

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



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

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique industrielle

Présenté par

Massinissa MOUSSOUNI

Ghiles ALANE

Thème

Automatisation et supervision d'une station de pesage avec TIA Portal à base d'un API S7-1200 au niveau de l'entreprise MIS.

Mémoire soutenu publiquement le 25 / 06 / 2024 devant le jury composé de :

M^{ME} Saida BIDOUHENE

MAA, UMMTO, Président

M^{ME} Nassira ARAR

MAA, UMMTO, Encadrant

M Mohamed SAHNOUN

Ingénieur, entreprise MIS, Co-Encadrant

M^{ME} Farida DORBANE

MAA, UMMTO, Examineur

M^{ME} Hayet HARROUCHE

MAB, UMMTO, Examineur

Remerciement

En premier lieu, nous remercions Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour réaliser ce projet de fin d'études.

Nos premiers remerciements vont à notre encadreur à l'entreprise MOULIN INDUSTRIEL SEBAOU **M. SAHNOUN Mohamed**, de nous avoir proposé ce thème, et de nous avoir pris en charge et veillé sur le bon déroulement de ce travail avec ses précieuses informations.

Comme nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances et notre gratitude à notre promotrice Mme **ARAR Nacera** de nous avoir encadrée. Suivie et orientée tout au long de notre travail.

Nous présentons nos sincères remerciements à **M. CHARIF Moussa** pour l'aide précieuse qu'il nous a apporté.

Nous tenons, également, à remercier tous les membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes ayant fourni des efforts pour nous donner un enseignement de qualité durant notre cursus universitaire.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parent, qui ont toujours été à mes cotés pour me guider vers le droit chemin.

À mes frères et sœurs.

À tout ma famille.

À mes chers et meilleurs amis.

À mon binôme.

À toute la promotion automatique et département génie électrique.

MASSI

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parent, qui ont toujours été à mes cotés pour me guider vers le droit chemin.

À mes frères et sœurs.

À tout ma famille.

À mes chers et meilleurs amis.

À mon binôme.

À toute la promotion automatique et département génie électrique.

GHILES

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

Avant-propos présentation de l'entreprise

1. Présentation de l'entreprise	3
2. Localisation géographique de la société	4
3. Structure organisationnelle de l'entreprise	5
4. Organigramme de l'usine MIS	6

Chapitre I : Généralité sur les composants constituant la station de pesage

I.1 Introduction.....	7
I.2 Structure générale d'un système automatisé de production	7
I.3 Les avantages de l'automatisation.....	8
I.4 Les inconvénients de l'automatisation	8
I.5 Armoire de commande.....	8
I.5.1 Bouton d'arrêt d'urgence.....	9
I.5.2 Contacteur électrique.....	10
I.5.3 Relais.....	10
I.5.4 Disjoncteur.....	10
I.5.5 Fusible.....	11
I.5.6 Variateur de vitesse	11
I.6 Logique câblé.....	12
I.7 Capteur.....	13
I.7.1 Les différents types de capteurs utilisés dans les applications industrielles.....	13
I.8 Pré-actionneur.....	16
I.8.1 Distributeurs.....	16
I.9 Actionneur	17
I.9.1 Définition d'un vérin.....	18
I.9.1.1 Types de vérins pneumatiques.....	19
I.9.1.1.1 Vérin simple effet.....	19
I.9.1.1.2 Vérin double effet.....	19
I.9.1.1.3 Autres types de vérin pneumatique.....	20
I.9.1.2 Principe de fonctionnement d'un vérin pneumatique.....	20

I.9.2 Vanne régulatrice.....	21
I.9.3 Les moteurs.....	22
I.9.3.1 Les moteurs asynchrones.....	22
I.9.3.1.1 Fonctionnement des moteurs asynchrones.....	23
I.10 Conclusion.....	23

Chapitre II : Description et présentation de la station de pesage

II.1 Introduction	24
II.2 Processus de production de la semoule.....	25
II.2.1 Nettoyage.....	26
II.2.1.1 Séparateur des déchets.....	26
II.2.1.2 Épierreuse vibrante.....	26
II.2.1.3 Brosse à blé.....	27
II.2.1.4 Conditionnement.....	27
II.2.2 Mouture.....	27
II.2.2.1 Broyage.....	27
II.2.2.2 Convertissage.....	27
II.2.2.3 Blutage.....	28
II.2.2.4 Plansichter.....	28
II.2.2.5 Sassage.....	28
II.2.3 Ensachage.....	28
II.3 Transporteur à vis.....	28
II.4 Description de la station de pesage existante.....	29
II.5 Description des capteurs de balance.....	30
II.6 Description des actionneurs de la balance.....	30
II.7 Fonctionnement de la station de pesage.....	31
II.8 Automate de commande utilisé.....	31
II.9 Problématique.....	32
II.10 L'objectif de notre travail.....	32
II.11 Conclusion.....	32

Chapitre III: Modélisation de la station de pesage à l'aide de GRAFCET

III.1 Introduction	33
III.2 Généralités sur le GRAFCET.....	33
III.2.1 Définition du GRAFCET.....	33
III.2.2 Les éléments de base d'un GRAFCET.....	34
III.2.2.1 Les étapes.....	34
III.2.2.2 Les transition.....	35
III.2.2.3 Les liaisons orientées reliant étape et transition.....	36
III.2.3 Les structures du GRAFCET.....	37
III.2.3.1 Structure linéaire.....	37
III.2.3.2 Séquences alternatives (Convergence et divergence en OU).....	37
III.2.3.3 Séquences simultanées (convergence et divergence en ET).....	38
III.2.3.4 Sauts d'étapes et reprise d'étapes	39
III.3 Mise en équation d'un GRAFCET en programme API.....	39
III.4 Les niveaux du GRAFCET.....	41
III.4.1 GRAFCET de niveau 1.....	41
III.4.2 GRAFCET de niveau 2.....	42
III.4.3 GRAFCET de niveau 3.....	42
III.5 Les avantages du GRAFCET.....	43
III.6 Modélisation du système par le GRAFCET.....	44
III.6.1 Table des variables.....	44
III.6.2 Fonctionnement du système de pesage après l'automatisation.....	45
III.7 Conclusion.....	49

Chapitre IV : Programmation et supervision de la station de pesage sous TIA Portal

IV.1 Introduction.....	50
IV.2 Automate Programmable Industriel (API).....	50
IV.2.1 Les différents modules fonctionnels d'un automate programmable.....	51
IV.2.2 Le rôle d'un automate programmable dans les systèmes automatisés industriels.....	52
IV.2.3 Fonctions principales de l'automate.....	52

IV.2.4 Avantages des automates programmables.....	52
IV.2.5 Les inconvénients.....	53
IV.2.6 Critère de choix.....	53
IV.2.7 L'automate Siemens S7-1200.....	54
IV.3 Logiciel TIA Portal.....	54
IV.4 Généralités sur la programmation sous TIA Portal.....	55
IV.5 Langages de programmation.....	56
IV.5.1 La liste d'instructions (LIST).....	56
IV.5.2 Le schéma à contacts (CONT, langage LADDER).....	56
IV.5.3 Le Graph, GRAFCET ou SFC (Sequential function chart).....	57
IV.5.4 Le SCL (Structured control language).....	58
IV.5.5 Le logigramme (LOG).....	58
IV. 6 Modules de communications.....	59
IV.7 La vue de portail.....	60
IV.8 La vue du projet	60
IV.9 Création de notre projet sous TIA PORTAL.....	61
IV.10 Configuration matérielle.....	62
IV.11 Création du programme du système de pesage.....	63
IV.12 Création du tableau des variables API.....	64
IV.13 Présentation du simulateur PLCSIM.....	64
IV.14 Elaboration du programme sur TIA PORTAL.....	65
IV.14.1 Quelque réseau du programme	65
IV.15 Définition de la supervision.....	69
IV.15.1 Outils de supervision.....	70
IV.15.2 Avantage de la supervision.....	70
IV.16 Présentation du logiciel de WinCC sur TIA Portal.....	71
IV.16.1 Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA Portal.....	71
IV.16.1.1 Choix de l'IHM.....	71
IV.17 Intégration du projet WinCC dans TIA Portal.....	72
IV.18 Création des vues de l'IHM du système de pesage.....	73
IV.18.1 Vue d'accueil.....	73
IV.18.2 Vue des stations lors de l'opération de pesage.....	73
IV.18.2.1 Vue de la première station de 25 KG.....	73
IV.18.2.2 Vue d'alerte.....	75

IV.18.2.3	Courbe représentative de l'opération de pesage.....	76
IV.18.3.1	Vue de la deuxième station de 10 KG.....	76
IV.18.3.2	Vue d'alerte.....	78
IV.18.3.3	Courbe représentative de l'opération de pesage.....	79
IV.18.4.1	Vue de la troisième station de 5 KG.....	79
IV.18.4.2	Vue d'alerte.....	81
IV.18.4.3	Courbe représentative de l'opération de pesage.....	82
IV.19	Conclusion.....	82

Conclusion générale et perspectives..... 83

Référence bibliographiques

Liste des abréviations

Annexes

Figure 1: Localisation géographique (satellite) de la société	4
Figure 2: Bloc production pâtes alimentaires et couscous.....	5
Figure 3 : Bloc de production farine et semoule.	6
Figure 4 : Organigramme de l'usine MIS.....	6
Figure 1.1 : Structure d'un système automatisé.....	7
Figure 1.2 : Armoire de commande.	9
Figure 1.3 : Bouton d'arrêt d'urgence.	9
Figure 1.4 : Contacteur électrique.	10
Figure 1.5 : Disjoncteur.	11
Figure 1.6 : Variateur de Vitesse.	12
Figure 1.7 : Schéma fonctionnel d'un capteur.	13
Figure 1.8 : Capteur électromagnétique.	14
Figure 1.9 : Capteur fin de course.	15
Figure 1.10 : Capteur de niveaux.	15
Figure 1.11 : Capteur de pesage.	16
Figure 1.12 : Distributeur.	17
Figure 1.13 : Schéma de commande électrique d'un distributeur.	17
Figure 1.14 : Actionneur.	18
Figure 1.15 : Caractéristiques d'un vérin pneumatique.	18
Figure 1.16 : Vérin simple effet (position rentré).	19
Figure 1.17 : Vérin double effet (position rentré).	19
Figure 1.18 : Vérin pneumatique.	21
Figure 1.19 : Vanne régulatrice.	21
Figure 1.20 : Moteur asynchrones.	22
Figure 2.1 : Processus de transformation de la semoule.....	25
Figure 2.3 : Transporteur à vis.	29
Figure 2.2 : Schéma de la balance WG 301.	29
Figure 3.1 : Fonctionnement du GRAFCET.	33
Figure 3.2 : Les éléments du GRAFCET.	34
Figure 3.3 : Etape initial.	34

Figure 3.4 : Etape.	34
Figure 3.5 : Transition.	35
Figure 3.6 : Réceptivité.	35
Figure 3.7 : Liaisons orientées.	36
Figure 3.8 : Action associé à une étape.	36
Figure 3.9 : Structure linéaire du GRAFCET.	37
Figure 3.10 : Convergence et divergence en OU.	38
Figure 3.11 : Convergence et divergence en ET.	38
Figure 3.12 : Saut d'étape et reprise d'étapes.	39
Figure 3.13 : Mise en équation.	40
Figure 3.14 : équations d'activation.	40
Figure 3.15 : GRAFCET niveau 1.	41
Figure 3.16 : GRAFCET niveau 2.	42
Figure 3.17 : GRAFCET niveau 3.	43
Figure 3.18 : GRAFCET du système de pesage niveaux 2.	47
Figure 3.19 : GRAFCET du système de pesage sous TIA portal.	48
Figure 4.1 : Un Automate Programmable Industriel (API) de type Siemens.	51
Figure 4.2 : Logo TIA PORTAL V16.	54
Figure 4.3 : Lancement du Logiciel TIA PORTAL V16.	55
Figure 4.4 : Organisation d'un projet pour la création dans TIA Portal.	55
Figure 4.5 : Langage LIST.	56
Figure 4.6 : Langage CONT.	57
Figure 4.7 : Langage GRAFCET.	57
Figure 4.8 : Langage SCL.	58
Figure 4.9 : Langage LOG.	59
Figure 4.10 : Vue du portail sur TIA Portal V16.	60
Figure 4.11 : Vue du projet sur TIA Portal V16.	61
Figure 4.12 : Création du projet sur Portal V16.	62
Figure 4.13 : Configuration matériel sur TIA Portal V16.	62
Figure 4.14 : Création des blocs sur TIA Portal V16.	63
Figure 4.15 : Table variables sur TIA Portal V16.	64
Figure 4.16 : PLCSIM.	65
Figure 4.17 : Capteur de poids 1 analogique.	65

Figure 4.18 : Vanne 1 analogique.	66
Figure 4.19 : Convoyeur à vice 1.	66
Figure 4.20 : Vérin de déchargement 1.	67
Figure 4.21 : Temporisateur 2s.	67
Figure 4.22 : Ouverture de vanne analogique 1 à 100%.	68
Figure 4.23 : Ouverture de vanne analogique 1 à 20%.	68
Figure 4.24 : Fermeture de la vanne analogique 1.	69
Figure 4.25 : Poste de pilotage d'une salle de supervision.	70
Figure 4.26 : Système de supervision.	71
Figure 4.27 : Liaison PLC et HMI.	72
Figure 4.28 : la vue d'accueil.	73
Figure 4.29 : la vue de la peseuse a l'état initial.	73
Figure 4.30 : la vue de la peseuse en cours de chargement.	74
Figure 4.31 : la vue de déchargement.	74
Figure 4.32 : la vue a l'arrêt de la station.	75
Figure 4.33 : la vue d'alerte.....	75
Figure 4.34 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.	76
Figure 4.35 : la vue de la peseuse a l'état initial.	76
Figure 4.36 : la vue de la peseuse en cours de chargement.	77
Figure 4.37 : la vue de déchargement.	77
Figure 4.38 : la vue a l'arrêt de la station.	78
Figure 4.39 : la vue d'alerte.....	78
Figure 4.40 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.	79
Figure 4.41 : la vue de la peseuse a l'état initial.	79
Figure 4.42 : la vue de la peseuse en cours de chargement.	80
Figure 4.43 : la vue de déchargement.....	80
Figure 4.44 : la vue a l'arrêt de la station.	81
Figure 4.45 : la vue d'alerte.	81
Figure 4.46 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.....	82

Introduction générale

La demande croissante en blé, en raison de l'augmentation démographique dépassant largement les capacités de production, met en lumière l'importance cruciale de ce produit agricole, le plus échangé au monde. Le blé joue un rôle central dans l'alimentation des populations et le développement économique des pays. Avec une consommation moyenne de 200 kg par an et par habitant, l'Afrique du Nord se classe parmi les plus grands consommateurs de pain au monde, malgré des niveaux de production relativement modestes dans la région. Le blé est donc essentiel non seulement pour nourrir la population mondiale mais aussi pour assurer la stabilité sociale et politique. [11]

L'automatisation des procédés industriels est devenue cruciale pour répondre aux exigences croissantes du monde industriel. Les Automates Programmables Industriels (API) sont devenus des outils incontournables, offrant des solutions adaptées aux besoins changeants, les entreprises ont accru la complexité des processus et ont changé la tâche de l'opérateur dont le rôle a évolué de la conduite à la supervision. Désormais, il est devenu essentiel que l'opérateur puisse connaître, à tout instant, l'état de fonctionnement du processus. Pour cela, l'échange d'informations entre l'opérateur et le processus a été amélioré au travers des interfaces homme-machine (HMI). Ces technologies évoluées permettent d'améliorer la productivité, la qualité, et de réduire les coûts de production, tout en garantissant des conditions de travail sûres et en éliminant les tâches pénibles ou répétitives.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons effectué un stage pratique au sein du complexe industriel MIS (Moulin Industriel de Sebaou), spécialisé dans la production de semoule, de farine et de produits dérivés. MIS s'engage à améliorer la qualité de ses produits et services pour rester compétitif, assurer ses activités de production et répondre à la demande croissante.

