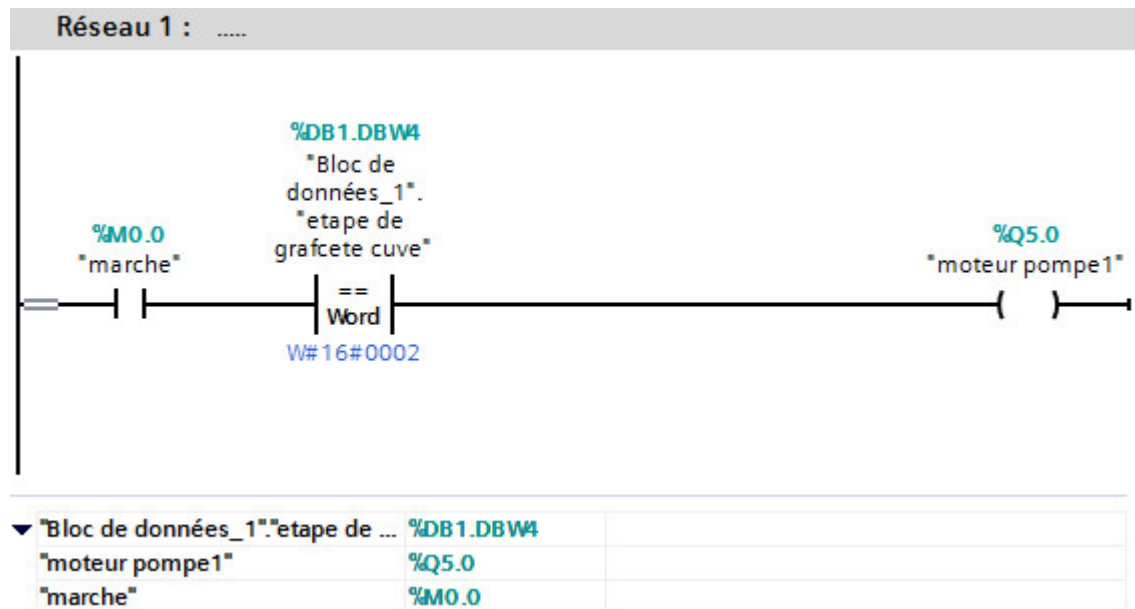
L'activation de l'étape 4 nous permet d'évacuer les bouteilles vers la bouchonneuse ; l'étape 5 sera activée lorsque le nombre d'incrémentations est égal à celui de la consigne (8). Le comptage de sortie est remis à zéro dès que l'étape 5 activée.



FC11, FC21, FC31

Le FC11, FC21 est FC31 ont été créé pour gérer la gestion des sorties des grafctet cuve, grafctet trémie grafctet principale respectivement.

Exemple : la gestion de sortie de la cuve.



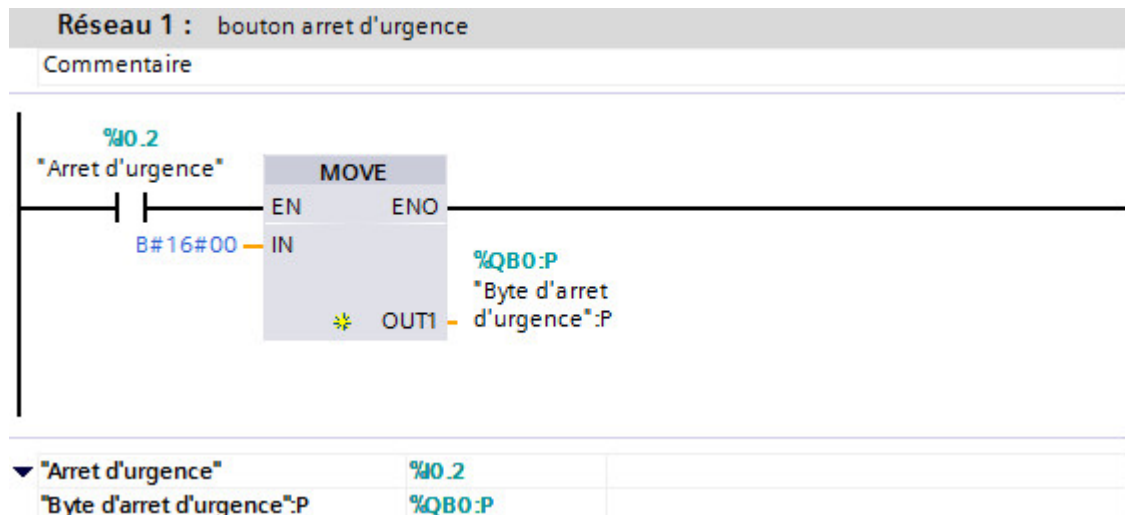
OB1

Le bloc OB1 regroupe toutes les instructions que le programme va exécuter d'une manière cyclique, il fait appel à toutes les fonctions (FC1, FC10, FC11, FC20, FC21, FC30, FC31) ainsi que les boutons marche/arrêt et arrêt d'urgence.

Voici un aperçu de nos blocs d'organisation OB1

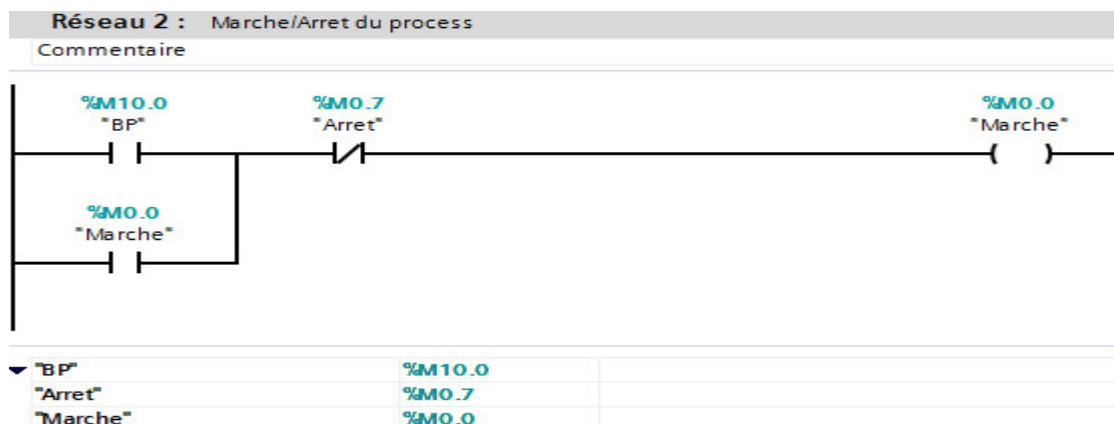
Fonction d'arrêt d'urgence

Lorsque le bouton d'urgence est mis à 1 ; l'instruction « Move » transfère le contenu de l'opérande 'IN' à la sortie 'OUT1'. L'adressage de périphérie QB0 est compléter par ' : P' qui a pour fonction d'accéder directement au module et non par l'intermédiaire de la mémoire image pour arrêter le système.

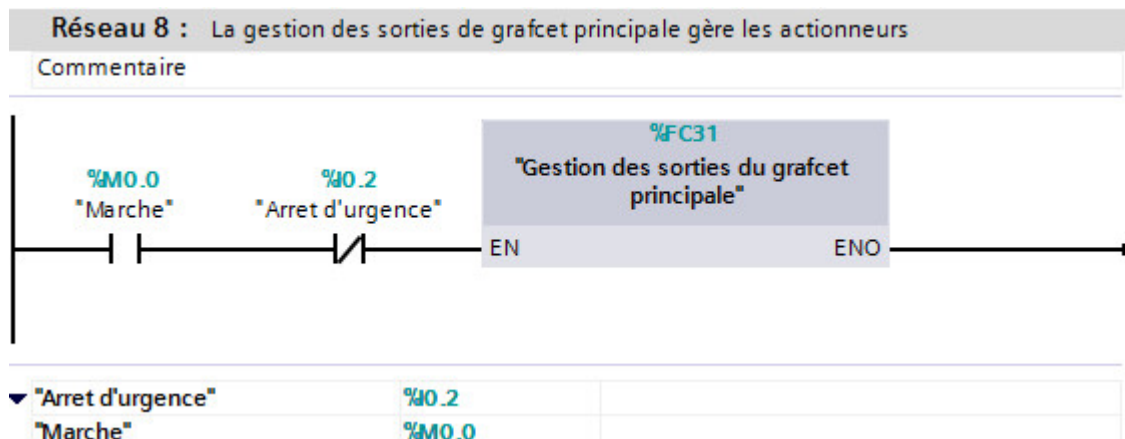


Boutons marche/arrêt

Le bouton poussoir '%M10.0' nous permet de mettre en marche notre système, au même temps que la sortie '%M0.0' est mise à 1 il y'aura le maintien par le biais de contact NO marche '%M0.0'.



Gestion des sorties du grafcet principale



IV.4.Réalisation de la supervision de la station

IV.4.1.Introduction à la supervision :

La supervision consiste à suivre l'évolution et la commande du système automatisé grâce à un ordinateur. Pour cela, un programme de supervision réalisé avec le logiciel Win CC flexible est réalisé sur PC qui prend en charge la vue générale du procédé. Cette transparence s'obtient au moyen de l'interface Home Machine (IHM). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation.

Une fois le pupitre mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (pompes, vannes) et des capteurs (pression, flux et niveau) ;
- D'afficher les défauts et alarmes ;
- D'agir sur les moteurs.

IV.4.2.Etablir une liaison directe :

La première procédure à réaliser est de créer une liaison directe entre le projet WinCC et l'automate programmable S7-1200. Ceci dans le but de permettre à WinCC d'accéder à données enregistrées dans sa mémoire. Après avoir créé notre projet WinCC, nous avons établi une nouvelle liaison nommée 'Liaison_1' à partir de l'onglet 'liaison', ensuite entré les différents paramètres appropriés :

- ✓ Interface Ethernet : notre automate est relié par une liaison Ethernet ;
- ✓ Adresse pupitre: permet de spécifier l'adresse IP du pupitre opérateur (PC), dans notre cas l'adresse est 192.168.0.2 ;
- ✓ Adresse station : il nous permet de mettre l'adresse de l'automate avec lequel on fait la liaison, l'adresse de notre automate est 192.168.0.1.