Dans ce mémoire, nous allons nous intéresser à l'automatisation d'un système de pesage dans une unité de production de semoule.

Dans la station de production considérée, l'étape de pesage représente un maillon très important. C'est à ce niveau que le produit doit être pesé avec le plus de précision possible pour être ensaché. Ces deux opérations doivent être rapides et fiable, car d'elle dépend le rythme de fourniture des sacs au service expédition.

Un choix s'est imposé à l'unité, soit de moderniser son équipement de pesage déjà existant, soit de procéder à l'achat d'un système neuf.

En effet, le système existant et qui est de type électromécanique présente une usure principalement des parties mécaniques, ce qui occasionne des arrêts de production.

L'option d'achat d'un nouvel équipement est un investissement très coûteux pour l'entreprise MIS, une modernisation des équipements existant, si elle peut être effectuée à moindre coût serait favorablement accueillie.

C'est dans ce contexte que l'entreprise MIS nous a proposé de participer à l'étude des systèmes de pesages utilisés, et à développer une solution de commande et de supervision basée sur un automate programmable industriel S7-1200 de type Siemens.

Notre travail sera reparti comme suite :

- ✓ Le premier chapitre sera consacré à l'étude des organes constituant le système de pesage.
- ✓ Dans le deuxième chapitre nous ferons une description générale de la station de pesage existante.
- ✓ Le troisième chapitre traitera la modélisation de la station à l'aide des GRAFCET.
- ✓ Le dernier chapitre sera dédié à la programmation et la supervision de la station de pesage sous TIA Portal.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Avant-propos

Présentation de l'entreprise

1. Présentation de l'entreprise

L'entreprise, connue sous le nom de "Moulins Industriels de Sebaou" ou Sarl MIS, a été fondée en 1999 comme une société familiale regroupant neuf associés. Depuis le 2 juillet 2002, elle est opérationnelle et se concentre principalement sur la production de semoule et de farine. Dans une optique d'amélioration constante, les gestionnaires de la SARL MIS ont initié en 2014 la création d'une nouvelle unité de production spécialisée dans les pâtes alimentaires et le couscous, qui a depuis connu un développement continu. Les moulins du SEBAOU combinent un processus de production à la fois industriel et artisanal, en utilisant des équipements sophistiqués tout en préservant la qualité des matières premières pour garantir des produits sains répondant aux normes d'hygiène les plus strictes. [12]

Située à Tizi-Ouzou, l'entreprise "Moulins Industriel de Sebaou" se spécialise dans la production de semoules et de farines boulangères. Dotée d'une capacité de production impressionnante, elle peut produire jusqu'à 200 tonnes de semoule par jour et 100 tonnes de farine par jour. En plus de cela, elle fabrique également des produits dérivés tels que le couscous à raison de 50 kg par heure et les pâtes alimentaires à raison de 500 kg par heure.

- Raison Sociale : Moulin Industriel de Sebaou par abréviation MIS.
- Activités : Production et distribution des semoules, des farines et dérivées.
- Forme Juridique: Société A Responsabilité Limitée (SARL).
- Capital Social : 228 881 000 00DA.

2. Localisation géographique de la société

L'entreprise est située dans la zone d'activité Feraoun (Mouldiouane), à l'adresse suivante : BP 70 bis, Draa Ben Khedda, 15200, wilaya de Tizi-Ouzou. La figure suivante illustre sa localisation géographique.



Figure 1: Localisation géographique (satellite) de la société.

3. Structure organisationnelle de l'entreprise

L'entreprise est structurée principalement en deux grands blocs, avec en plus une cour, dont une partie est dédiée à la station d'approvisionnement en blé.

- **Bloc administratif**

Il englobe l'ensemble des :

- services de comptabilité, de gestion et de direction.
- Service commerciale.
- Service laboratoire.
- Service maintenance.
- Service hygiène et sécurité.

- **Bloc de production**

Il inclut toutes les machines et l'équipement utilisés dans la production de farine et de semoule, il est divisé en sous-stations :

- Sous station de nettoyage.
- Sous station de stockage
- Sous station de pesage et ensachage.
- Sous station de pesage du rendement.
- Sous station de mouture.



Figure 2: Bloc production pâtes alimentaires et couscous.

Le bloc de production farine et semoule.



Figure 3 : Bloc de production farine et semoule.

4. Organigramme de l'usine MIS

L'entreprise MIS est organisé comme illustré dans la figure 4.

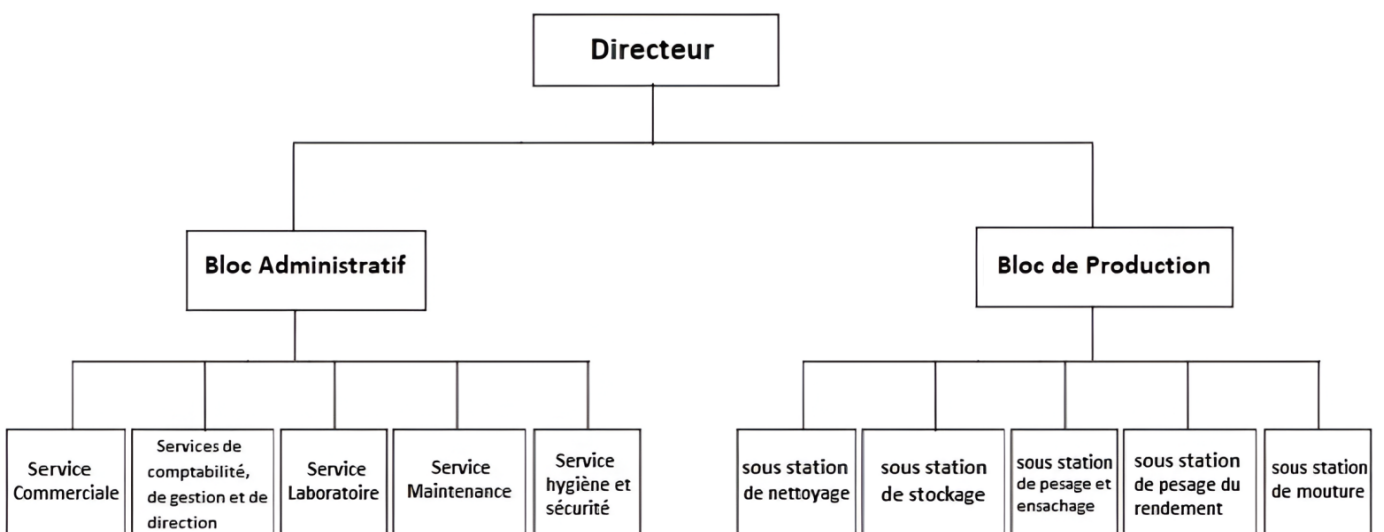


Figure 4 : Organigramme de l'usine MIS.

CHAPITRE I

Généralité sur les composants constituant la station de pesage

I.1 Introduction

Dans tout environnement industriel, on retrouve un ensemble de capteurs et d'actionneurs essentiels pour surveiller les paramètres physiques clés tels que la température, le débit, le niveau, etc.

La station de pesage est équipée de trois balances de type OCRIM. Elle est également équipée de capteurs de niveau, de capteurs de fin de course, de capteurs électromagnétiques et de vérins pneumatiques.

Nous présentons dans ce qui suit les divers organes constituant la station de pesage.

I.2 Structure générale d'un système automatisé de production

Un système automatisé de production peut être décomposé fonctionnellement en deux parties :

- **La partie opérative (PO) :** englobe le dispositif mécanique, les actionneurs, ainsi que leurs pré-actionneurs, et les capteurs de machines pour contrôler le mouvement des actionneurs et détecter la présence des objets. elle comporte la partie mécanique, électrique, hydraulique et pneumatique.
- **La partie de commande (PC) :** englobe les composants destinés au traitement des informations émises par les capteurs opérateurs (tels que les boutons-poussoirs, les commutateurs, etc...). Les éléments de la partie commande sont logés dans l'armoire de commande. les ordres ou signaux de commande envoyés à la partie opérative sont transmis par les pré-actionneurs, tandis que les retours d'informations sont fournis à la partie commande par les capteurs. [13]

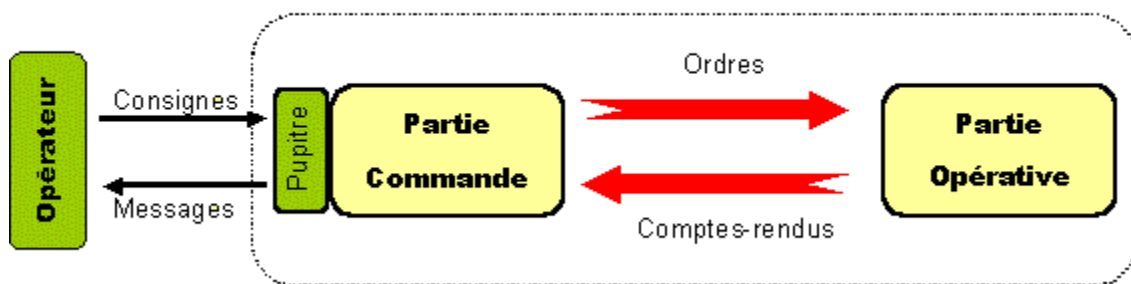


Figure 1.1 : Structure d'un système automatisé.

I.3 Les avantages de l'automatisation

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production.
- La souplesse d'utilisation.

I.4 Les inconvénients de l'automatisation

- Le coût élevé du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois.

I.5 Armoire de commande

Une armoire de commande dans un système automatisé est une unité centrale où sont regroupés et interconnectés les différents composants électriques et électroniques nécessaires au contrôle et à la gestion du système automatisé. Elle joue un rôle essentiel en assurant le bon fonctionnement du système en facilitant la gestion des circuits électriques, la communication entre les différents composants, et en assurant la sécurité des opérateurs et du système lui-même.

En termes simples, l'armoire de commande est le cerveau électrique du système automatisé. Elle héberge souvent un contrôleur programmable, tel qu'un automate programmable industriel (API), qui exécute les instructions définies dans le programme de contrôle pour superviser et réguler les opérations du système.

L'armoire électrique de la station de pesage est équipée : d'un automate programmable industriel (API) , variateurs de vitesse, des relais électriques, contacteurs et éléments de sécurité : disjoncteur ...



Figure 1.2 : Armoire de commande.

I.5.1 Bouton d'arrêt d'urgence

Un bouton d'arrêt d'urgence est un dispositif permettant d'interrompre instantanément les opérations d'une machine ou d'un équipement en cas de danger imminent, il assure la sécurité des travailleurs et la protection des biens.



Figure 1.3 : Bouton d'arrêt d'urgence.

I.5.2 Contacteur électrique

Un contacteur électrique est un dispositif qui permet d'ouvrir ou de fermer un circuit électrique. Il est activé par une bobine électromagnétique et est utilisé pour contrôler les moteurs, l'éclairage et d'autres charges électriques dans les applications industrielles. Les contacteurs offrent une fiabilité élevée et sont conçus pour fonctionner dans des environnements exigeants.



Figure 1.4 : Contacteur électrique.

I.5.3 Relais

En général, les relais sont similaires aux contacteurs dans leur composition (contacts, bobine, temporisation, etc.). La différence réside principalement dans les courants qu'ils coupent ou établissent. Ces derniers étant nettement moins importants pour les relais que pour les contacteurs. Un relais se compose d'une bobine alimentée par un circuit de commande, et son noyau mobile ou sa palette provoque la commutation des contacts.

I.5.4 Disjoncteur

Un disjoncteur est un dispositif de protection électrique conçu pour interrompre le courant électrique en cas de surcharge, court-circuit ou autre anomalie dans un circuit électrique. Il agit comme un interrupteur automatique, coupant l'alimentation électrique pour prévenir les dommages aux équipements ou les risques d'incendie. Les disjoncteurs sont essentiels pour assurer la sécurité des installations électriques résidentielles, commerciales et industrielles.



Figure 1.5 : Disjoncteur.

I.5.5 Fusible

Un fusible est un composant de protection électrique conçu pour fondre et interrompre le courant en cas de surcharge ou de court-circuit, afin de protéger les équipements électriques contre les dommages et les risques d'incendie.

I.5.6 Variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un équipement électronique qui permet de contrôler la vitesse de rotation d'un moteur électrique en ajustant la fréquence et la tension de l'alimentation électrique fournie au moteur. Cela permet de réguler la vitesse de manière précise et variable, offrant ainsi un contrôle flexible et une nécessité pour de nombreux procédés industriels et efficace dans diverses applications industrielles et domestiques.

En effet, la plupart des moteurs tournent à vitesse constante. Pour moduler la vitesse des équipements de procédé, on a longtemps eu recours à divers dispositifs mécaniques. Aujourd'hui, on fait surtout appel à des variateurs de vitesse électroniques.



Figure 1.6 : Variateur de Vitesse.

I.6 Logique câblé

La logique câblée est une méthode de conception et de mise en œuvre de systèmes de contrôle dans lesquels les connexions électriques physiques sont utilisées pour définir le comportement logique du système. Cela implique généralement l'utilisation de composants électroniques discrets, tels que des relais, des contacteurs et des interrupteurs, pour créer des circuits électriques qui réalisent des opérations logiques simples ou complexes. Bien que largement utilisée par le passé, la logique câblée est progressivement remplacée par des systèmes de contrôle basés sur des technologies numériques programmables, tels que les automates programmables industriels (API), qui offrent une plus grande flexibilité et une meilleure évolutivité.

I.7 Capteur

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, ou la déviation d'une aiguille. Il sert d'interface entre un processus physique et une information manipulable, contrairement à un instrument de mesure autonome. Les capteurs sont essentiels dans les systèmes d'acquisition et peuvent être classés selon différents critères tels que leur mode de fonctionnement, leur besoin en énergie, et leur type de sortie.



Figure 1.7 : Schéma fonctionnel d'un capteur.

I.7.1 Les différents types de capteurs utilisés dans les applications industrielles

Les différents types de capteurs utilisés dans les applications industrielles sont variés et essentiels pour surveiller et contrôler divers paramètres. Une synthèse des types de capteurs et de leurs utilisations dans l'industrie est donnée ci-dessous :

- **Capteurs de proximité** : ils détectent la présence d'objets sans contact physique, ce qui les rend idéaux pour le contrôle de la position et la sécurité dans les environnements industriels.
- **Capteurs de température** : utilisés pour mesurer la température dans les processus industriels, ces capteurs garantissent le bon fonctionnement des équipements en surveillant les variations de température.
- **Capteurs de pression** : mesurent la pression des gaz ou des liquides, jouant un rôle crucial dans le contrôle des fluides et des systèmes industriels.
- **Capteurs de débit** : ils surveillent et régulent le débit de liquides ou de gaz dans les tuyaux et ils sont essentiels pour maintenir des processus fluides.
- **Capteurs de force** : utilisés dans diverses applications pour mesurer la force exercée sur un objet, ils sont essentiels pour garantir la qualité et la conformité des produits.
- **Capteurs de mouvement** : ces capteurs sont utilisés pour surveiller les mouvements, déclencher des fonctions automatisées et sont souvent associés à des systèmes d'alarme ou à la domotique pour améliorer la sécurité et l'efficacité énergétique.