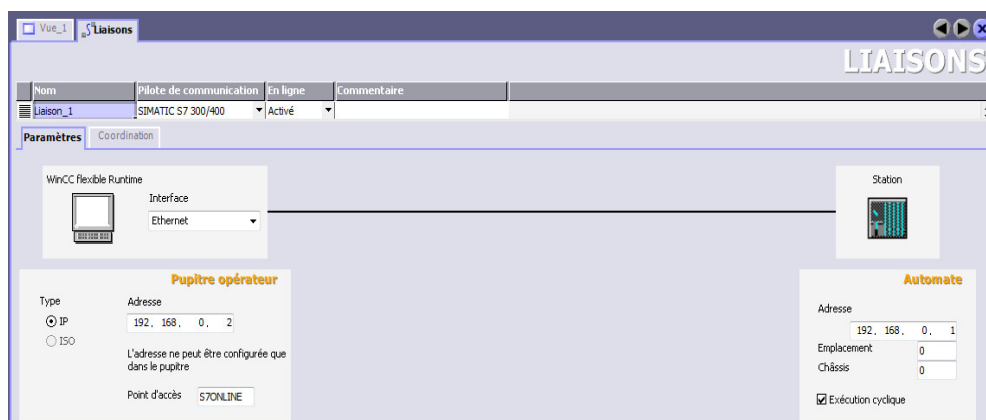


Figure IV.12: Création d'une liaison.

IV.4.3. Création de la table de variable :

L'élaboration d'une liaison entre notre projet WinCC et l'automate nous permet d'atteindre toutes les zones mémoire de l'automate.

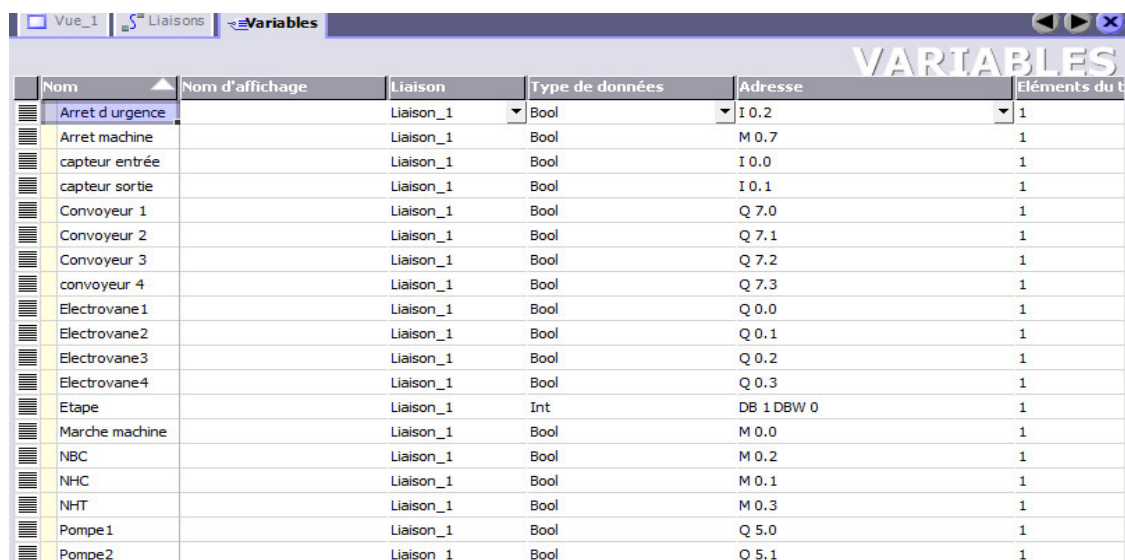
- ✓ Mémoire entrée/sortie ;
- ✓ Memento ;
- ✓ Bloc de données.

Ainsi, l'échange des données entre les composants du processus automatisé est effectué. Une variable représente l'image d'une cellule mémoire bien définie de l'automate. L'accès en lecture et écriture à cette case mémoire est accessible aussi bien à partir du PC opérateur que l'automate.

La correspondance entre les données du projet Step7 et les données de notre projet WinCC est créée automatiquement dès l'appel de la variable par le projet créé sous WinCC. On trouve cette correspondance de données dans l'onglet 'variable'. Chaque ligne correspond à une variable de WinCC. Elle est spécifié par :

- ✓ Son nom ;
- ✓ La liaison vers l'automate ;
- ✓ Type de données ;
- ✓ Le taux de rafraichissement de celle-ci ;
- ✓ Adresses.

Ce taux de rafraichissement est le temps que doit mettre le WinCC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate. L'onglet 'variables' affiche toutes les variables de notre projet WinCC.



Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Adresse	Éléments du t
Arret d urgence		Liaison_1	Bool	I 0.2	1
Arret machine		Liaison_1	Bool	M 0.7	1
capteur entrée		Liaison_1	Bool	I 0.0	1
capteur sortie		Liaison_1	Bool	I 0.1	1
Convoyeur 1		Liaison_1	Bool	Q 7.0	1
Convoyeur 2		Liaison_1	Bool	Q 7.1	1
Convoyeur 3		Liaison_1	Bool	Q 7.2	1
convoyeur 4		Liaison_1	Bool	Q 7.3	1
Electrovane1		Liaison_1	Bool	Q 0.0	1
Electrovane2		Liaison_1	Bool	Q 0.1	1
Electrovane3		Liaison_1	Bool	Q 0.2	1
Electrovane4		Liaison_1	Bool	Q 0.3	1
Etape		Liaison_1	Int	DB 1 DBW 0	1
Marche machine		Liaison_1	Bool	M 0.0	1
NBC		Liaison_1	Bool	M 0.2	1
NHC		Liaison_1	Bool	M 0.1	1
NHT		Liaison_1	Bool	M 0.3	1
Pompe1		Liaison_1	Bool	Q 5.0	1
Pompe2		Liaison_1	Bool	Q 5.1	1

Figure IV.13: Table des variables.

IV.4.4Création de vue

▪ Vue générale

La vue ci-dessous nous permet de :

- ✓ Visualiser l'ensemble des équipements de la station ;
- ✓ Visualiser le déroulement du processeur de remplissage en temps réel, ainsi que l'évaluation des différents capteurs configurés avec un champ E/S.
- ✓ Gérer la mise en marche/arrêt de la station grâce aux boutons « marche machine » et « arrêt machine ».
- ✓ Visualiser l'état de chaque élément de la station.

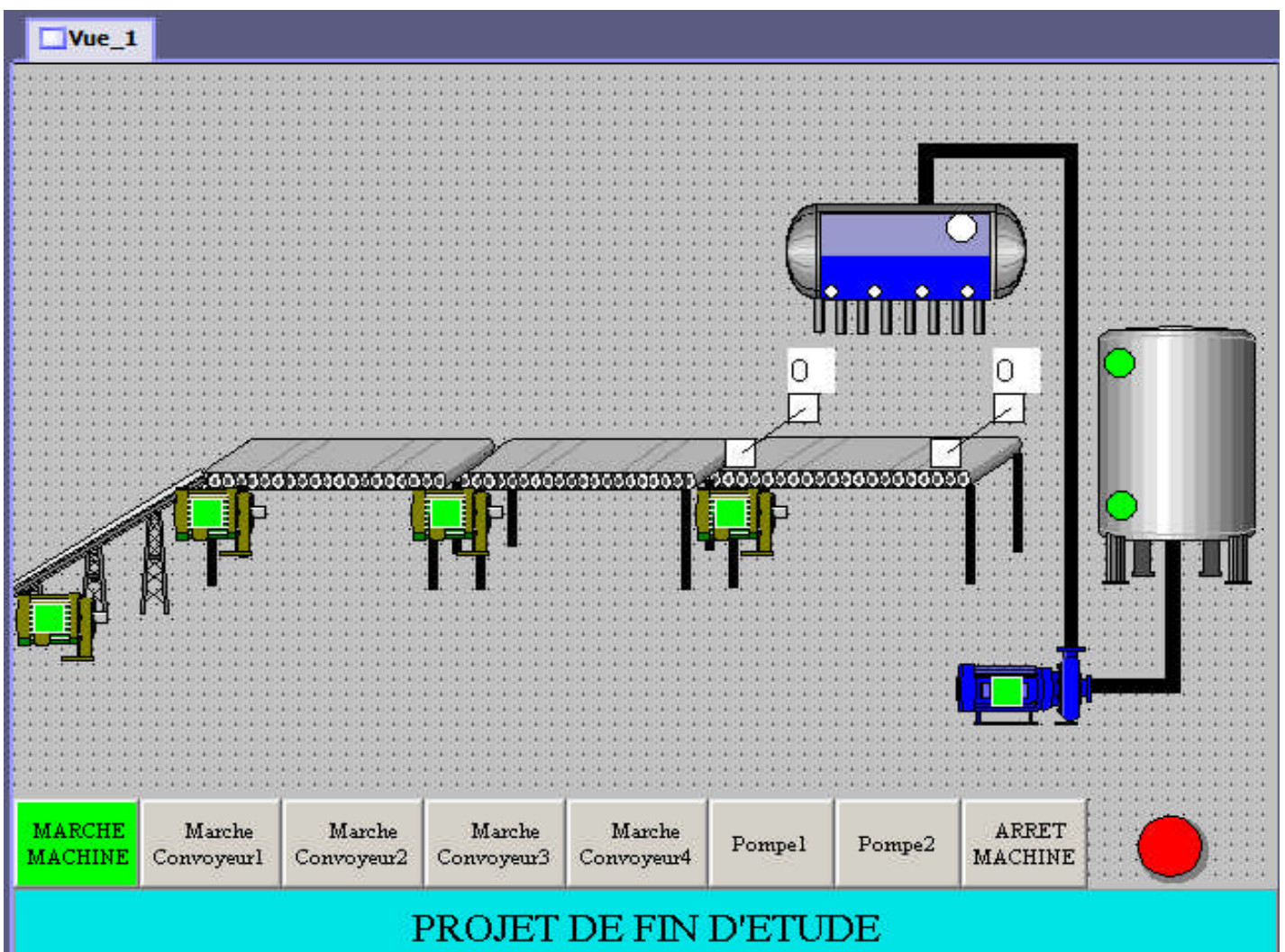


Figure IV.14: Vue générale.

IV.4.5 Configuration des champs entrées/sorties

Le champ E/S nous permet d'introduire les entrées/sorties du programme step7 afin de mettre une liaison entre les deux logiciels de programmation pour qu'on puisse visualiser le fonctionnement de notre processus sous l'interface WinCC.