- **Capteur électromagnétique** : détecte et mesure les champs électriques et magnétiques pour diverses applications, comme la détection de métaux ou le contrôle de position, en convertissant les variations en signaux électriques.



Figure 1.8 : Capteur électromagnétique.

- **Capteur de fin de course** : est un dispositif de détection qui détecte la position finale d'un objet ou d'une partie mobile dans une machine ou un système, généralement en activant un signal électrique ou mécanique lorsque la position désirée est atteinte, permettant ainsi de contrôler le mouvement ou de déclencher des actions.



Figure 1.9 : Capteur fin de course.

- **Capteurs de niveau :** est un dispositif électronique ou mécanique qui détecte et mesure le niveau d'un liquide, d'un solide en vrac ou d'un matériau en vrac dans un réservoir ou une cuve, fournissant ainsi une indication précise du niveau de remplissage ou de la quantité de matériau présent.



Figure 1.10 : Capteur de niveaux.

- **Capteur de pesage** : mesure le poids des objets en convertissant la force exercée sur une cellule de charge en un signal électrique.



Figure 1.11 : Capteur de pesage.

Ces capteurs sont cruciaux dans l'industrie car ils permettent de surveiller, contrôler et optimiser divers paramètres physiques, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité des produits, à la sécurité des opérations et à l'efficacité des processus industriels.

I.8 Pré-actionneur

Un pré-actionneur est un dispositif qui prépare ou conditionne un système ou un processus en vue de son activation ou de son déclenchement ultérieur. Il s'agit généralement d'un composant ou d'un mécanisme qui réalise une série d'actions préliminaires nécessaires avant qu'une action principale ne puisse être exécutée. Le rôle d'un pré-actionneur est de créer les conditions requises ou de mettre en place les éléments nécessaires pour faciliter le fonctionnement efficace d'un système ou d'un processus. Cela peut inclure la fourniture de pression, la mise en mouvement de composants ou la préparation de signaux électriques ou pneumatiques. En résumé, un pré-actionneur agit comme une étape préparatoire ou initiale pour permettre une action ou un processus ultérieur.

I.8.1 Distributeurs

Un distributeur de vérins est un composant pneumatique ou hydraulique utilisé pour contrôler le mouvement des vérins dans les systèmes de transmission de puissance. Il agit comme une valve directionnelle permettant de diriger le flux de fluide (air comprimé ou liquide hydraulique) vers les différents côtés du vérin pour provoquer son mouvement dans la direction souhaitée.

Les distributeurs de vérins sont équipés de différentes positions et de différents types de commandes, tels que les commandes manuelles, électriques, pneumatiques ou hydrauliques permettant de réguler précisément le débit et la direction du fluide pour contrôler le mouvement du vérin. Ils sont largement utilisés dans les applications industrielles et mobiles telles que les machines de production, les équipements de manutention, les véhicules, etc., où un contrôle précis du mouvement des vérins.



Figure 1.12 : Distributeur.

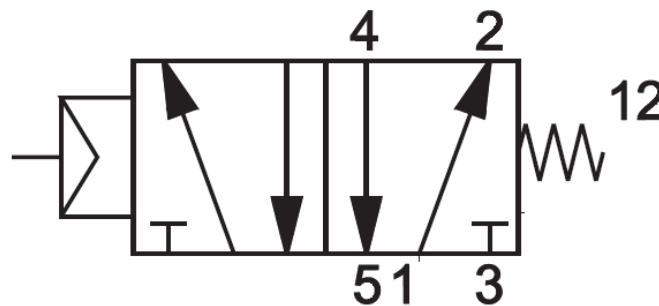


Figure 1.13 : Schéma de commande électrique d'un distributeur.

I.9 Actionneur

Les actionneurs sont des dispositifs qui reçoivent une source d'énergie, telle que l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique, et la transforment en mouvement ou en force physique. Ils jouent un rôle essentiel dans de nombreuses technologies modernes et divers domaines de l'ingénierie.

Les actionneurs pneumatiques transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique pour produire un mouvement linéaire (translation), rotatif (moteur) ou d'aspiration (ventouse). Leurs caractéristiques clés incluent la distance parcourue (course), la force générée et la rapidité d'exécution (vitesse).

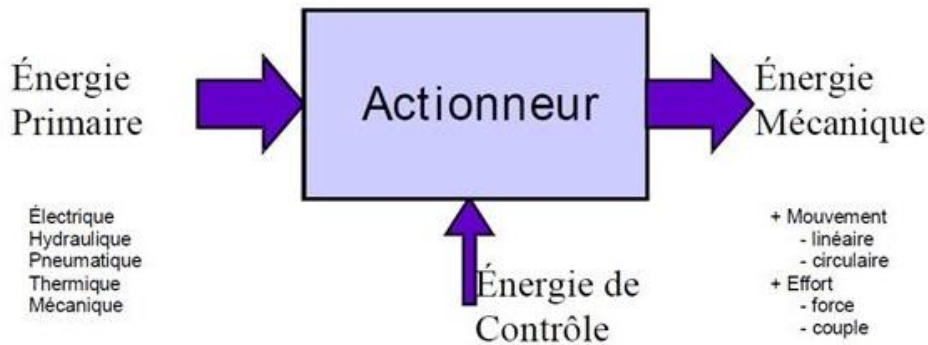


Figure 1.14 : Actionneur.

I.9.1 Définition d'un vérin

Un vérin est un dispositif mécanique conçu pour convertir l'énergie hydraulique ou pneumatique en mouvement linéaire. Il se compose généralement d'un cylindre dans lequel un piston se déplace sous l'effet de la pression exercée par un fluide (liquide ou gaz). Les vérins sont largement utilisés dans diverses applications industrielles pour effectuer des tâches telles que le levage, le serrage, le déplacement linéaire, etc. Ils sont essentiels pour la transmission de forces et de mouvements dans de nombreux systèmes mécaniques.

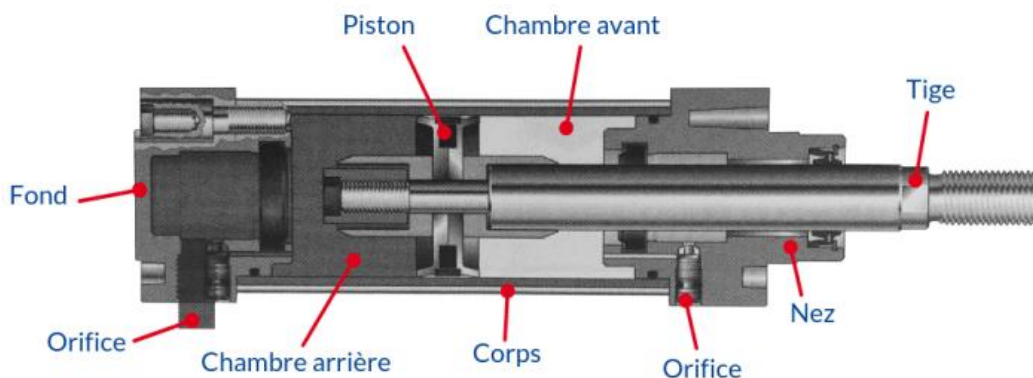


Figure 1.15 : Caractéristiques d'un vérin pneumatique.

I.9.1.1 Types de vérins pneumatiques

I.9.1.1.1 Vérin simple effet

Ce type de vérin permet un mouvement dans une seule direction.

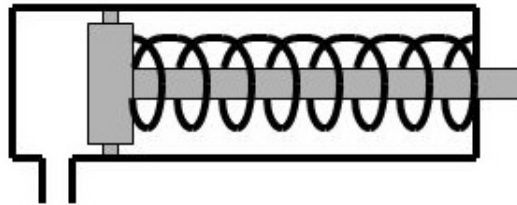


Figure 1.16 : Vérin simple effet (position rentré).

Avantages

- Economique.
- Faible consommation de fluide.

Inconvénients

- La course est fonction de la longueur du ressort. A course égale, les vérins simple effet sont plus long que les vérins double effet.
- La course des vérins simple effet ne dépassent généralement pas 100 mm, ce qui limite leur utilisation.

I.9.1.1.2 Vérin double effet

Les vérins double effet permettent un mouvement dans les deux directions, à la fois en poussant et en tirant.

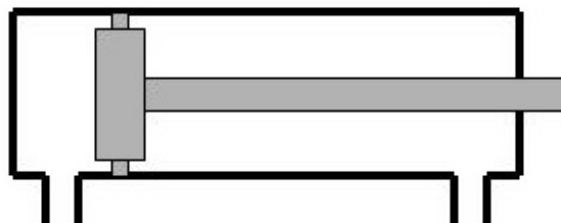


Figure 1.17 : Vérin double effet (position rentré).

Avantages

- Il offre une utilisation plus souple, car elle peut effectuer un travail dans les deux sens.
- Ses vis de réglage permettent le contrôle du débit à l'échappement et par conséquent le réglage de la vitesse de la tige.
- La fin de course peut être amorti ou non amorti.

Inconvénient

- Il est plus couteux.

I.9.1.1.3 Autres types de vérin pneumatique

- **Vérin rotatif** : il permet de convertir un mouvement linéaire en rotation autour d'un axe, utilisé pour des mouvements rotatifs dans diverses applications industrielles.
- **Vérin double tige** : vérin avec deux tiges de piston pour des forces équilibrées de poussée et de traction, souvent utilisé dans les machines de formage et les systèmes de levage.
- **Vérin télescopique** : ce vérin est équipé de plusieurs tiges emboîtées les unes dans les autres, ce qui lui permet de s'étendre et d'atteindre des objets situés à une distance relativement importante, jusqu'à dix mètres. [15]

I.9.1.2 Principe de fonctionnement d'un vérin pneumatique

Ce processus permet au vérin pneumatique de convertir l'énergie de l'air comprimé en mouvement linéaire. L'air comprimé (jusqu'à 10 bars pour un usage courant) est introduit dans l'une des chambres pour pousser un piston. En effet, cette énergie va déplacer la tige et évacuer ainsi l'air du corps du vérin présent dans l'autre chambre.

Pour obtenir l'effet inverse, il suffit alors d'inverser le procédé. Ce qui nous amène à parler du vérin simple effet qui ne fait que tirer ou pousser alors que le vérin double effet est en mesure d'effectuer les deux opérations. [16]



Figure 1.18 : Vérin pneumatique.

I.9.2 Vannes régulatrices

Les vannes régulatrices contrôlent automatiquement le débit des fluides (liquide, gaz, vapeur) dans un système, garantissant un fonctionnement optimal. [2]

Elles s'ajustent automatiquement pour maintenir des conditions idéales, améliorant ainsi l'efficacité et la fiabilité des processus. Leur automatisation permet une régulation précise en temps réel, réduisant ainsi le besoin de surveillance humaine constante, ce qui améliore la sécurité et la productivité. [17]



Figure 1.19 : Vanne régulatrice.

I.9.3 Les moteurs

un moteur est une machine électromécanique capable de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique. Ces moteurs ont la capacité d'être réversibles, ce qui implique qu'ils peuvent également générer de l'électricité lorsqu'ils sont actionnés mécaniquement dans le sens opposé. Les moteurs électriques sont largement utilisés dans divers domaines industriels. Il existe différents types de moteurs électriques, notamment les moteurs synchrones, asynchrones et pas à pas, chacun ayant des caractéristiques techniques spécifiques. On va se limiter à l'étude des moteurs asynchrone utilisés dans le système de pesage.

I.9.3.1 Les moteurs asynchrones

Les moteurs asynchrones sont les plus couramment utilisés dans l'industrie, car ils sont simples à construire, robustes et ils ne sont pas coûteux. Ils fonctionnent généralement avec un courant alternatif triphasé. Dans ces moteurs, le rotor et le stator fonctionnent de manière indépendante. Le stator, composé du bobinage, reste fixe, tandis que le rotor, bobiné en forme de cage d'écureuil, tourne à l'intérieur. [3]



Figure 1.20 : Moteur asynchrone.

I.9.3.1.1 Fonctionnement des moteurs asynchrones

Les moteurs asynchrones opèrent généralement sous une alimentation en courant alternatif triphasé, bien qu'ils puissent être adaptés pour fonctionner en courant monophasé en utilisant un condensateur. La vitesse de rotation de ces moteurs est influencée à la fois par le nombre de pôles du moteur et par la fréquence du réseau électrique, généralement 50 Hz dans de nombreuses régions. Pour inverser le sens de rotation d'un moteur asynchrone, il est nécessaire d'invertir deux des fils d'alimentation. Lors du démarrage, ces moteurs peuvent nécessiter un courant initial jusqu'à 4 à 8 fois supérieur à leur courant nominal, indiqué sur leur plaque signalétique. Pour atténuer ce pic de courant, une méthode courante est d'utiliser un démarrage étoile/triangle, qui implique un câblage externe au moteur pour réduire le courant de démarrage.

I.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents composants constituant la station de pesage.

Nous avons examiné en profondeur les divers composants de la station de pesage, comprenant notamment les capteurs, l'armoire de commande, les actionneurs, les pré-actionneurs, les vérins et les moteurs. Cette étude nous a permis de comprendre le rôle de chaque élément dans le processus de pesage et leur interaction dans le système de production.

CHAPITRE II

Description et présentation de la station de pesage

II.1 Introduction

La station de pesage est équipée de trois balances de types OCRIM. Ces balances sont très complexes de part leur composition et leur fonctionnement. Ce dernier est assuré par la complémentarité des parties électriques, mécanique et pneumatique.

Dans ce qui suit, nous allons faire une étude détaillée d'une station de pesage existante à l'entreprise MIS, tout en précisant son mode de fonctionnement.

II.2 Processus de production de la semoule

Avant d'arriver à la station de pesage sous forme de semoule, le blé des silos traverse les étapes que nous avons regroupées dans l'organigramme ci-dessous :

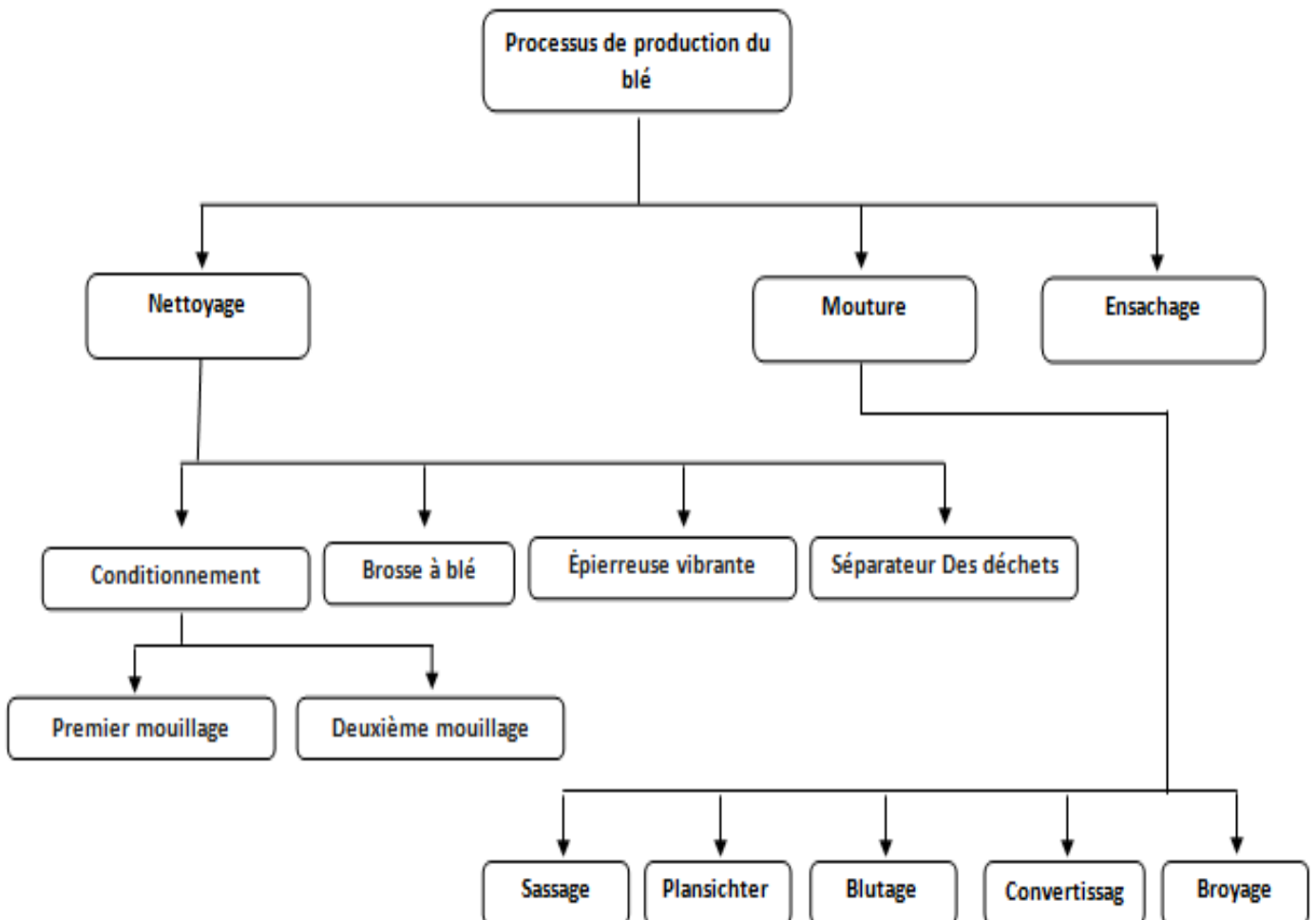


Figure 2.1 : Processus de transformation de la semoule.