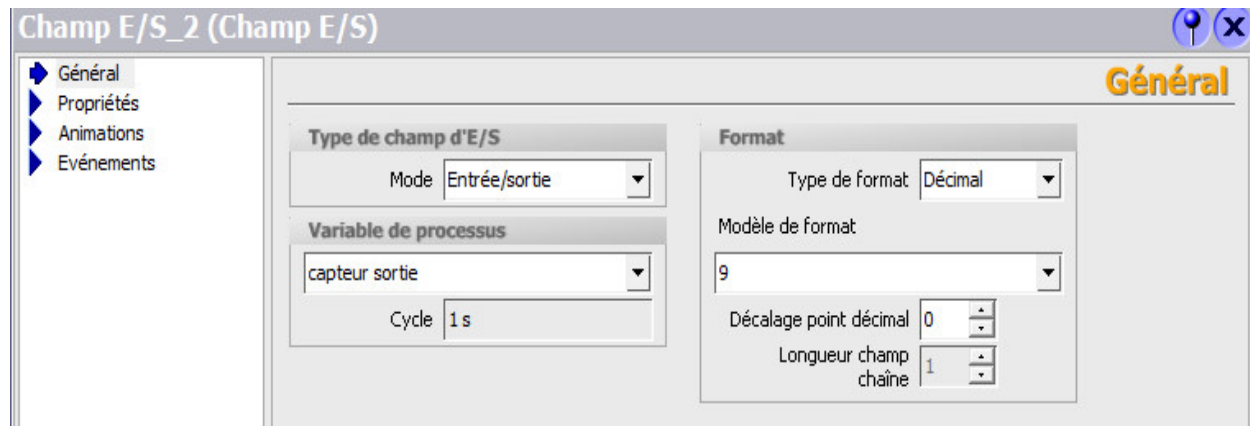


Figure IV.15: Configuration des champs E/S.

IV.4.6 Configuration de l'animation des éléments du processus

Cette fenêtre nous permet de choisir une variable, son type, ainsi que les couleurs des valeurs d'états qu'on a attribué

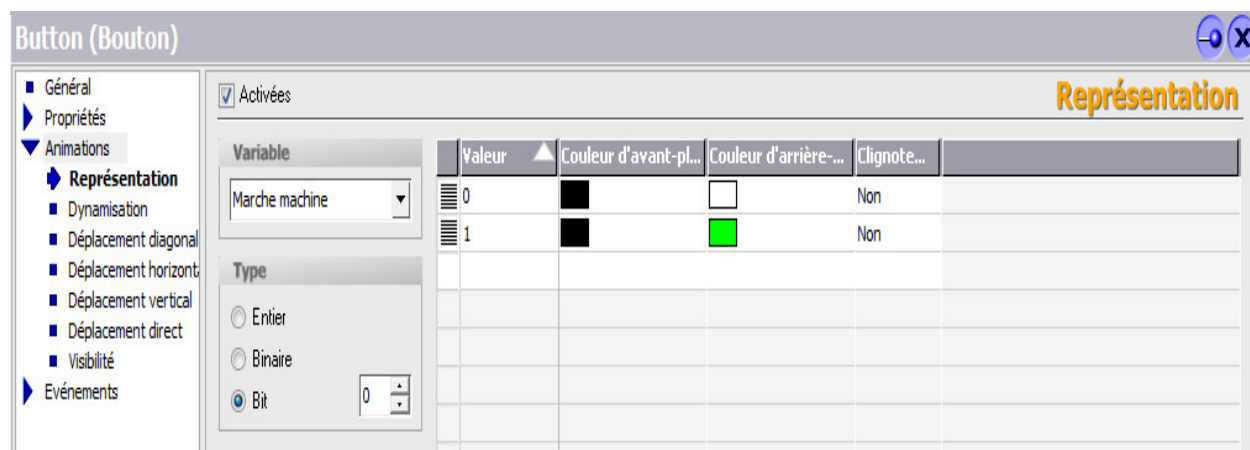


Figure IV.16: Configuration de l'animation des éléments du processus.

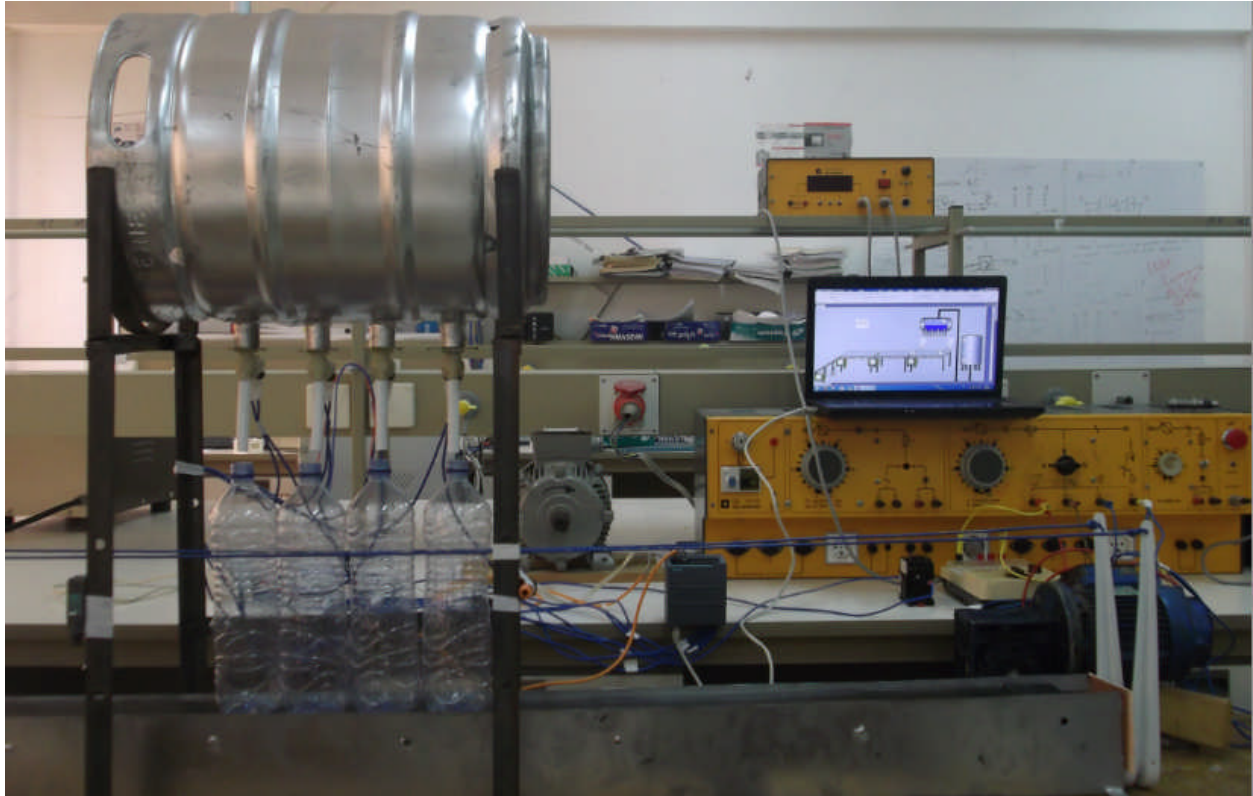


Figure IV.17: Vue générale de notre banc d'essai.

IV.5.Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de décrire les étapes essentielles afin de réaliser une solution d'automatisation pour un processus industriel avec le logiciel STEP7. Le langage LADDER utilisé est l'application directe des équations logiques régissant sur notre système. La phase finale de ce chapitre est l'application du programme sur l'automate S7-1200, pour conclure une supervision avec WinCC flexible.

Conclusion générale

L'objectif essentiel de notre travail a été la réalisation d'un programme afin de commander et de contrôler par un automate programmable S7-1200 une remplisseuse linéaire non automatisé et enfin la supervision par écran (PC) du processus de remplissage, stockage des cuves d'eau au niveau de la Sarl CORDIAL.

Nous avons, en premier lieu, étudié le fonctionnement de l'unité et constaté les inconvénients qui relèvent son fonctionnement manuel ceci pendant notre période de stage.

Nous avons ensuite proposé grâce à l'outil de GRAFCET qui nous a permis d'élaborer la modélisation de l'unité, un programme qui nous a permis de gérer le fonctionnement automatisé de notre installation. Après étude des concepts clés des systèmes de commande et des systèmes automatisés.

Le modèle du grafcet, ainsi fait a été traduit au LADDER avec l'outil de programmation STEP7.

Nous avons programmé un écran de supervision pour opérateurs, et pour cela on a utilisé le logiciel WinCC flexible.

Enfin, nous avons effectué une simulation du programme à l'aide de logiciel de simulation Step7 et l'automate S7-1200 et faire une supervision du procédé par WinCC flexible

Notre travail peut être poursuivi par quelques perspectives :

- Remplacement de la souffleuse semi-automatique par une souffleuse automatique en synchronisant la sortie de cette dernière à l'entrée de la remplisseuse afin d'accroître la production.
- Ajouter une étiqueteuse automatiser pour supprimer les tâches répétitives et fatigante des opérateurs chargé d'étiqueter les bouteilles et gagner du temps d'évacuation des bouteilles.

Ce projet nous a été très bénéfique à plusieurs titres :

- ❖ Il nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables S7-1200 et de nous initier encore plus sur leurs langages de programmation.
- ❖ Et aussi de renforcer nos connaissances théoriques par une expérience pratique non négligeable dans le domaine de l'automatisation.

Puisse ce modeste travail servir de base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions à venir.

Références bibliographique

Bibliographie

- [1] Gilles MORVAN, « machines-remplisseuse-doseuse-eau-plate » ;
- [3]Groupe Schneider, « catalogue distribution basse tension »,1998/1999 ;
- [2] www.ocme.com;
- [4] <http://www.fersil-railway.com>;
- [5] Alain Charbonnel, « le moteur asynchrone triphasé », 27/11/2010 ;
- [6] Eric MICHEL, Arnaud DEVES. « Application au traitement de l'eau potable et des eaux usées ». FNDAE n° 12 document technique édition 2003 ;
- [7] www.festo.com;
- [8] C.GLAIZE, « introduction à l'électrotechnique et l'électronique de puissance », version du 12 février 2002 ;
- [9]Christian BISSIERES, « ACQUISITION D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE (CAPTEUR) » ;
- [10] <http://www.techno-science.net>;
- [11]Philippe LEBRUN, « Machine asynchrone »Lycée Louis ARMAND Strasbourg NOGENT sur Marne ;
- [12] [www. difluid.fr](http://www.difluid.fr) ;
- [13]IVOR F, « Guide de référence sur l'efficacité énergétique de l'air comprimé »,2007 CEA Technologies Inc ;
- [14] ADEME DABEE, « COMPRESSEURS D'AIR » Département Industrie et Agriculture 27/09/2006 ;
- [15]PASCAL BIGOT. MECA-FLU V : LES POMPES ;
- [16] www.directindustry.com;
- [17] Schneider Electric, « Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro » 1999 ;
- [18] Philippe HOARU « L'automate programmable industriel » 05Fevrier2014 ;

Bibliographie

[19] Siemens, « Industry Automation and Drive Technologies –SCE » Edition: juillet2011 ;

[20] Siemens, « S7-1200_System_Manual », Numéro de référence du document : A5E02486682-AG 03/2014 ;

[21] Siemens, « WinCC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced », A5E01024767-02 07/2008 ;

[22] C .JOSSIN, I:\TRAVAIL\AUTOM_Buts_de_l'automatisme.DOC ;

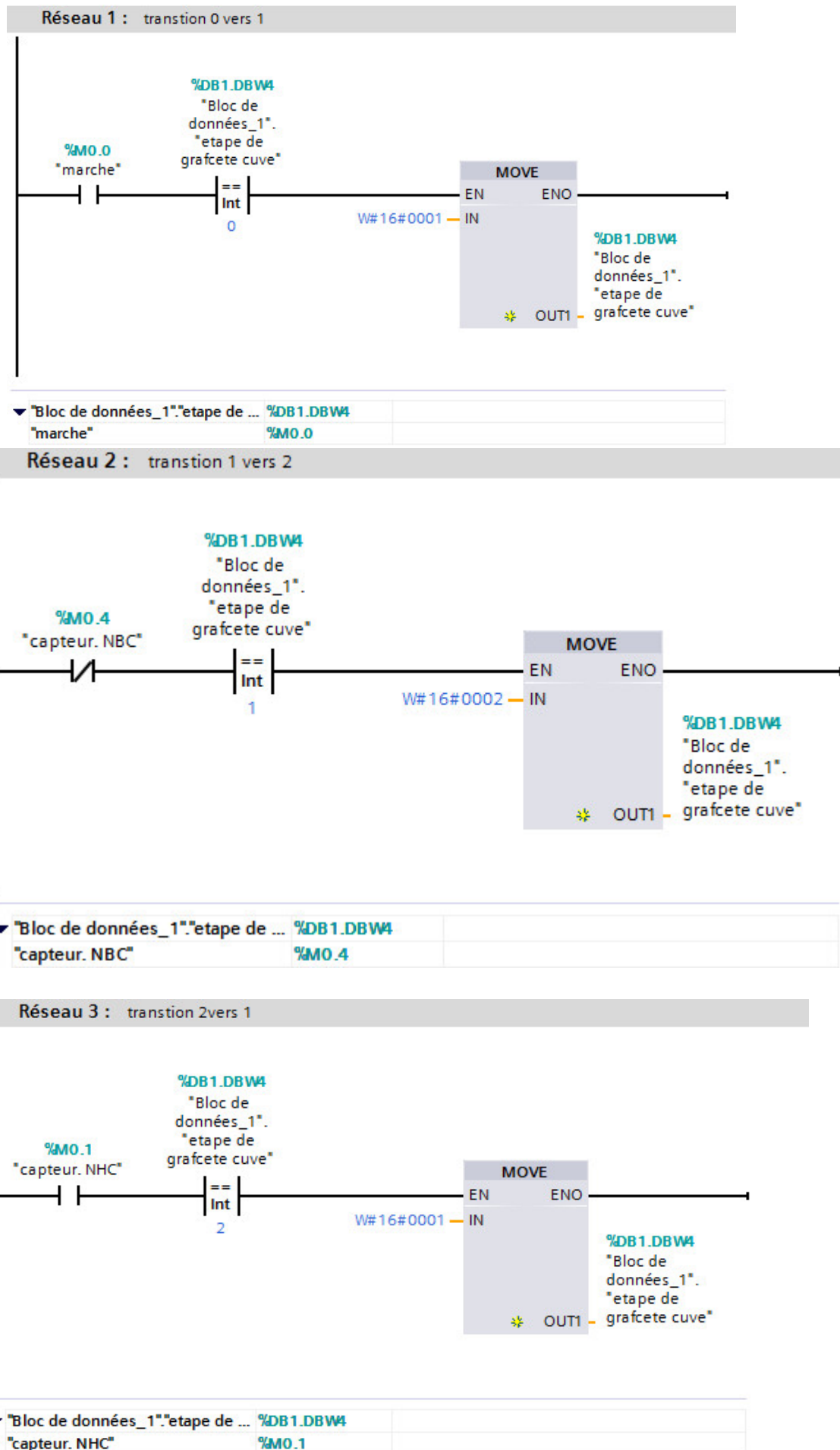
[23] Automatisme édition DUNOD collection agati 1993 ;

[24] D.DUBOIS « GRAFCET », édition 1999 ;

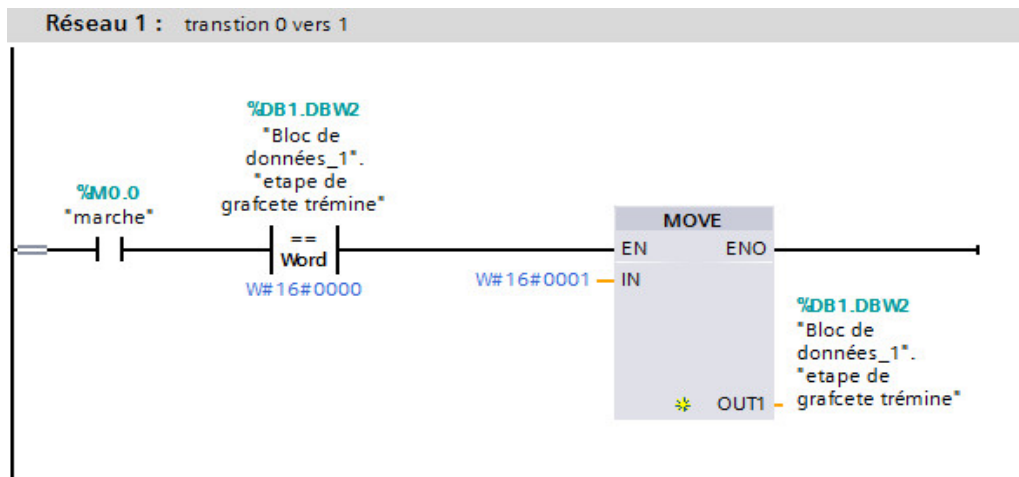
[25]R.GOURDEAU et G.M.Cloutier, « Le GRAFCET », Ecole polytechnique de Montréal, 8septembre2008.

Annexe

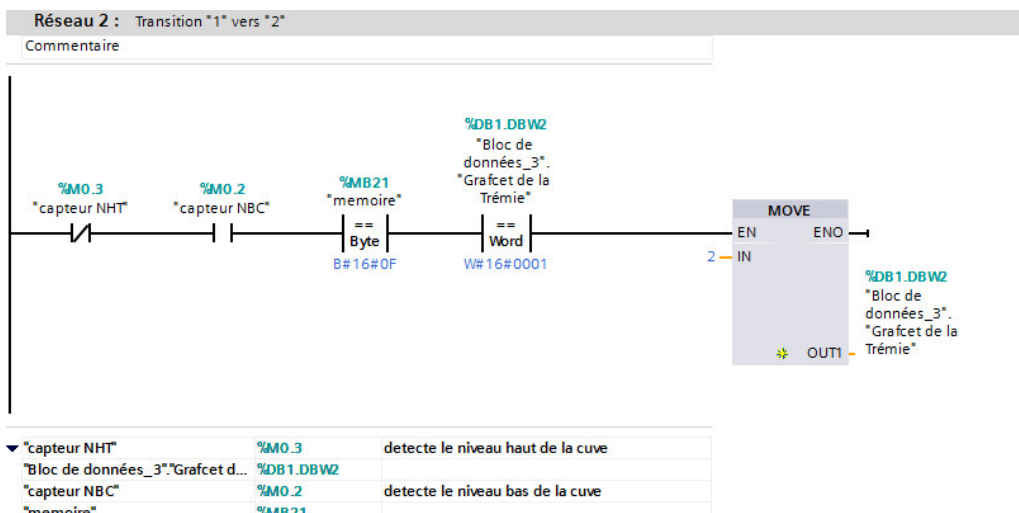
Programme du grafctet cuve



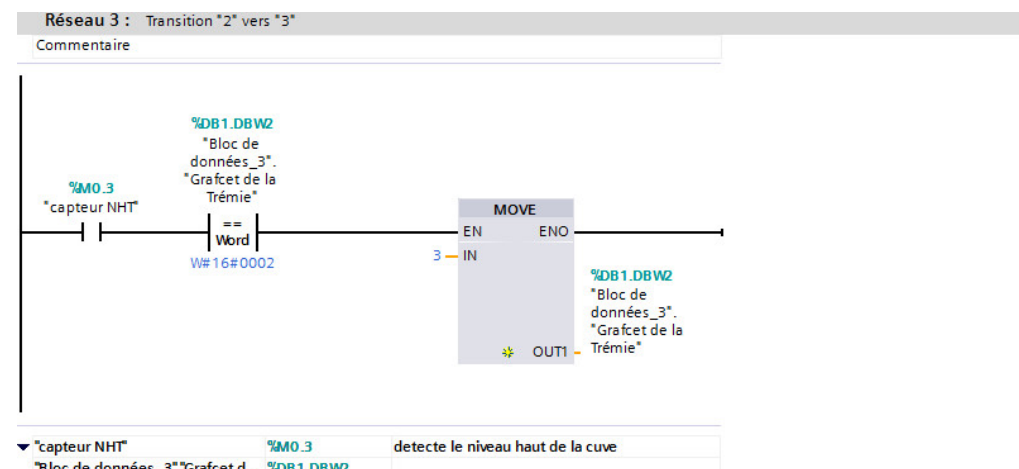
Programme du grafcet trémie



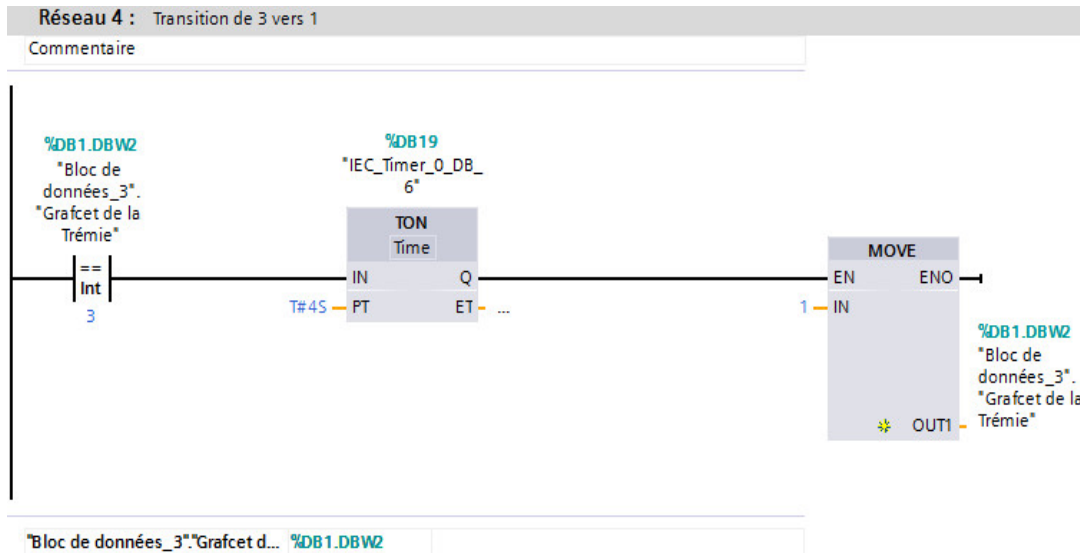
▼ "Bloc de données_1".etape de ...	%DB1.DBW2
"marche"	%M0.0