II.2.1 Nettoyage

Le nettoyage du blé représente la première phase de production de semoule, il consiste à débarrasser le blé de ses impuretés et des poussières qu'il contient, et cela par l'intervention de plusieurs machines qui constituent le groupe nettoyeur. Ces machines effectuent en automatique un cycle de travail et chacune d'elles est commandé automatiquement dès l'introduction du blé dans la trémie jusqu'au moment où il est déchargé dans des cuves de repos. Parmi ces machines, nous citons:

- La trémie d'alimentation.
- Le transporteur à vis.
- Le tamis nettoyeur.
- Le tarare de tamis.
- La brosse à blé rotative horizontale.
- L'épierreuse vibrante.
- Le groupe filtre.

II.2.1.1 Séparateur des déchets

Il est composé de deux sas en acier avec forure. Le premier sas avec des trous larges fait passer le blé en arrêtant les impuretés volumineuses. Le deuxième avec des trous plus serrés, filtre les impuretés plus petites. Les deux sas sont autonettoyant ayant intercalé entre eux deux petites billes en caoutchouc qui maintien libre les trous. Les sas sont installés sur un plan incliné mis en mouvement par deux moteurs vibreur. Le produit descend par gravité et entre dans le tarare du tamis.

II.2.1.2 Épierreuse vibrante

Elle est équipée d'un ventilateur à recyclage d'air, et d'un plan incliné avec fond en grillage métallique(en acier), et d'un tiroir pour recueillir les caillasses.

Le ventilateur mis en dessous du plan incliné génère un flux d'air qui tient en suspension les céréales les fait descendre par la force de gravité dans le mouilleur, alors que les impuretés plus lourdes (caillasses) ne sont pas soulevés par le flux d'air, mais remonte le plan incliné poussé vers le haut par un mouvement vibratoire.

L'épierreuse vibrante permet de purifier le blé de sa pierraille et de ses impuretés les plus lourdes.

II.2.1.3 Brosse à blé

Elle est constituée de deux demi coque avec manteau en acier. Elle est équipée d'une série de batteurs inclinés de 30° et 45° et d'une trémie pour le ramassage des impuretés. La brosse tourne grâce à un moteur.

Le rôle de la brosse à blé est d'éliminer les plus petites impuretés et de préparer la partie externe du blé pour qu'il absorbe mieux l'eau durant la phase de préparation.

Elle permet également l'émiettement de corps étranger les plus fragiles, par auto frottement et de friction des grains entre le rotor et le manteau en acier, ainsi que l'élimination de la balle du blé, qui est l'enveloppe externe ligneuse du grain de la céréale.

II.2.1.4 Conditionnement

Le conditionnement du blé est une étape essentielle pour le bon déroulement de la mouture, il vise à modifier d'état physique des grains de manière à permettre la meilleure séparation possible au cours de la mouture entre l'album et amylose d'une part, les enveloppes, la couche à aleurone et le germe d'autre part.

- **Premier mouillage**

Le blé issu de nettoyage à sec possède une humidité initiale (H_i), passe par le premier mouillage intensif où il reçoit 2/3 de l'eau qu'il faut ajouter pendant 18 heures, puis il est déchargé dans une cellule de repos.

- **Deuxième mouillage**

Le blé extrait de la cellule de premier repos passe par le deuxième mouillage intensif où on ajoute le dernier 1/3 de la quantité d'eau qu'il faut incorporer au blé pendant 8 heures dans une cellule de repos.

II.2.2 Mouture

Pour subir la transformation en semoule, le blé passe par la section mouture qui est constituée des étapes suivantes :

II.2.2.1 Broyage

Le broyage mécanique a remplacé le travail des meules de pierre, des gros cylindres métalliques tournent à sens inverse, à vitesse différente, ils vont écraser les grains qui passent entre leurs dents, les grains passent donc 4 fois dans des cylindres de plus en plus rapprochés, aux cannelures de plus en plus fines.

II.2.2.2 Convertissage

Dans cette phase de la mouture, l'objectif est de réduire progressivement le diamètre des particules d'amande pour produire de la semoule fine en préservant la qualité de celle-ci. Pour atteindre ce but, on utilise des cylindres lisses.

II.2.2.3 Blutage

Cette opération permet la séparation des produits de mouture selon leur grosseur après des passages successifs dans un appareil à cylindre.

II.2.2.4 Plansichter

Le processus de plansichter consiste à une séparation de tamisage d'un produit granuleux sur une surface blutée en mouvement dans le but de réaliser des séparations en fonction de la taille des particules. La semoule est stockée dans les grands silos, et le refus va être recyclé.

II.2.2.5 Sassage

La semoule est faite de petites particules plus ou moins fines et plus ou moins lourdes, qu'il faut classer selon leur grosseur et leur densité. Elle passe sur les tamis très fin, animé d'un mouvement rapide dans leurs appareils spéciaux appelé des sasseurs. La semoule la plus lourde tombe, la plus légère est aspirée vers le haut par un courant d'air.

II.2.3 Ensachage

Représente l'opération finale, nos produits finis passent dans d'autres appareils où ils sont pesés et mis dans des sachets selon des techniques de pointe prêtes à être stockés ou livrés directement aux clients.

II.3 Transporteur à vis

Un transporteur à vis, ou convoyeur à vis, est un appareil de manutention de matériel en vrac qui utilise la rotation d'une vis à hélices pour déplacer la matière à l'intérieur d'une auge ou d'un tube. Le transporteur est utilisé pour le transport de liquides, de grains et de matière granuleuse. Dans les systèmes de manutention, le transporteur à vis est le plus utilisé pour déplacer de la matière horizontalement ou sur une pente faible mais parfois sur plusieurs mètres de longueur. Sa capacité décroît avec la pente appliquée. Il est d'utilité comparable aux bandes transporteuses qui réalisent néanmoins de plus longues distances. [18]

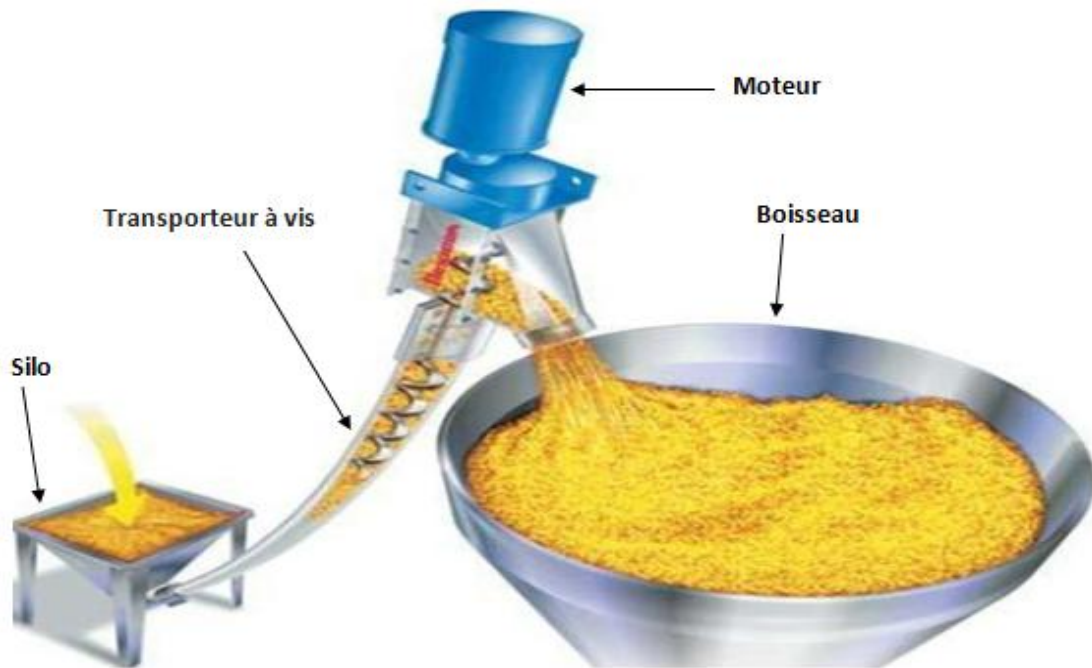


Figure 2.3 : Transporteur à vis.

II.4 Description de la station de pesage existante

la station de pesage est constituée de trois peseuses mécaniques WG 301, WG 302, WG 303. Elles ont une structure identiques mais le produit et le poids à peser diffère (25 KG, 10 KG, 5 KG). Chaque système contient trois distributeurs, trois vérins et un contre poids.

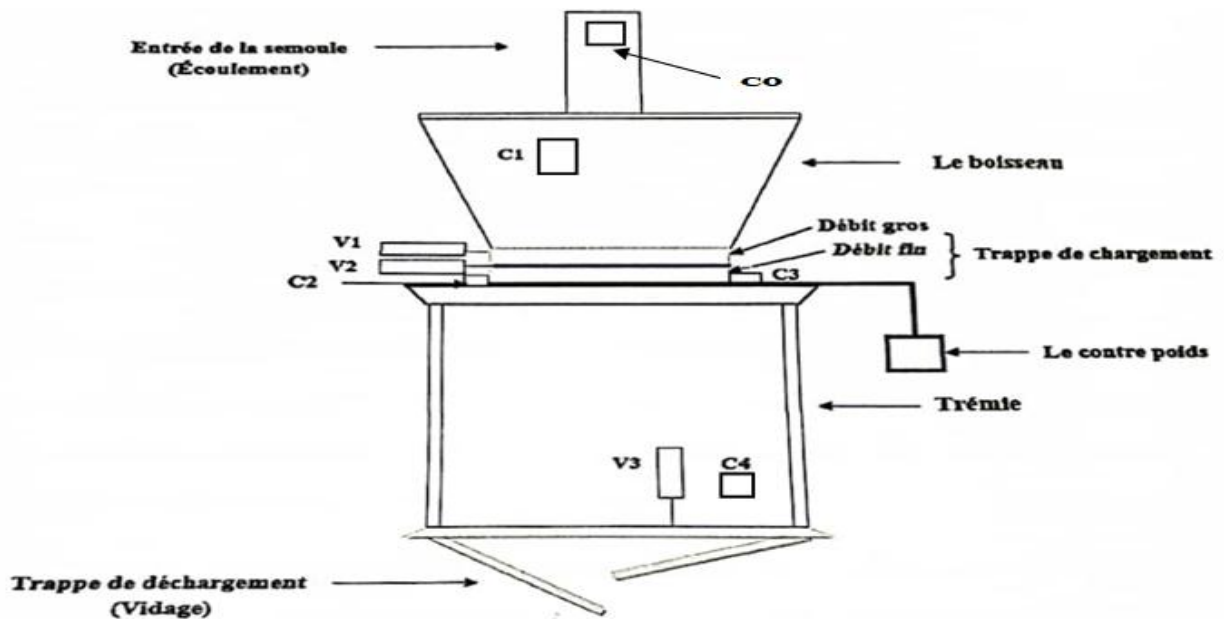


Figure 2.2 : Schéma de la balance WG 301.

- **Entrée de la semoule** : la semoule est introduite dans la station de pesage par un convoyeur à vis.
- **Le boisseau** : utilisé pour stocker de la semoule. Il est équipé d'un mécanisme de chargement pour contrôler le flux de matériaux.
- **Trappe de chargement** : Une ouverture contrôlée permettant d'ajouter de la semoule à la trémie, elle peut être ouverte ou fermée pour contrôler le processus de chargement.
- **Le contre poids** : est un dispositif utilisé pour équilibrer une charge, employé dans le système de pesage pour compenser le poids de la trémie vide ainsi que le poids de la semoule désirée à peser.
- **Trémie** : conçue pour stocker et décharger des matériaux en vrac, tels que la semoule, avec une ouverture supérieure pour le chargement des matériaux et une ouverture inférieure pour le déchargement. Les trémies sont largement utilisées dans divers secteurs industriels pour le stockage, le transport et le dosage de matériaux en vrac.
- **Trappe de déchargement** : Une ouverture contrôlée permettant de vider ou de décharger le contenu d'une trémie ou d'un réservoir. Elle peut être ouverte ou fermée pour contrôler le flux de matériaux sortant du système.

II.5 Description des capteurs de balance

- **Capteur C0** : c'est un capteur de niveau une fois que le niveau de la semoule arrive au niveau du capteur, une alarme se déclenche pour signaler la présence d'un blocage de la semoule dans le convoyeur et arrête immédiatement le moteur de la vis. Ce capteur a pour but de signaler un dysfonctionnement dans le système de pesage.
- **Capteur C1** : c'est un capteur de niveau haut, gère le remplissage de boisseau avec la vis lié au silo principal lorsque ce capteur est activé (boisseau rempli) le moteur de la vis s'arrête.
- **Capteur C2**: c'est un capteur de fin de course qui gère la fermeture du débit gros lors du chargement.
- **Capteur C3**: c'est un capteur électromagnétique qui gère la fermeture du débit fin et de l'ouverture de la trappe de déchargement après une certaine temporisation.
- **Capteur C4**: est un capteur de fin de course, qui une fois exécuté, gère la position de la trappe de déchargement (ouverture et fermeture) et la commande de l'ouverture du débit fin et du débit gros.

II.6 Description des actionneurs de la balance

Les vérins utilisés dans la station sont des vérins pneumatiques à double effet:

Vérin 1 : vérin qui s'occupe de l'ouverture et fermeture de la trappe du débit gros.

Vérin 2 : vérin qui s'occupe de l'ouverture et fermeture de la trappe du débit fin.

Vérin 3 : vérin qui s'occupe de l'ouverture et fermeture de la trappe de déchargement.

II.7 Fonctionnement de la station de pesage

- **C1=0 : non excité :**

Bon écoulement de la semoule de convoyeur vers le boisseau.

- **Vérin 1 et vérin 2 sont entrants :**

Début du chargement avec un débit maximal c'est-à-dire avec un débit gros et un débit fin. Au fur et à mesure que le poids de la semoule chargée augmente, la trémie de pesage cherche à atteindre l'équilibre avec le système de pesage mécanique de la balance (contre poids), une fois que la trémie est à 80 % du poids imposé, le capteur C2 s'excite (C2=1), le vérin 1 sort et le débit gros se ferme.

- **C2=1 et vérin 1 sortant :**

Continuité de l'écoulement avec un débit fin, la trémie de pesage descend progressivement pour atteindre le 100% du poids imposé où on trouve le point de l'équilibre réel de la trémie de pesage avec le contre poids, une fois que la trémie est à 100 % du poids imposé, le capteur C3 s'excite (C3=1), le vérin 2 sort et le débit fin se ferme.

- **Vérin 3 sortant :**

Lorsque le vérin V3 est sortant le produit se décharge, une fois la trémie est vide, le poids de mesure (contre poids) tire la trémie vers le haut pour rééquilibrer cette dernière avec le poids de mesure de la balance, En désexcitant le capteur du métal C3.

- **C3=0 fermeture de vérin 3 :**

Lorsque le capteur C3 =0, le capteur C4 est excité ce qui actionne l'ouverture des trappes de chargement débit fin et débit gros (V1 et V2 sont entrants) une fois que toutes les étapes précédentes sont réalisées, le cycle recommence à nouveau.

II.8 Automate de commande utilisé

la balance est commandée par un API de type OMRON, ce dernier est de type monobloc possédant 7 entrées et 11 sorties permettant l'échange de données en continu entre l'automate et les éléments du système de pesage.

II.9 Problématique

Actuellement, la station de pesage de l'entreprise MIS fonctionne en mode mécanique reposant sur des mécanismes de contrepoids et un automate OMRON obsolète. Cependant, cette configuration présente plusieurs inconvénients tel que :

- le manque de précision lors de l'opération de pesage.
- système lent, opération lente qui conduit à une perte de temps significative.
- le coût de maintenance et d'entretien sont élevés.
- L'absence de la pièce de rechange de l'automate OMRON sur le marché.
- L'inexistence de système de supervision et de commande à distance.

II.10 L'objectif de notre travail

Pour remédier à la problématique déjà exposé, nous proposons deux améliorations :

La première amélioration est le basculement de la commande des balances de l'API compact OMRON, actuellement basée sur une logique câblée, vers le système de contrôle de commande API Siemens S7-1200 (TIA Portal) qui utilise une logique programmée. Cette migration implique l'élimination des capteurs de fin de course et du mécanisme de contrepoids, qui seront remplacés par une cellule de pesage équipée d'un capteur analogiques. De plus, un nouvel automate modulaire de la gamme Siemens S7-1200 sera intégré. Cette amélioration vise à améliorer la précision du système par changement de système mécanique par un système électronique a laide de cellule de poids électronique qui donne un affichage en temps réel .

La deuxième amélioration consiste à remplacer les trappes de chargement du débit gros et fin par une vanne proportionnelle contrôlée par l'automate. Cette vanne s'ouvrira et se fermera de manière proportionnelle en fonction du poids désiré, ce qui permettra d'optimiser le processus de chargement et de garantir un meilleur contrôle du flux de matière.

II.11 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord présenté le fonctionnement global de la station de pesage existante en précisant les défaillances majeures du système mécanique (contre poids), ensuite, nous exposons les deux améliorations à apporter pour remédier aux problèmes rencontrés lors de l'opération de pesage, ces dernières nous permettront d'assurer un meilleur fonctionnement et un meilleur rendement.

Le chapitre suivant sera consacré à la modélisation du système en utilisant l'outil GRAFCET qui nous permettra le passage de cahier de charges fonctionnel à un langage d'implantation opérationnel.

CHAPITRE III

Modélisation de la station de pesage à l'aide de GRAFCET

III.1 Introduction

La modélisation des systèmes est une étape très importante dans les processus des automatismes industriels. Elle consiste à traduire un cahier des charges, élaboré en fonction des relations existantes entre la partie commande et la partie opérative et des conditions d'utilisation et de fonctionnement, en une forme simple permettant de passer facilement à la programmation de l'automatisme.

Dans ce chapitre, et dans le but de modéliser le fonctionnement de notre système, nous avons opté pour l'utilisation de l'outil GRAFCET.

III.2 Généralités sur le GRAFCET

III.2.1 Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un diagramme fonctionnel utilisé pour représenter de manière graphique les différents états et transitions dans l'évolution d'un système automatisé, en conformité avec un cahier des charges. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un unique outil de dialogue entre toute les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatisé. En décrivant le comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, le GRAFCET établit un lien essentiel entre la partie opérative et la partie commande. [4]

Ce mode de représentation est indépendant de la technologie utilisée dans l'automatisme, et traduit d'une façon cohérente le cahier de charge de l'automatisme. [5]

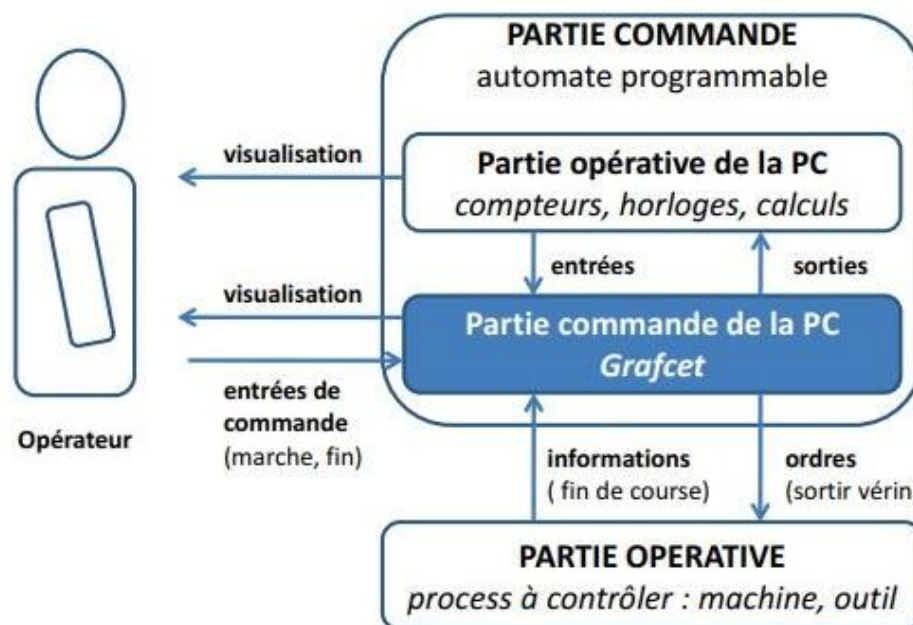


Figure 3.1 : Fonctionnement du GRAFCET.

III.2.2 Les éléments de base d'un GRAFCET

- Les étapes associées à des actions.
- Les transitions associées à des réceptivités.
- Les liaisons orientées reliant étapes et transitions.

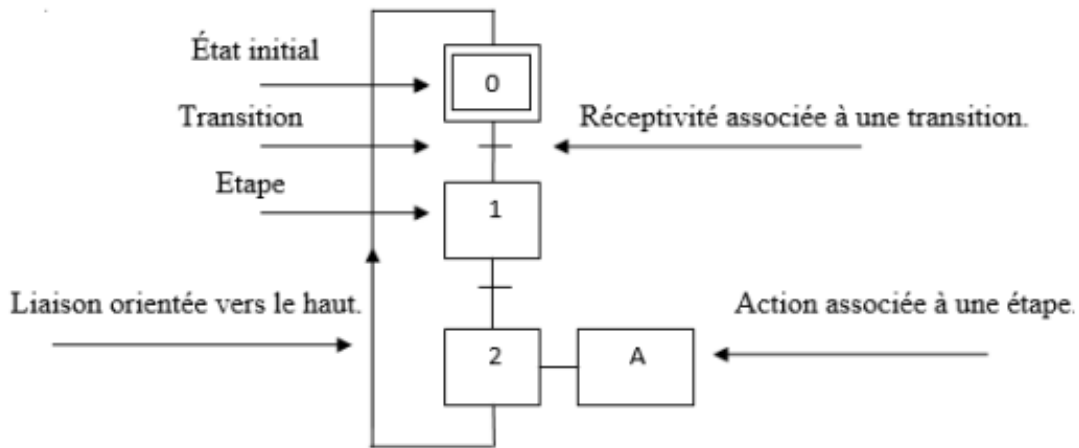


Figure 3.2 : Les éléments du GRAFCET.

III.2.2.1 Les étapes

- **Etape initiale** : Elle caractérise l'état du système au début du fonctionnement.

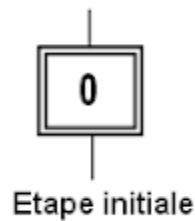


Figure 3.3 : Etape initial.

- **Etape** : Elle correspond à un comportement stable du système. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape on peut associer une ou plusieurs actions.

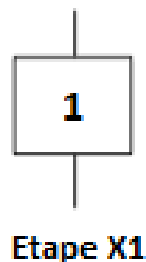


Figure 3.4 : Etape.

III.2.2.2 Les Transitions

- **Transition** : Elle indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. Chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

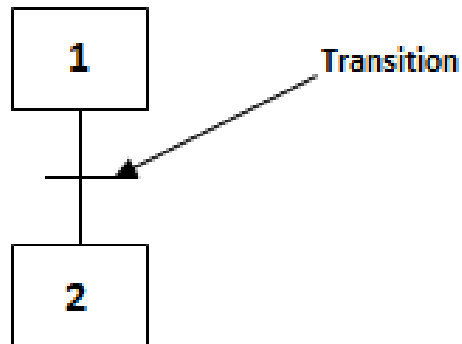


Figure 3.5 : Transition.

- **Réceptivité** : Elle est la condition logique pour l'évolution du GRAFCET. Si la réceptivité est vraie (=1) le cycle peut évoluer, donc les transitions indiquent les possibilités d'évolutions entre deux étapes, qui sera accomplie par le franchissement de cette transition. Les réceptivités proviennent du pupitre de commande, des fins de courses ou d'information provenant de la partie opérative.

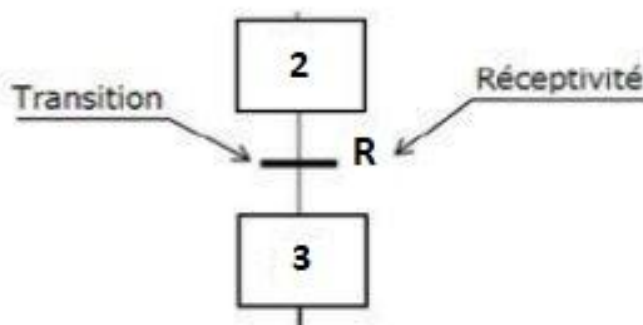


Figure 3.6 : Réceptivité.

III.2.2.3 Les liaisons orientées reliant étape et transition

- **Liaisons orientées** : Le GRAFCET se lit de haut en bas, autrement il est nécessaire d'indiquer son évolution avec des liaisons orientées constituées de flèche indiquant le sens.

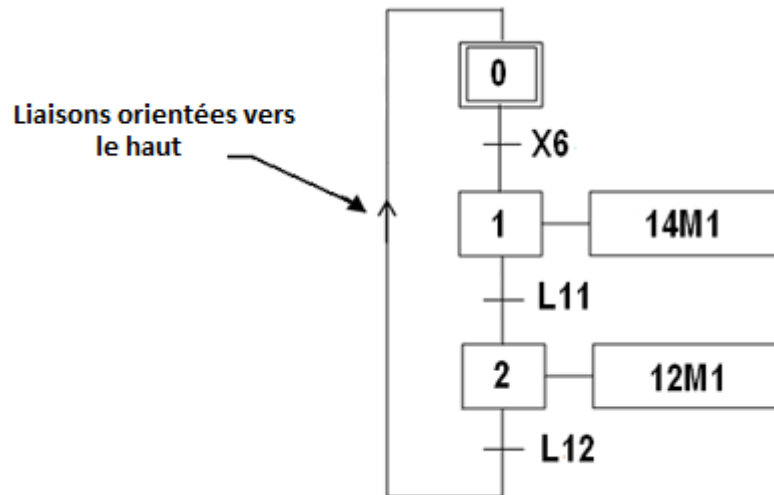


Figure 3.7 : Liaisons orientées.

- **Action associée à une étape** : L'action est associée à une étape, elle est active lorsque le cycle est arrivé à cette étape. Il est possible de définir les actions conditionnelles, temporisé. (Électrovanne, vérin, enclenchement d'un contacteur...).

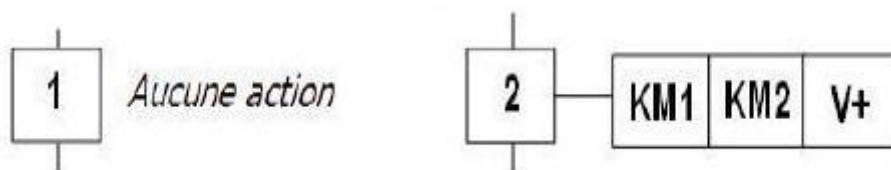


Figure 3.8 : Action associé à une étape.

III.2.3 Les structures du GRAFCET

On distingue quatre structures pour un GRAFCET :

III.2.3.1 Structure linéaire

Le début du GRAFCET est constitué d'une suite d'étape qui peuvent être activé les unes après les autres. Cette suite d'étape est appelée une séquence unique.

Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chacune d'elle n'est validée que par une seule étape.

La séquence est dite active si au moins une des étapes est active. Elle est dite inactive si toutes les étapes sont inactives.

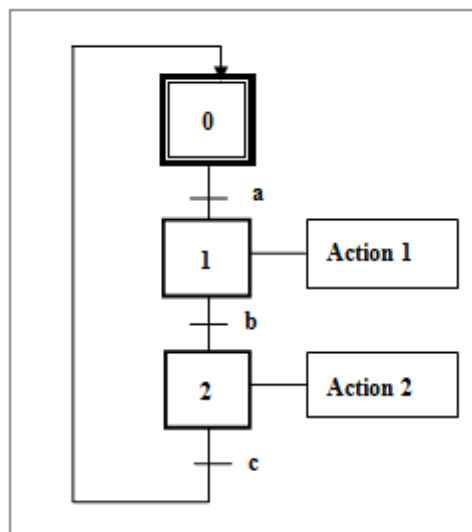


Figure 3.9 : Structure linéaire du GRAFCET.

III.2.3.2 Séquences alternatives (Convergence et divergence en OU)

L'Aiguillage ou divergence en OU est une structure qui illustre le choix entre deux ou plusieurs séquences possibles. On rencontre aussi la convergence en OU lorsqu'une séquence peut être activée par deux ou plusieurs séquences possibles.