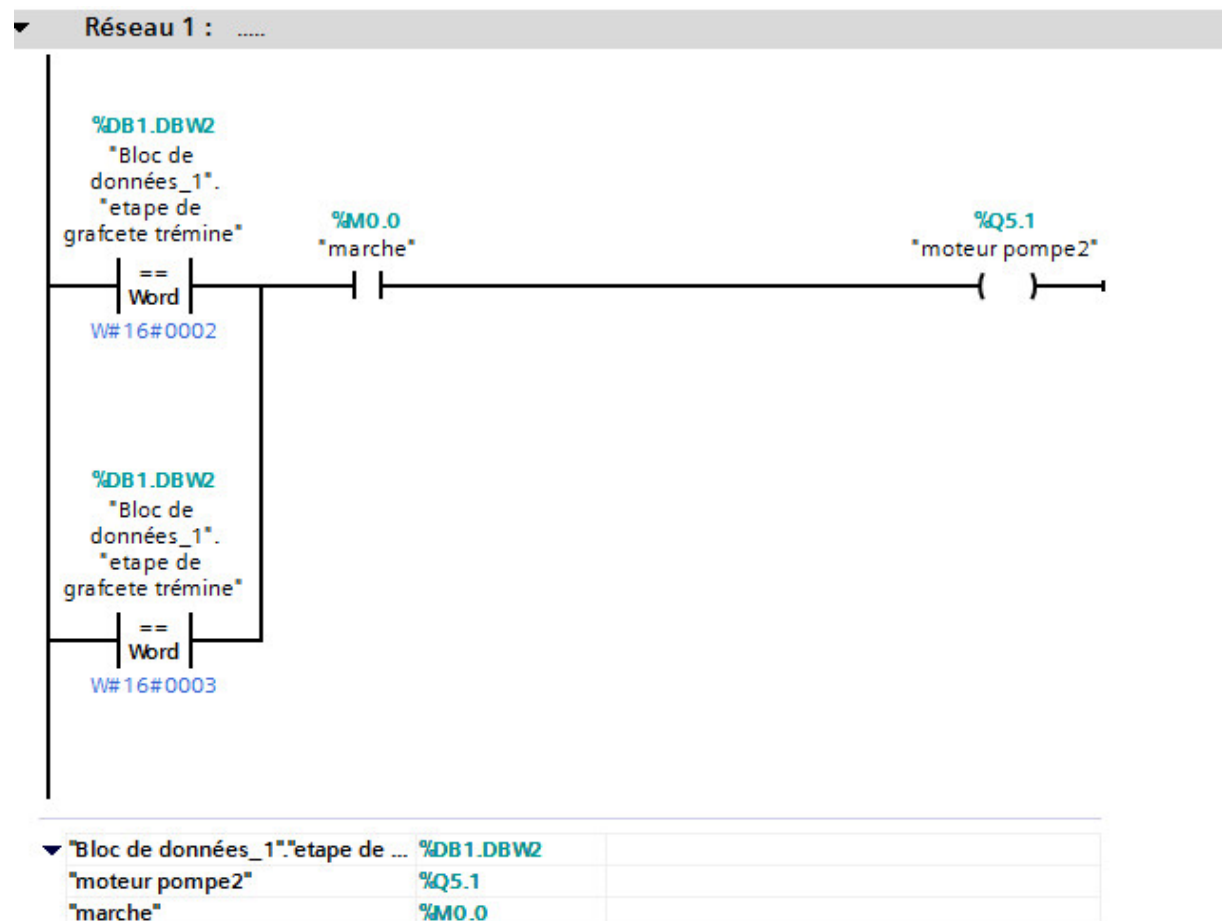
▼ "capteur NHT"	%M0.3	detecte le niveau haut de la cuve
"Bloc de données_3".Grafcet d...	%DB1.DBW2	
"capteur NBC"	%M0.2	detecte le niveau bas de la cuve
"memoire"	%MB21	



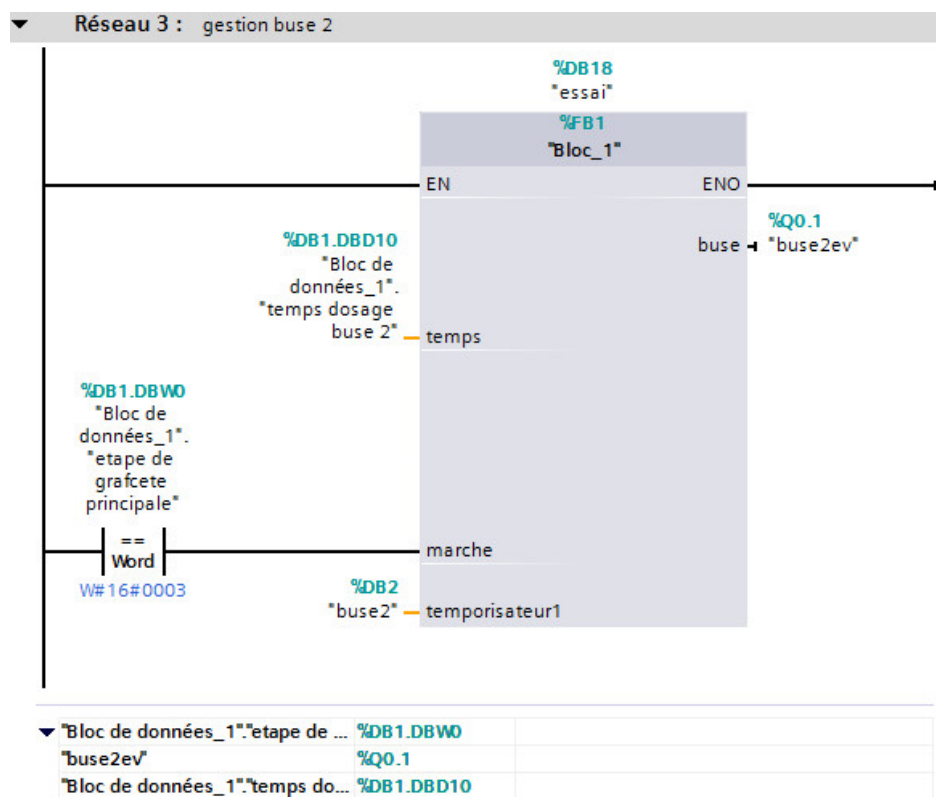
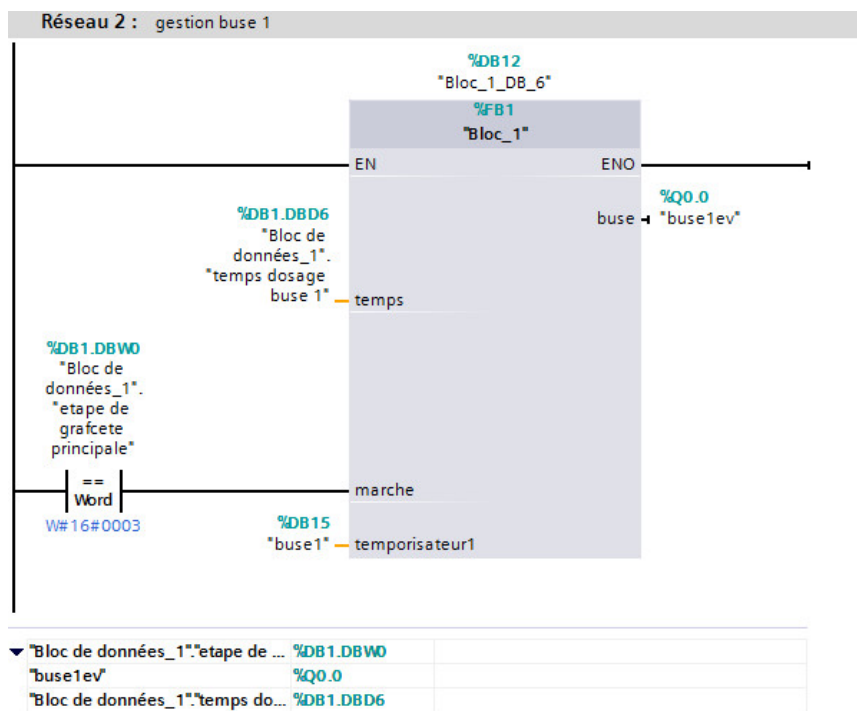
▼ "capteur NHT"	%M0.3	detecte le niveau haut de la cuve
"Bloc de données_3".Grafcet d...	%DB1.DBW2	