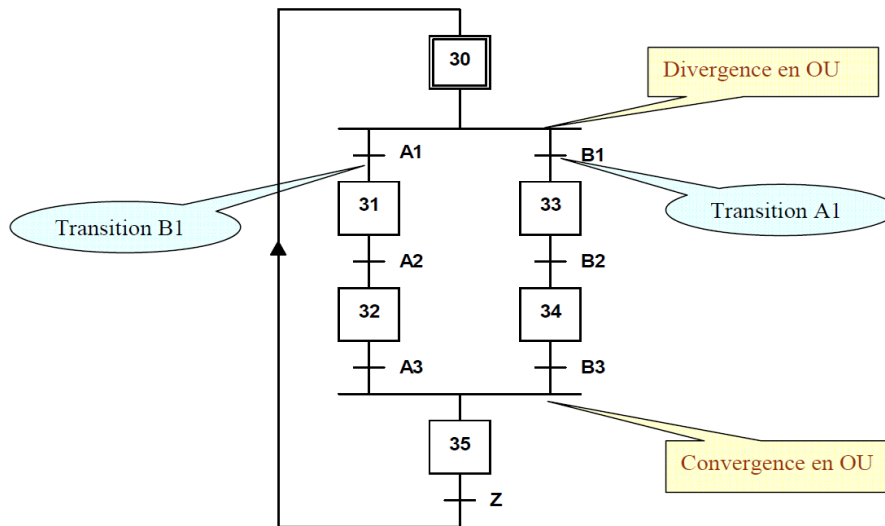


Figure 3.10 : Convergence et divergence en OU.

- **Dans la divergence en OU:** l'étape (30) est active cela permet de passer par l'étape (31) ou bien par l'étape (33) selon les réceptivités (A1) et (B1). D'après les règles des GRAFCET, si les étapes (31) et (33) sont simultanément activées, l'étape (30) sera désactivée.
- **Dans la Convergence en OU:** l'étape (35) peut être activée soit par la voie de l'étape (32) soit par l'intermédiaire de l'étape (34).

III.2.3.3 Séquences simultanées (convergence et divergence en ET)

La divergence en ET traduit l'exécution simultanée de deux actions, donc on se trouve en présence d'un parallélisme. Dans le cas de convergence en ET plusieurs actions en parallèle doivent s'achever pour réaliser la suite.

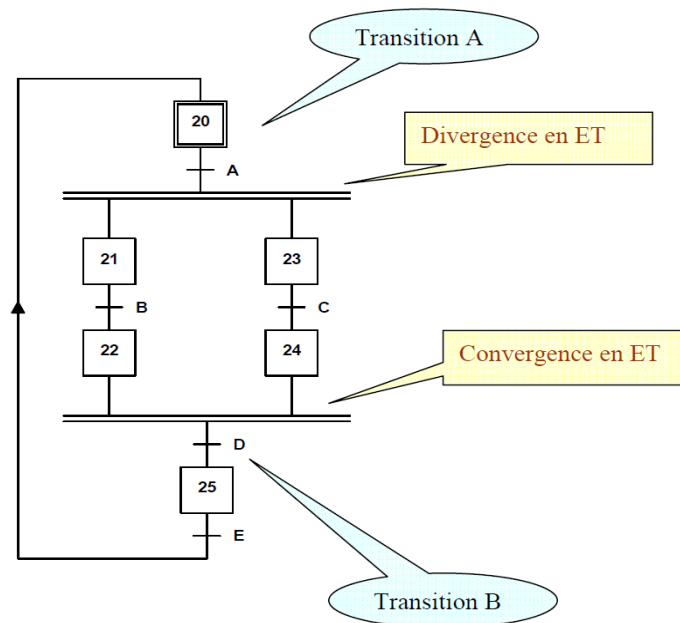


Figure 3.11 : Convergence et divergence en ET.

- **Dans la divergence en ET** : si la transition (A) est franchissable, l'étape (20) sera désactivée, les étapes (21) et (23) seront activées simultanément.
- **Dans la convergence en ET** : cette structure permet d'attendre la fin des étapes (22) et (24), pour continuer par une seule étape (25).

III.2.3.4 Sauts d'étapes et reprise d'étapes

Saut d'étapes et reprise d'étapes sont deux formes particulières de séquences alternatives. Le saut d'étape permet d'éviter l'exécution de certaines étapes. La reprise d'étape permet d'exécuter à nouveau un ensemble d'actions.

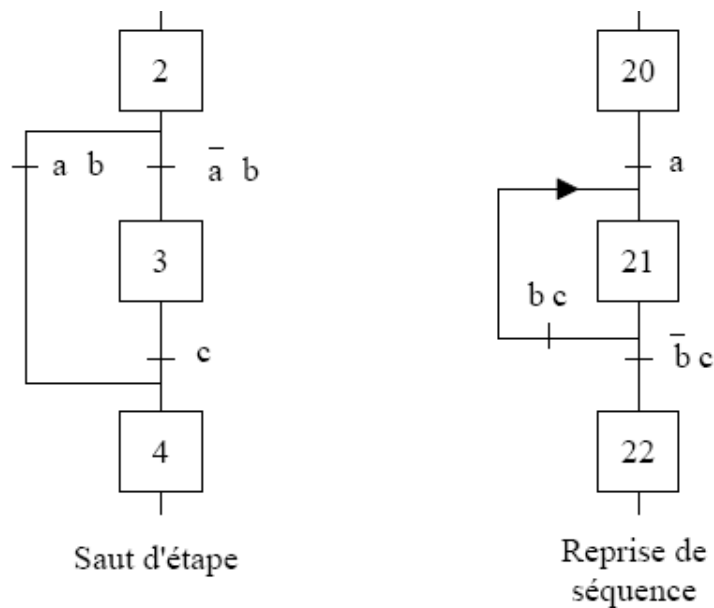


Figure 3.12 : Saut d'étape et reprise d'étapes.

III.3 Mise en équation d'un GRAFCET en programme API

Vu que c'est rare de trouver un automate se programmant en GRAFCET, nous allons établir une méthode pour traduire le modèle GRAFCET en programme API. La plupart des automates sont programmés en langage LADDER, et il est essentiel pour chaque automaticien de bien maîtriser ce langage.

La mise en équation sera introduite avec la séquence suivante :

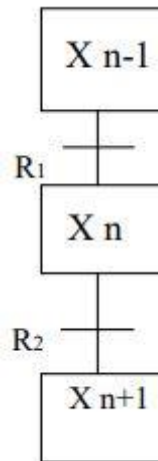


Figure 3.13 : Mise en équation.

Chaque étape du GRAFCET peut être représentée par l'équation suivante:

$$X_n = (X_{n-1} \cdot R_n + X_n) \cdot \bar{X}_{n+1}$$

Annotations de l'équation :

- Réceptivité (n) est vraie** : pointe vers R_n
- étape (n+1) est non active** : pointe vers \bar{X}_{n+1}
- étape (n-1) est active** : pointe vers X_{n-1}
- Mémorisation de l'étape (n)** : pointe vers X_n

Figure 3.14 : équations d'activation.

Et Pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit active.
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie.
- L'étape immédiatement suivante soit non active.
- Après activation l'étape mémorise son état.

III.4 Les niveaux du GRAFCET

Il existe trois niveaux de GRAFCET :

III.4.1 GRAFCET niveau 1

Ce niveau de GRAFCET offre une représentation préalable complète du système automatisé. Au niveau 1, il coordonne les données et les actions, décrivant les actions de base et les séquences principales. Son objectif est de décrire fonctionnellement le système et de définir les actions à entreprendre par la partie de commande en réponse aux données de la partie opérative. Ces réponses sont décrites en langage naturel plutôt qu'en abréviations techniques.

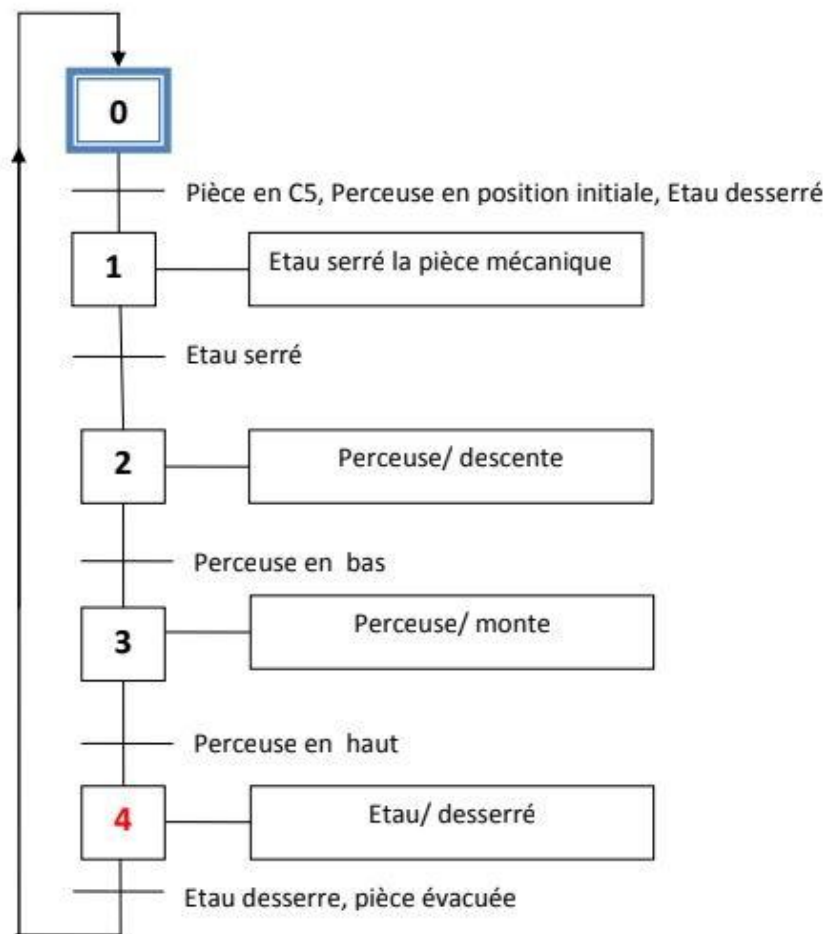


Figure 3.15 : GRAFCET niveau 1.

III.4.2 GRAFCET niveau 2

Ce niveau de GRAFCET propose des séquences complexes, une surveillance détaillée et des interactions externes, offrant ainsi une vision approfondie du contrôle du système. Il prend en compte les choix technologiques de la partie de commande, notamment les dispositifs utilisés. Les actions et les réceptivités sont présentées sous forme d'abréviations. Il repose sur la technologie des actionneurs et des capteurs pour définir le comportement de la partie de commande d'un système automatisé.

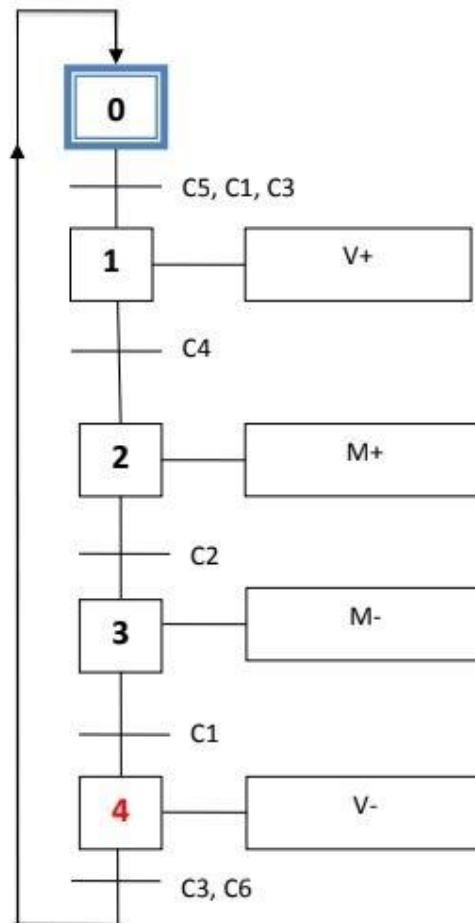


Figure 3.16 : GRAFCET niveau 2.

III.4.3 GRAFCET niveau 3

Le GRAFCET niveau 3 utilise le matériel disponible tel que les automates programmables, les contacteurs, les boutons poussoirs, etc., pour créer la partie de commande. Dans ce niveau, on se concentre sur la programmation des automates programmables en utilisant des langages comme le langage LADDER, où les entrées sont représentées par des adresses telles que I0.0 et les sorties par Q0.0.

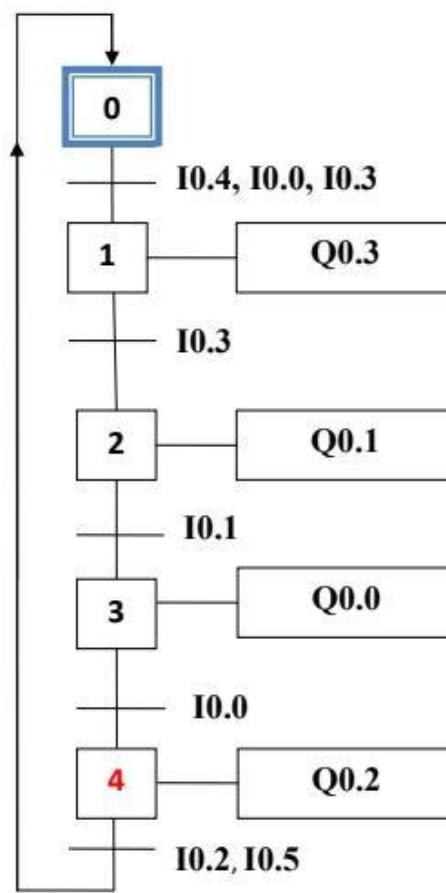


Figure 3.17 : GRAFCET niveau 3.

III.5 Les avantages du GRAFCET

Parmi les avantages du GRAFCET:

- Il est indépendant de la matérialisation technologique.
- Il traduit de façon cohérente le cahier des charges.
- Il est bien adapté aux systèmes automatisés.

Vu les avantages du GRAFCET, nous allons dans ce qui suit utiliser le GRAFCET niveau 2 pour modéliser la station de pesage étudiée dans ce travail.

III.6 Modélisation du système par le GRAFCET**III.6.1 Table des variables**

Nom	Type de variable	Commentaire
BDCY	Entrée	Le bouton départ cycle démarre tout les trois stations en même temps
BM1	Entrée	bouton marche de la station de pesage 25 KG
BM2	Entrée	bouton marche de la station de pesage de 10 KG
BM3	Entrée	bouton marche de la station de pesage de 5 KG
CV1	Sortie	le convoyeur a vice 1 de la station de pesage de 25 KG
CV2	Sortie	le convoyeur a vice 2 de la station de pesage de 10 KG
CV3	Sortie	le convoyeur a vice 3 de la station de pesage de 5 KG
VA1	Sortie	la vanne analogique 1 de la station de pesage de 25 KG
VA2	Sortie	la vanne analogique 2 de la station de pesage de 10 KG
VA3	Sortie	la vanne analogique 3 de la station de pesage de 5 KG
V1	Sortie	le vérin de déchargement 1 de la station de pesage de 25 KG
V2	Sortie	le vérin de déchargement 2 de la station de pesage de 10 KG
V3	Sortie	le vérin de déchargement 3 de la station de pesage de 5 KG
AR1	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 25 KG
AR2	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 10 KG
AR3	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 5 KG
ART	Entrée	bouton d'arrêt total de toutes les stations
CP1	Entrée	Capteur de poids 1 de la station de 25 KG
CP2	Entrée	Capteur de poids 2 de la station de 10 KG
CP3	Entrée	Capteur de poids 3 de la station de 5 KG
C0	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 1 de la station de 25 KG
C1	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 25 KG

C2	Entrée	Capteur du vérin déchargement 1 de la station de 25 KG
C3	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 2 de la station de 10 KG
C4	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 10 KG
C5	Entrée	Capteur du vérin déchargement 2 de la station de 10 KG
C6	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 3 de la station de 5 KG
C7	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 5 KG
C8	Entrée	Capteur du vérin déchargement 3 de la station de 5 KG

III.6.2 Fonctionnement du système de pesage après l'automatisation

Pour démarrer les trois stations en même temps, on appuie sur le bouton départ cycle (BDCY)

- Pour démarrer la station de pesage de 25 KG, on appuie sur le bouton marche 1 (BM1) et le convoyeur à vice 1 (CV1) se met en marche.
 Lorsque la balance 1 est vide le capteur de poids 1 (CP1 = 0 KG), la vanne 1 (VA1) s'ouvre totalement (ouverture à 100%).
 Une fois la balance 1 atteint 80% de la consigne, le capteur de poids 1 (CP1 = 20 KG), la vanne 1 (VA1) s'ouvre à 20% .
 Lorsque la balance 1 atteint 100% de la consigne, le capteur de poids 1 (CP1 = 25 KG), La vanne 1 (VA1) se ferme.
 Dès que la vanne 1 (VA1) ferme, un temporisateur de 2 seconde s'active et le vérin de déchargement 1 (V1) s'ouvre jusqu'au déchargement total (balance 1 vide) et le capteur de poids 1 (CP1 = 0 KG). Ainsi le vérin de déchargement 1 (V1) se ferme, et le cycle recommence.

Dans le cas d'un appuie sur le bouton d'arrêt de la station de pesage de 25 KG (AR1), le convoyeur à vice 1 (CV1) se désactive, la vanne 1 (VA1) et le vérin de déchargement 1 (V1) se ferment.

En cas d'activation des capteurs C0 ou C1, le convoyeur à vice 1 (CV1) se désactive. Pour que le cycle recommence, il faut la désactivation des capteurs C0 et C1.

- Pour démarrer la station de pesage de 10 KG, on appuie sur le bouton marche 2 (BM2) et le convoyeur à vice 2 (CV2) se met en marche.
Lorsque la balance 2 est vide le capteur de poids 2 (CP2 = 0 KG), la vanne 2 (VA2) s'ouvre totalement (ouverture à 100%).
Une fois la balance 2 atteint 80% de la consigne, le capteur de poids 2 (CP2 = 8 KG), la vanne 2 (VA2) s'ouvre à 20% .
Lorsque la balance 2 atteint 100% de la consigne, le capteur de poids 2 (CP2 = 10 KG), La vanne 2 (VA2) se ferme.
Dès que la vanne 2 (VA2) ferme, un temporisateur de 2 seconde s'active et le vérin de déchargement 2 (V2) s'ouvre jusqu'au déchargement total (balance 2 vide) et le capteur de poids 2 (CP2 = 0 KG). Ainsi le vérin de déchargement 2 (V2) se ferme, et le cycle recommence.

Dans le cas d'un appuie sur le bouton d'arrêt de la station de pesage de 10 KG (AR2), le convoyeur à vice 2 (CV2) se désactive, la vanne 2 (VA2) et le vérin de déchargement 2 (V2) se ferment.

En cas d'activation des capteurs C3 ou C4, le convoyeur à vice 2 (CV2) se désactive.
Pour que le cycle recommence, il faut la désactivation des capteurs C3 et C4.

- Pour démarrer la station de pesage de 5 KG, , on appuie sur le bouton marche 3 (BM3) et le convoyeur à vice 3 (CV3) se met en marche.
Lorsque la balance 3 est vide le capteur de poids 3 (CP3 = 0 KG), la vanne 3 (VA3) s'ouvre totalement (ouverture à 100%).
Une fois la balance 3 atteint 80% de la consigne, le capteur de poids 3 (CP3 = 4 KG), la vanne 3 (VA3) s'ouvre à 20% .
Lorsque la balance 3 atteint 100% de la consigne, le capteur de poids 3 (CP3 = 5 KG), La vanne 3 (VA3) se ferme.
Dès que la vanne 3 (VA3) ferme, un temporisateur de 2 seconde s'active et le vérin de déchargement 3 (V3) s'ouvre jusqu'au déchargement total (balance 3 vide) le capteur de poids 3 (CP3 = 0 KG). Ainsi le vérin de déchargement 3 (V3) se ferme, et le cycle recommence.

Dans le cas d'un appuie sur le bouton d'arrêt de la station de pesage de 5 KG (AR3), Le convoyeur à vice 3 (CV3) se désactive, la vanne 3 (VA3) et le vérin de déchargement 3 (V3) se ferment.

En cas d'activation des capteurs C6 ou C7, le convoyeur à vice 3 (CV3) se désactive.
Pour que le cycle recommence, il faut la désactivation des capteurs C6 et C7.

Dans le cas d'un appuie sur le bouton d'arrêt d'urgence total (ART), entrainera l'arrêt total du système (arrêt des trois stations de pesage).

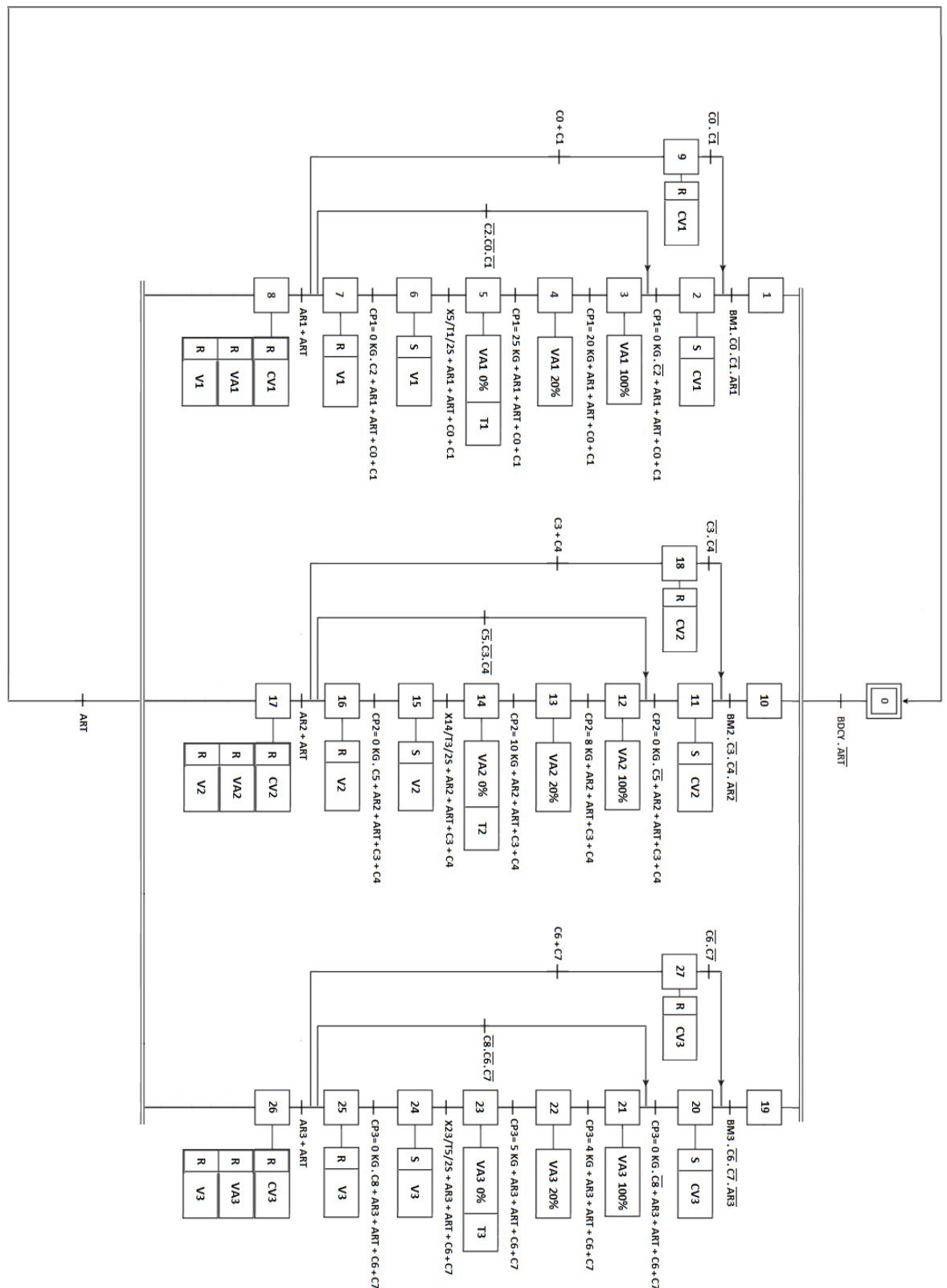


Figure 3.18 : GRAFCET du système de pesage niveau 2.

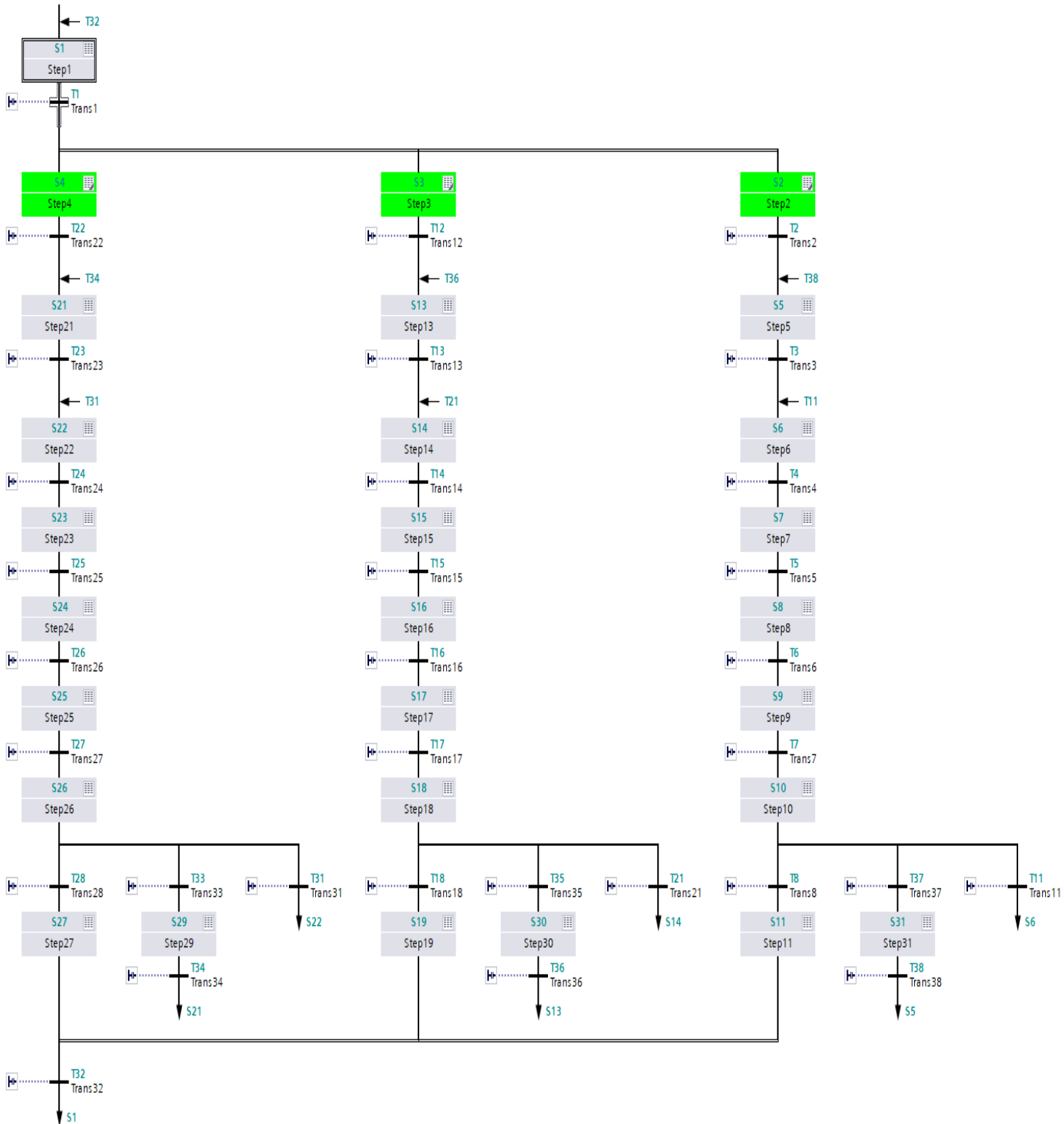


Figure 3.19 : GRAFCET du système de pesage sous TIA Portal.

III.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'abord donné les notions fondamentales de l'outil de modélisation GRAFCET. Ensuite, nous avons présenté le fonctionnement du système de la station de pesage de l'entreprise MIS.

En dernier, nous avons traduit le fonctionnement du système de la station de pesage sous forme d'un GRAFCET niveau 2.

L'élaboration de l'analyse fonctionnelle GRAFCET de la station de pesage rend le passage de la description à modélisation ce qui nous facilitera la programmation du système sous le logiciel TIA PORTAL V16, ainsi que sa supervision, lequel sera abordé dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV

Programmation et supervision de la station de pesage sous TIA Portal

IV.1 Introduction

L'automatisation et la supervision d'une station de pesage permet de remplacer l'homme dans les tâches opérationnelles. Ce chapitre se focalisera sur l'automatisation et la simulation virtuelle à travers la plateforme du logiciel TIA Portal qui facilite la réalisation matérielle et intègre des améliorations constantes. L'objectif est d'optimiser le temps, d'augmenter la production et d'améliorer la précision. Cet équilibre entre quantités, temps et précisions est essentiel pour la réussite industrielle.

Le principal objectif de notre projet est de développer un programme et une supervision via le logiciel "TIA Portal", pour automatiser une station de pesage au sein de l'entreprise MIS (Moulin Industriel Sebaou). Nous prévoyons ensuite de tester ce programme sur un automate programmable industriel S7-1200 afin de garantir son bon fonctionnement. De plus, nous envisageons la mise en place d'une supervision afin de contrôler et suivre le fonctionnement de système en temps réel.

IV.2 Automate Programmable Industriel (API)

Un Automate Programmable Industriel (API), également connu sous le nom de Programmable Logic Controller (PLC) en anglais, est un type spécifique d'ordinateur conçu pour automatiser des processus industriels. Il est robuste, réactif et équipé d'entrées et de sorties physiques pour interagir avec le monde réel. Les API sont largement utilisés pour contrôler des machines sur des lignes de production dans les usines ou pour gérer des systèmes de manutention automatique. Contrairement aux anciens systèmes automatisés qui utilisaient de nombreux relais et cames, un seul automate programmable peut souvent suffire. Les programmeurs spécialisés dans la programmation des API sont appelés des automaticiens. [14]

Les premiers automates programmables industriels (API) ont été conçus en 1969 et depuis lors, leur utilisation s'est généralisée. Ils se présentent sous forme de petites unités autonomes avec environ vingt entrées-sorties numériques, ou bien sous forme de systèmes modulaires adaptés à des configurations avec de nombreuses entrées-sorties, qu'elles soient analogiques ou numériques, et équipés de modes de régulation PID (Proportionnel, Intégral et Dérivé). Ces API, sont largement employées dans l'automatisation de processus industriels tels que l'usinage, la manutention, l'assemblage automatique et le conditionnement. Toutefois, pour des tâches d'automatisation plus simples comme un lave-linge domestique, des solutions moins coûteuses sont généralement privilégiées. Dans des contextes où les exigences sont élevées, comme dans le contrôle de vol d'un avion, les ordinateurs sont souvent préférés en raison de leur capacité à exécuter des calculs complexes à grande vitesse. [1]



Figure 4.1 : Un Automate Programmable Industriel (API) de type Siemens.