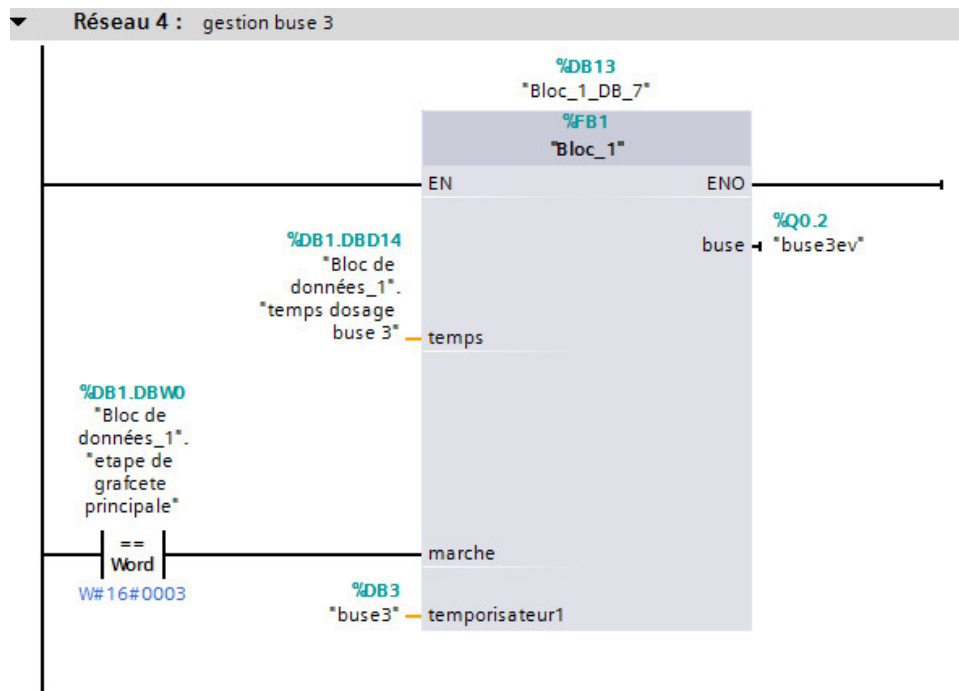


commande de sortie trémie

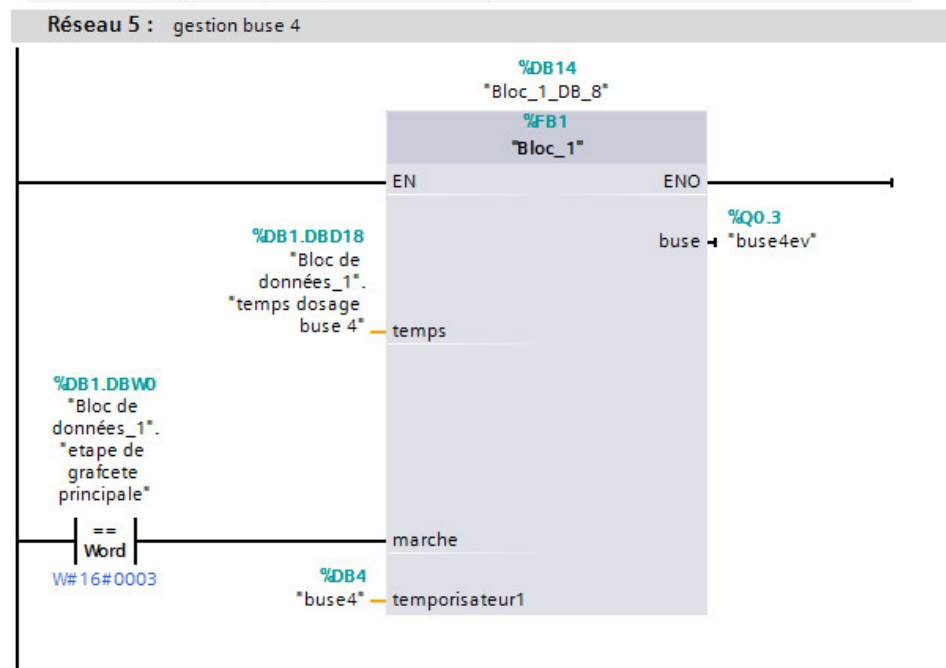


Fonction de dosage

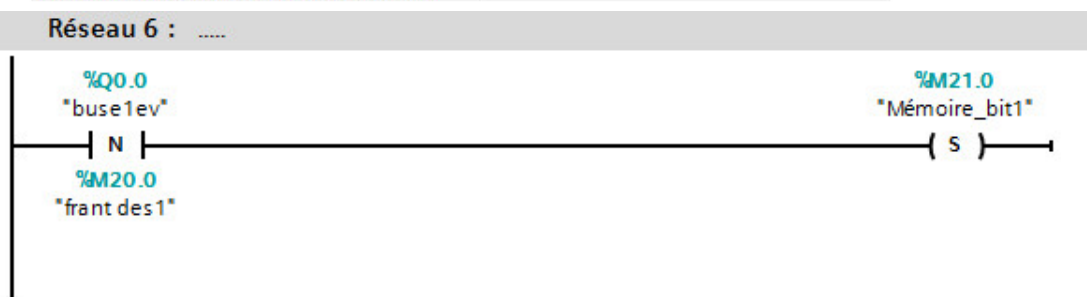




▼ "Bloc de données_1".etape de ...	%DB1.DBW0	
"buse3ev"	%Q0.2	
"Bloc de données_1".temps do...	%DB1.DBD14	



▼ "Bloc de données_1".etape de ...	%DB1.DBW0	
"buse4ev"	%Q0.3	
"Bloc de données_1".temps do...	%DB1.DBD18	



▼ "buse1ev"	%Q0.0	
"frant des1"	%M20.0	
"Mémoire_bit1"	%M21.0	

Réseau 7 :



▼ '*buse2ev'	%Q0.1	
'*frant des2'	%M20.1	
'*Mémoire_bit2'	%M21.1	

Réseau 8 :



▼ '*buse3ev'	%Q0.2	
'*frant des3'	%M20.2	
'*Mémoire_bit3'	%M21.2	

Réseau 9 :

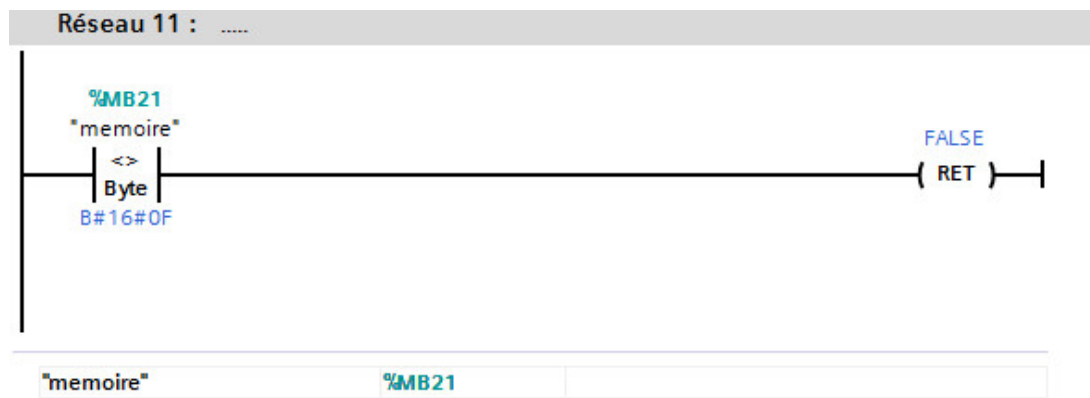


▼ '*buse4ev'	%Q0.3	
'*frant des4'	%M20.3	
'*Mémoire_bit4'	%M21.3	

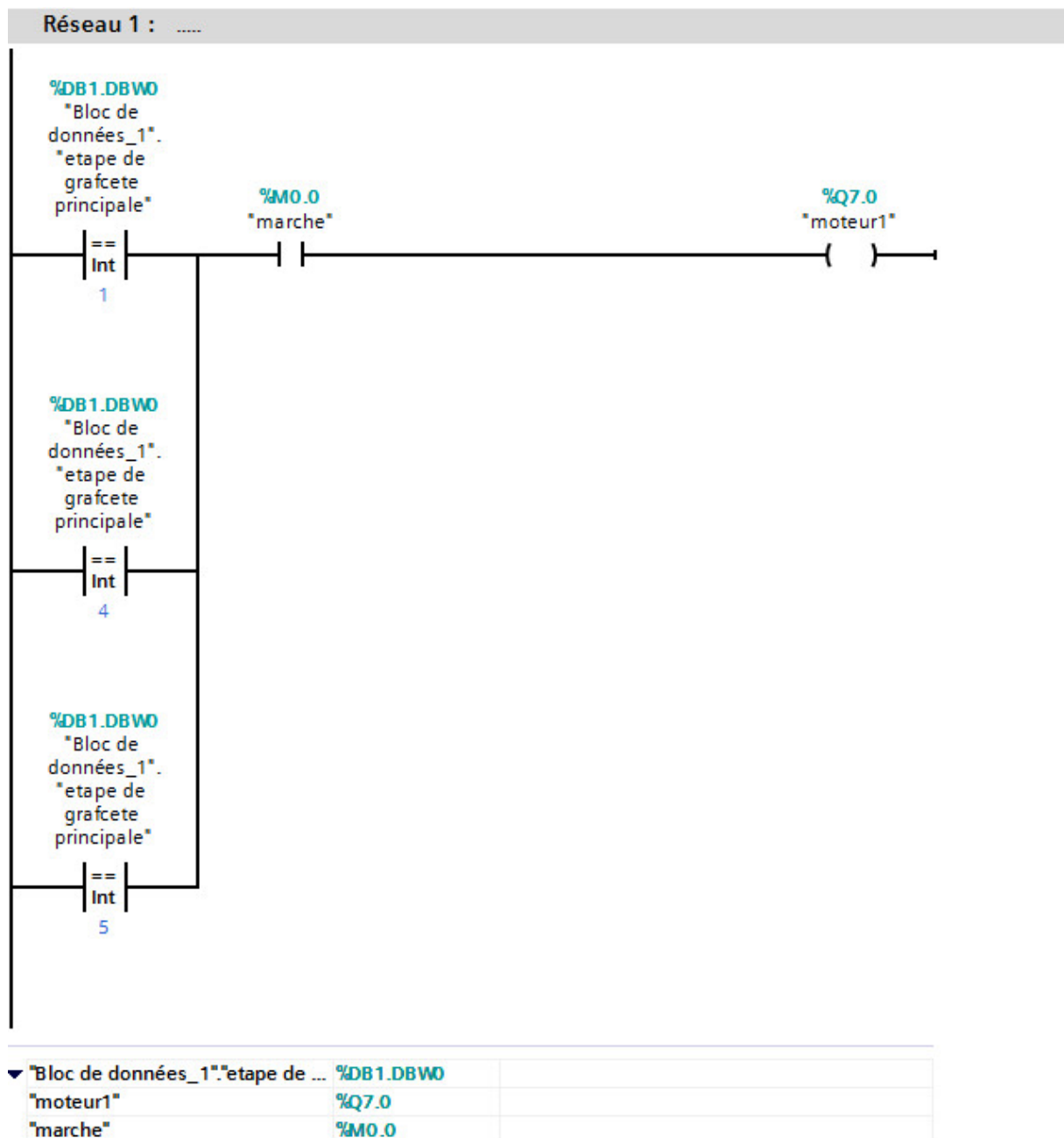
Réseau 10 :

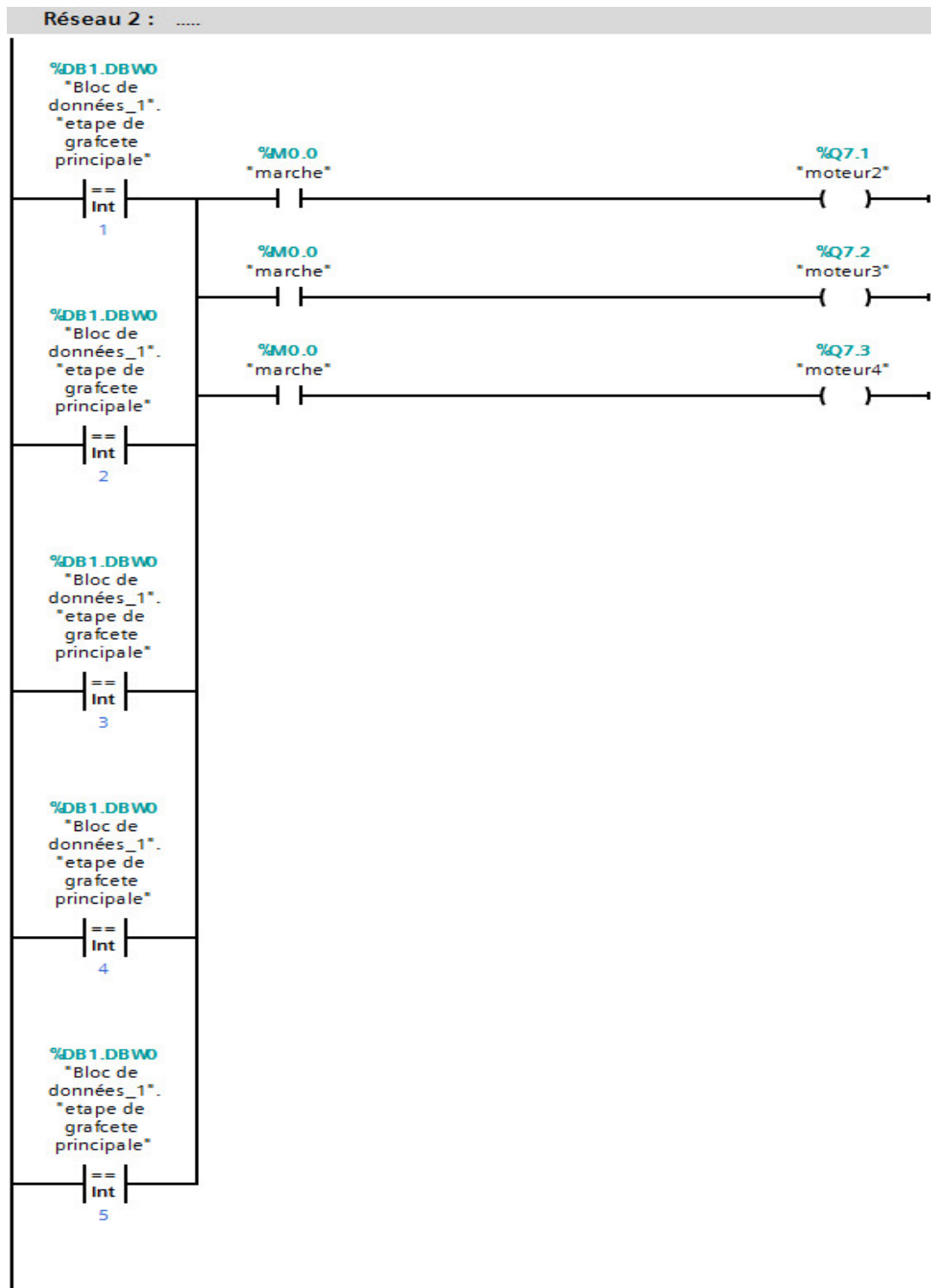


'*memoire'	%MB21	
------------	-------	--

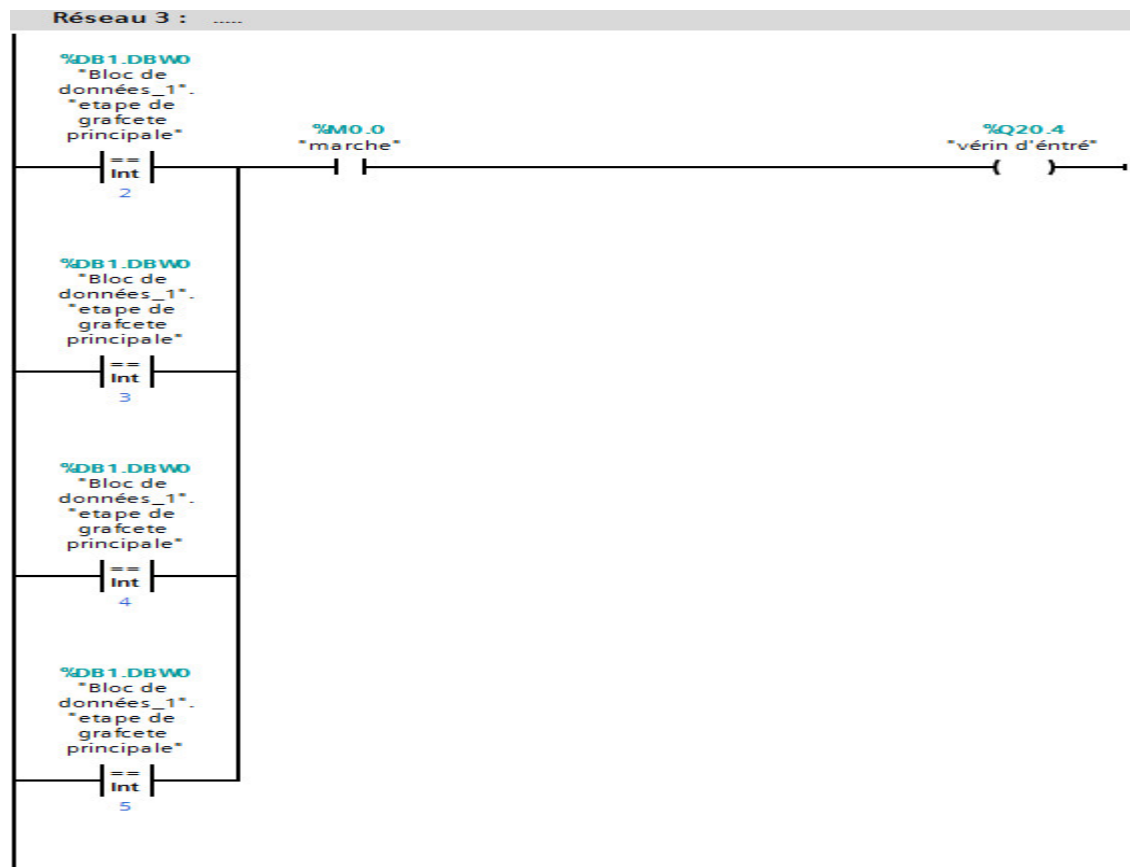


commande des sorties du grafcet principal

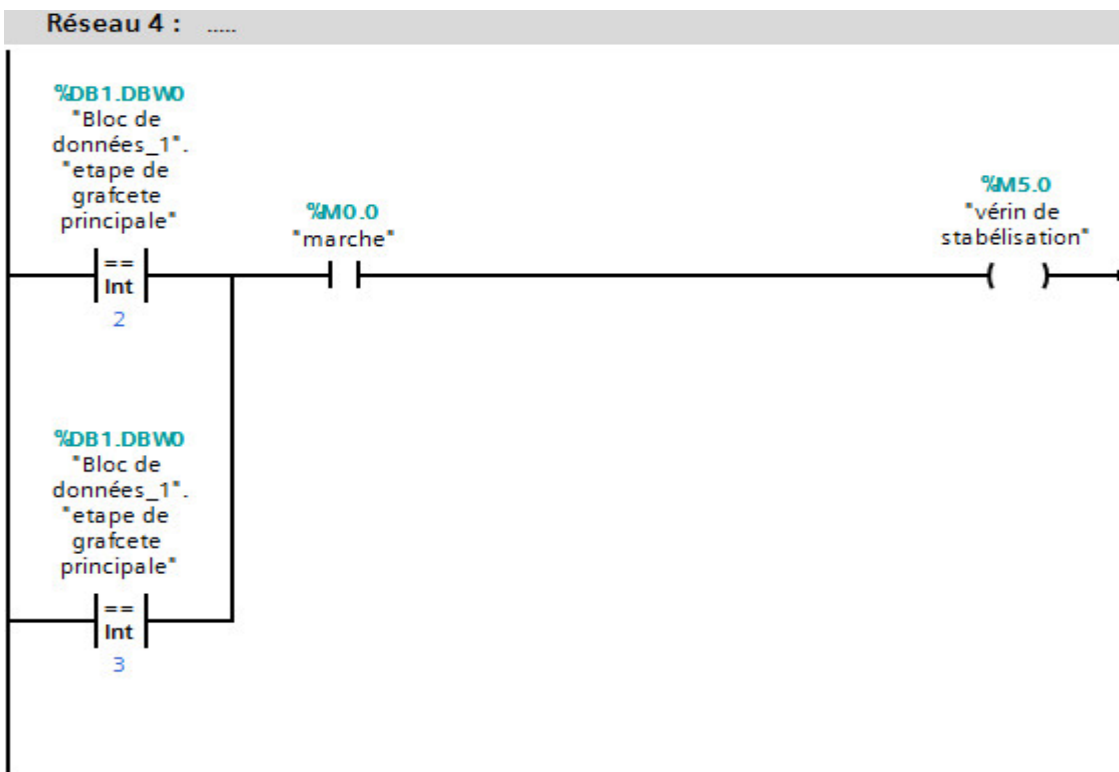




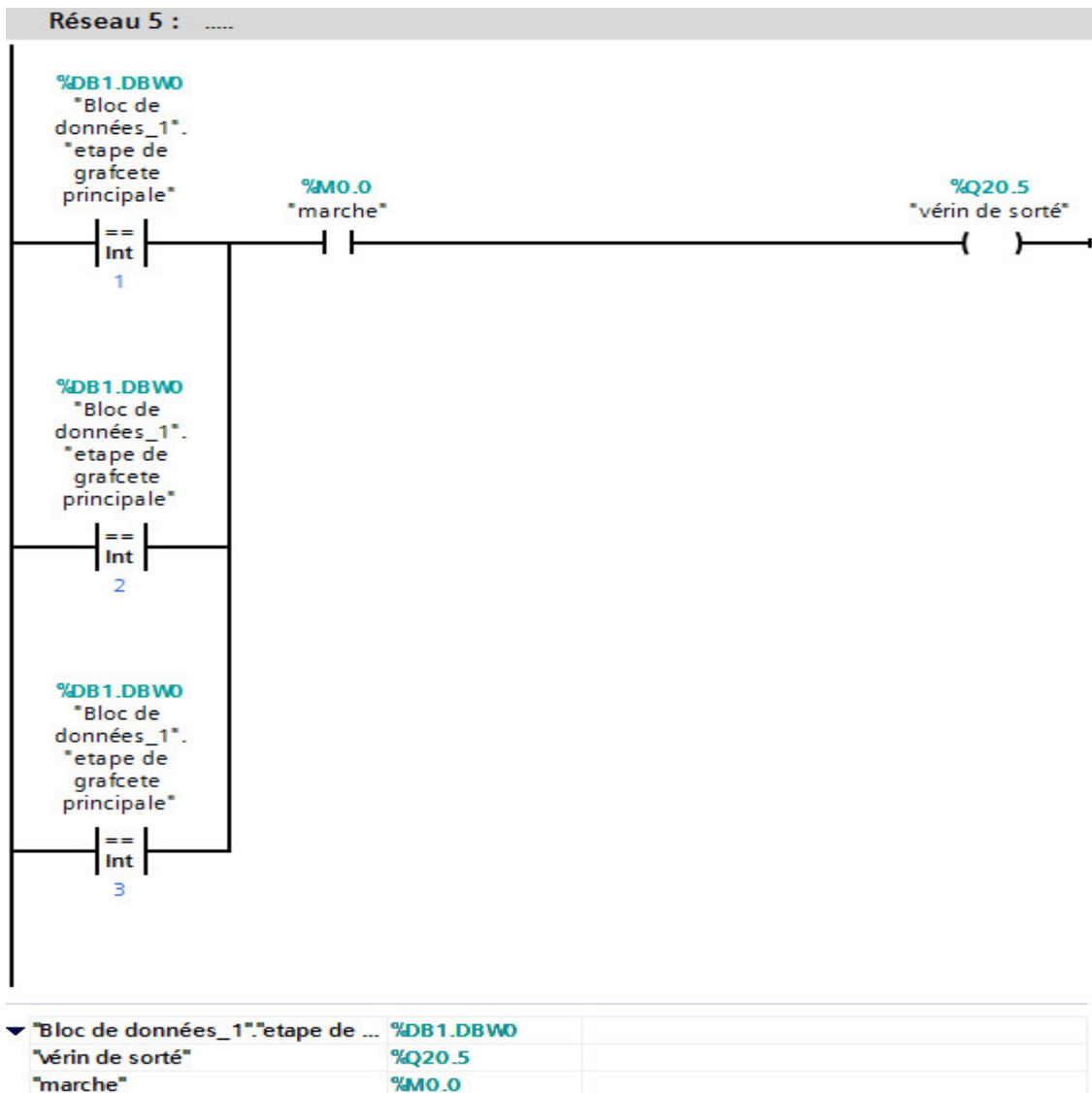
▼ "Bloc de données_1"."etape de ...	%DB1.DBW0	
"moteur2"	%Q7.1	
"moteur3"	%Q7.2	
"moteur4"	%Q7.3	
"marche"	%M0.0	



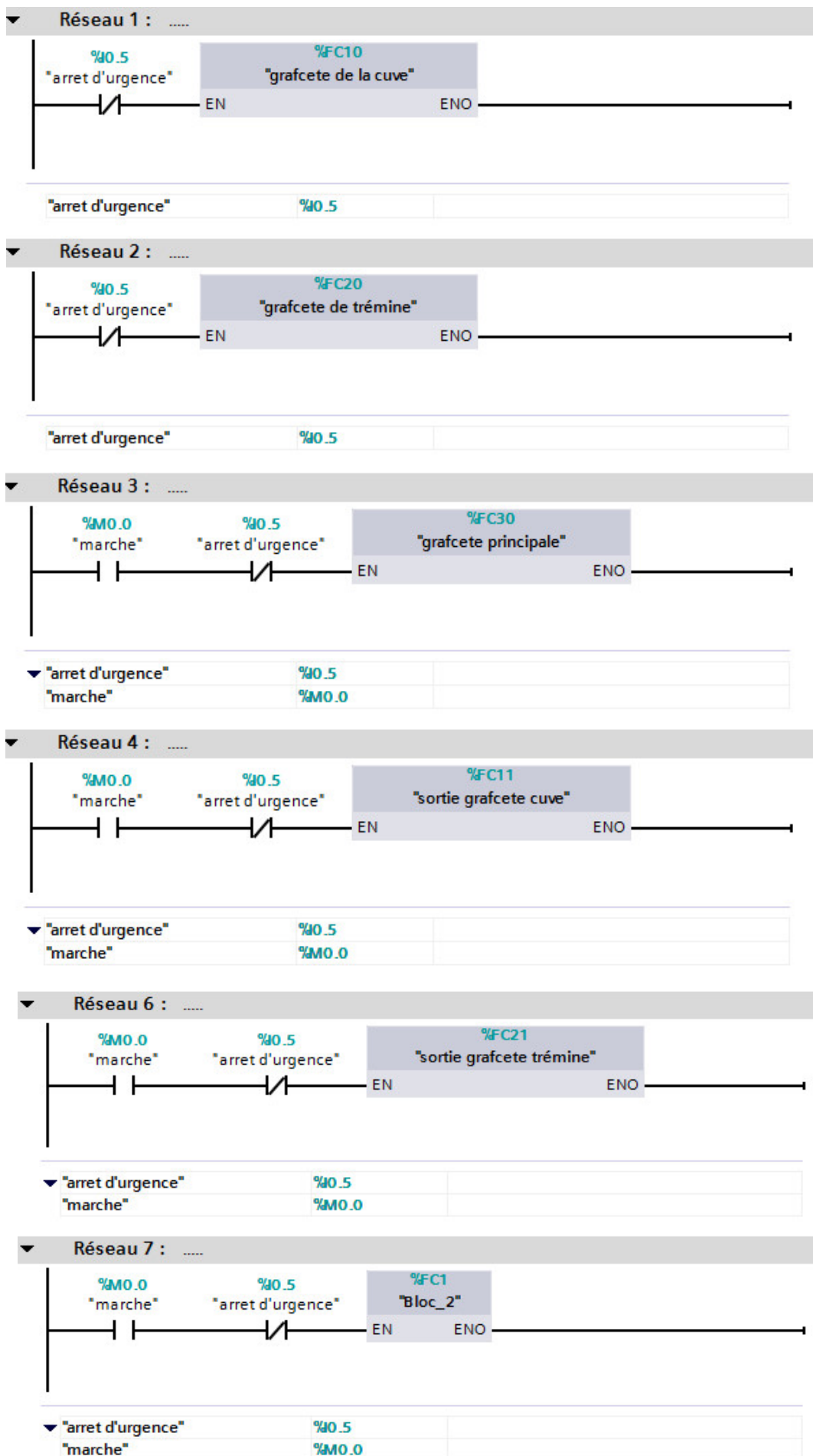
▼ "Bloc de données_1"."etape de ...	%DB1.DBWO	
"vérin d'entrée"	%Q20.4	
"marche"	%MO.0	



▼ "Bloc de données_1"."etape de ...	%DB1.DBWO	
"vérin de stabélisation"	%M5.0	
"marche"	%MO.0	



Blocs d'organisation OB1



	Puissance (KW)	Tension (V)	Courant (A)	Cos(b)	Vitesse (Tr/Min)	Fréquence (Hz)
Moteur1	0,37	115	1.12	0.77	1400	50
Moteur2	0.75	230/400	3.11	0.73	1390	50
Moteur3	0.75	230/400	3.11	0.73	1390	50
Moteur4	0.75	230/400	3.11	0.75	1390	50
Pompe 1	0.11	230	6.9	/	2800	50
Pompe 2	0.11	230	6.9	/	2800	50

Tableau 1: Caractéristique des moteurs et pompes.

Nomenclatureur	commentaire
BP	Bouton poussoir de démarrage
AU	Arrêt d'urgence
CPE	Capteur de position à l'entrée de la remplisseuse
CPS	Capteur de position à la sortie de la remplisseuse
T	Temps
FTD	Fin du temps de dosage
NHT	Niveau haut trémie
NHC	Niveau haut cuve
NBC	Niveau bas cuve
MB	Mémoire Byte
VV SB	Voyant Vert à la sortie des bouteilles
VJ SB	Voyant jaune à la sortie des bouteilles
VR SB	Voyant rouge à la sortie des bouteilles

Tableau 2: les entrées automate.

Nomenclatureur	Commentaire
M1	Moteur pour convoyeur 1
M2	Moteur pour convoyeur 2
M2	Moteur pour convoyeur 3
M2	Moteur pour convoyeur 4
MP1	Pompe de la source vers la cuve
MP2	Pompe de la cuve vers la trimer
VE	Vérin d'entrée des bouteilles
VS	Vérin de sortie des bouteilles
VF	Vérin de stabilisation
FD	Fonction de dosage
Tempo.	temporisateur

Tableau 3: Les sorties automate.

Résumé

L'industrie a besoin de plus en plus d'être rénovée et élargie. C'est la raison pour laquelle l'automatisation des unités de production est devenue de nos jours une nécessité absolue.

Ce mémoire présente une méthodologie générale pour l'automatisation d'un système industriel. Il a été question d'une étude détaillée d'une station de remplissage de bouteilles d'eau qui a permis de modéliser son fonctionnement, et de le programmer avec le logiciel STEP7 qui une fois intégrés dans l'automate S7-1200 vas le gérer automatiquement.

Une grande partie a été consacrée à la description des différentes étapes de la création du projet sur le logiciel WinCC flexible afin de permettre aux opérateurs de piloter et de superviser en temps réel la station

Abstract

The industry needs to be renovated and expanded; this is why the automation of production units has become a necessity nowadays

This memory presents a general methodology for the automation of industrial system. The project was about a detailed study of a filling of water bottles that was used to model the operation, and program it with software called STEP7 which, once is integrated with the S7-1200 automation, will manage it automatically.

Much has been devoted to describe the various stages of the creation of the project on the STEP7 software, and the creation of a man-machine interface with WinCC flexible software, in order to allow operators to control and monitor real-time station.