IV.2.1 Les différents modules fonctionnels d'un automate programmable

- **Module de traitement de données :** responsable de l'exécution du programme logique ou de commande préalablement chargé dans l'automate. Il assure le traitement des informations et la prise de décision en fonction des instructions programmées.
- **Module d'entrées/sorties (E/S) :** permet la connexion avec les capteurs et les actionneurs du système. Les entrées captent les informations provenant du processus (température, pression, etc.), tandis que les sorties envoient les commandes aux actionneurs (moteurs, vannes, etc.).
- **Module de communication :** facilite la communication avec d'autres automates programmables, ordinateurs, périphériques ou systèmes de supervision. Il peut utiliser différents protocoles de communication comme Modbus, Profibus, Ethernet/IP, etc.
- **Module de gestion de l'alimentation :** fournit une alimentation stable et sécurisée à l'ensemble de l'automate et de ses composants. Il peut intégrer des dispositifs de protection contre les surtensions, les courts-circuits, etc.
- **Module de stockage :** contient la mémoire de l'automate où sont enregistrés les programmes, les données de configuration, les paramètres de fonctionnement, etc.

- **Module d'interface utilisateur** : permet aux opérateurs de configurer, surveiller et contrôler le fonctionnement de l'automate. Il peut inclure des écrans, des boutons, des voyants lumineux, des interfaces tactiles, etc.
- **Module de sécurité** : intègre des fonctionnalités de sécurité telles que des dispositifs d'arrêt d'urgence, des systèmes de verrouillage, des contrôles d'accès, etc., pour garantir la sécurité des opérateurs et la protection du système.
- **Module de diagnostic et de dépannage** : permet la surveillance en temps réel de l'état de fonctionnement de l'automate et de ses composants. Il peut générer des alertes en cas de dysfonctionnement et faciliter le processus de dépannage.

IV.2.2 Le rôle d'un automate programmable dans les systèmes automatisés industriels

Les automates programmables industriels API jouent un rôle fondamental dans l'automatisation des processus de production. Un API est capable de diriger un système de production en fonction d'un programme stocké dans sa mémoire. Sa polyvalence explique sa large utilisation, souvent dans des environnements industriels, où il constitue le noyau de la partie commande des systèmes automatisés.

IV.2.3 Fonctions principales de l'automate

Il interagit avec les autres composants du système via ses interfaces d'entrée-sortie. De nombreux API disponibles sur le marché sont équipés d'un moniteur d'exécution mono-tâche, mais de plus en plus de fabricants proposent des modèles prenant en charge le multitâches et les interruptions pour améliorer les performances. Dans un API cyclique, le programme s'exécute en boucle continue, effectuant successivement ces actions suivantes :

- Acquisition des entrées,
- Exécution du programme
- Affectation des sorties.
- Contrôle des opérations
- Automatisation des tâches répétitives
- Intégration dans les systèmes
- Surveillance et diagnostic

IV.2.4 Avantages des automates programmables

- Ils simplifient les modifications car elles sont mises en œuvre de façon logicielle et non pas par des solutions matérielles plus complexes,
- La modification du programme à effectuer dans un API est facile par rapport à une logique câblée.

- Ils sont plus robustes et plus fiables en raison d'un nombre de composants mécaniques moindre.
- Possibilité de gérer des tâches parallèles.
- Ils sont simples à programmer et leur langage de programmation d'apprentissage est facile. il existe des langages ne nécessitant quasiment aucune connaissance en programmation comme le langage Ladder.
- Ils sont plus compacts.
- Ils exigent une maintenance moindre.
- Ils sont plus rapides.
- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit.
- Les interfaces des entrées et des sorties sont intégrées à l'automate. Les API au format modulaire peuvent être facilement étendus pour recevoir un plus grand nombre d'entrées-sorties.
- Ils sont d'une fiabilité supérieure et moins aux sujets du dysfonctionnement.

IV.2.5 Les inconvénients

- Le coût élevé du matériel (API).
- La maintenance doit être structurée.

IV.2.6 Critères de choix

Plusieurs critères existent pour le choix d'un API, en citant :

- **Nombre d'entrées / sorties** : possibilités d'extension.
- **Coût** : le S7-1200 est souvent plus économique à la fois en termes de matériel et de logiciel.
- **Interfaces de communication intégrées** : PROFIBUS DP, PROFINET, MPI, etc. Facilite son intégration dans les réseaux industriels modernes une prise en charge plus étendue des protocoles et des fonctionnalités de communication avancées.
- **Type de processeur** : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- **Fonctions ou modules spéciaux** : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- **Facilité d'utilisation** : le S7-1200 est généralement considéré comme plus convivial en termes de programmation et de mise en service, ce qui le rend idéal pour les utilisateurs moins expérimentés ou pour les applications où la simplicité est essentielle.
- **Simplicité de programmation** qui offre un langage destiné à l'automaticien suivant la norme IEC 61131.

IV.2.7 L'automate Siemens S7-1200

Le système d'automatisation SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire et compact de milieu de gamme. Fabriqué par SIMENS, L'automate programmable S7-1200 offre la flexibilité et la capacité de contrôler une grande variété d'appareils pour diverses tâches d'automatisation, et une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées font de cet automate un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète.

IV.3 Logiciel TIA Portal

Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est une plateforme logicielle développée par Siemens pour la mise en service et la maintenance des systèmes d'automatisation. Il intègre diverses tâches d'automatisation telles que la programmation des automates programmables industriels (API), la conception des interfaces homme-machine (IHM) et la configuration des entraînements dans un environnement unique. Cette approche unifiée simplifie le processus de développement, améliore l'efficacité et facilite la maintenance des systèmes. Le TIA Portal est largement utilisé dans l'automatisation industrielle dans divers secteurs, notamment la fabrication, l'automobile et l'énergie. [6]



Figure 4.2 : Logo TIA Portal V16.

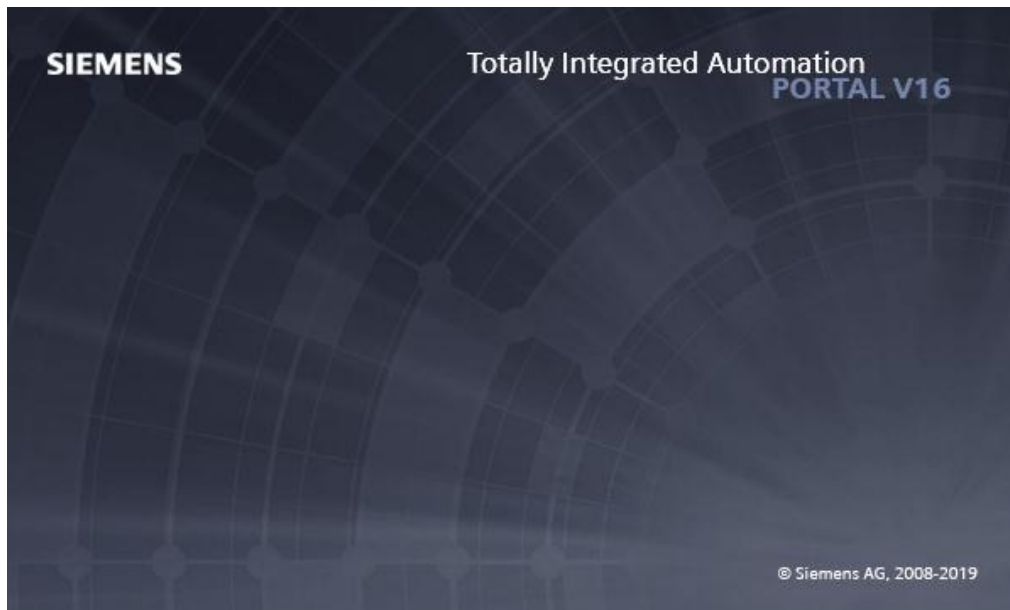


Figure 4.3 : Lancement du Logiciel TIA PORTAL V16.

IV.4 Généralités sur la programmation sous TIA Portal

La mise en œuvre d'une automatisation via TIA Portal implique l'exécution des étapes clés suivantes : élaboration du programme utilisateur, configuration matérielle et définition des mnémoniques. Plusieurs types de blocs de code sont disponibles pour établir une structure efficace du programme utilisateur : les blocs d'organisation (OB), les fonctions (FC), les blocs fonctionnels (FB) et les blocs de données (DB).

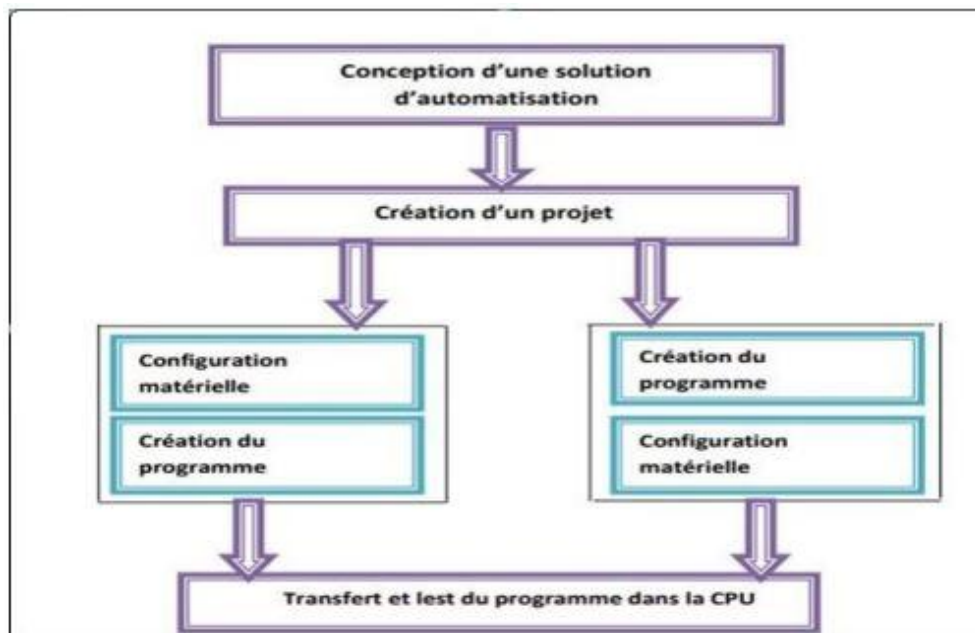


Figure 4.4 : Organisation d'un projet pour la création dans TIA Portal.

IV.5 Langages de programmation

Les langages de programmation LIST, CONT, GRAFCET, SCL et LOG font partie intégrante du logiciel de base.

IV.5.1 La liste d'instructions (LIST)

La liste d'instructions est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données). [19]



```
CALL
Réseau 2 : LIST
1
2 (* vérification de pièces en position de séchage *)
3   A   "CPT_ZS1"                %I0.4
4   A   "CPT_ZS2"                %I0.5
5   =   "Bloc de données".En_Positon %DB2.DBX6.0
6
7 (* marche moteur *)
8   A   "Bloc de données".En_Positon %DB2.DBX6.0
9   AN  "RDM_M1"                 %I0.7
10  =   "M2"                      %Q0.3
11
12 (* comptage *)
13  L   "Bloc de données".Compteur_1 %DB2.DBW0
14  L   "Bloc de données".Compteur_2 %DB2.DBW2
15  +I
16  T   "Bloc de données".Résultat %DB2.DBW4
17
```

Figure 4.5 : Langage LIST.

IV.5.2 Le schéma à contacts (CONT, langage LADDER)

Le schéma à contacts est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. [7]

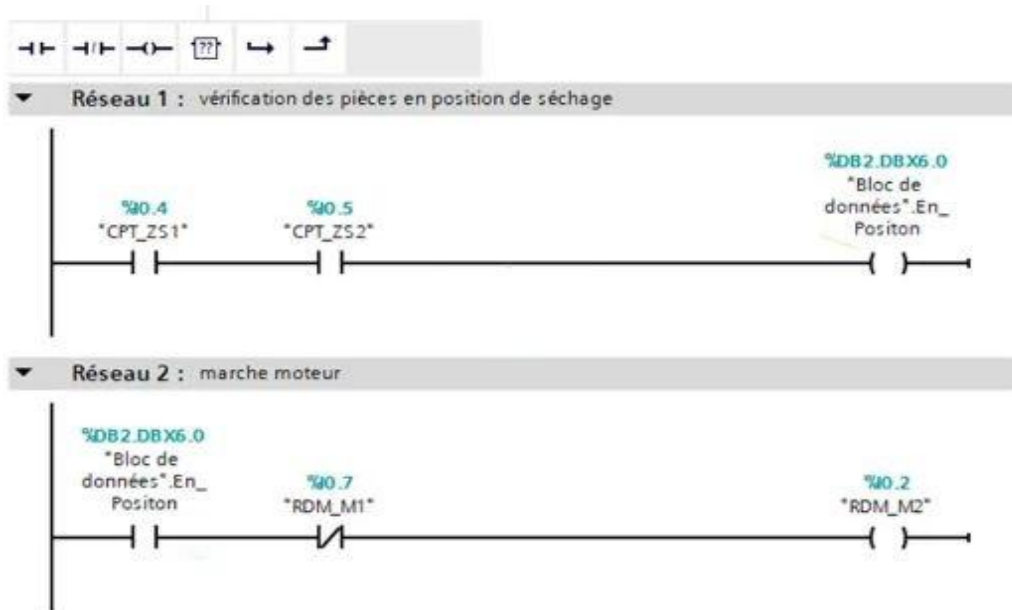


Figure 4.6 : Langage CONT.

IV.5.3 Le Graph, GRAFCET ou SFC (Sequential function chart)

C'est un langage graphique permettant de présenter l'évolution séquentielle du système.

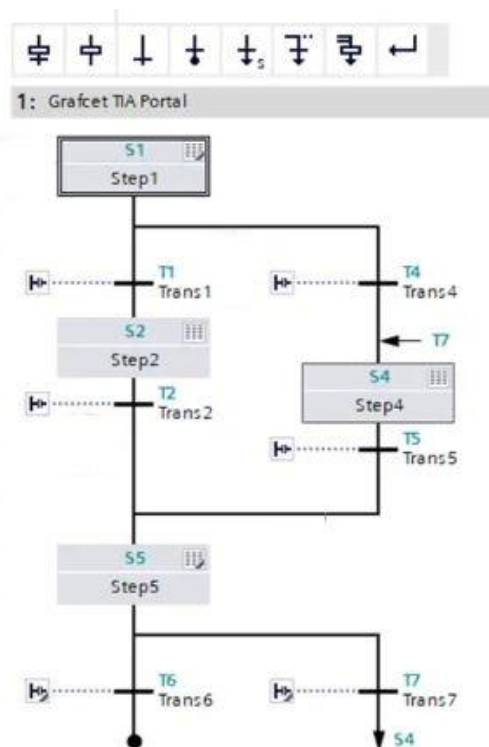


Figure 4.7 : Langage GRAFCET.

IV.5.4 Le SCL (Structured control language)

Langage de haut niveau, il correspond à la norme IEC 61131-3 ST (structured text), sa syntaxe est proche du Pascal, permet de réaliser des opérations de calculs complexes. Il permet ainsi d'effectuer des calculs arithmétiques complexes facilement de par sa facilité à prendre en main. [8]

IF...	CASE... OF...	FOR... TO DO...	WHILE... DO...	(*...*)	REGION
-------	------------------	--------------------	-------------------	---------	--------

```
1
2 // vérification des pièces en position de séchage
3 IF "CPT_ZS1" AND "CPT_ZS2" THEN
4     "Bloc de données".En_Positon := 1;
5 END_IF;
6
7 // marche moteur
8 IF "Bloc de données".En_Positon AND NOT "RDM_M1" THEN
9     "M2" := 1;
10 END_IF;
11
12 // comptage
13 "Bloc de données".Résultat := "Bloc de données".Compteur_1 + "Bloc de données".Compteur_2;
14
```

Figure 4.8 : Langage SCL.

IV.5.5 Le logigramme (LOG)

C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

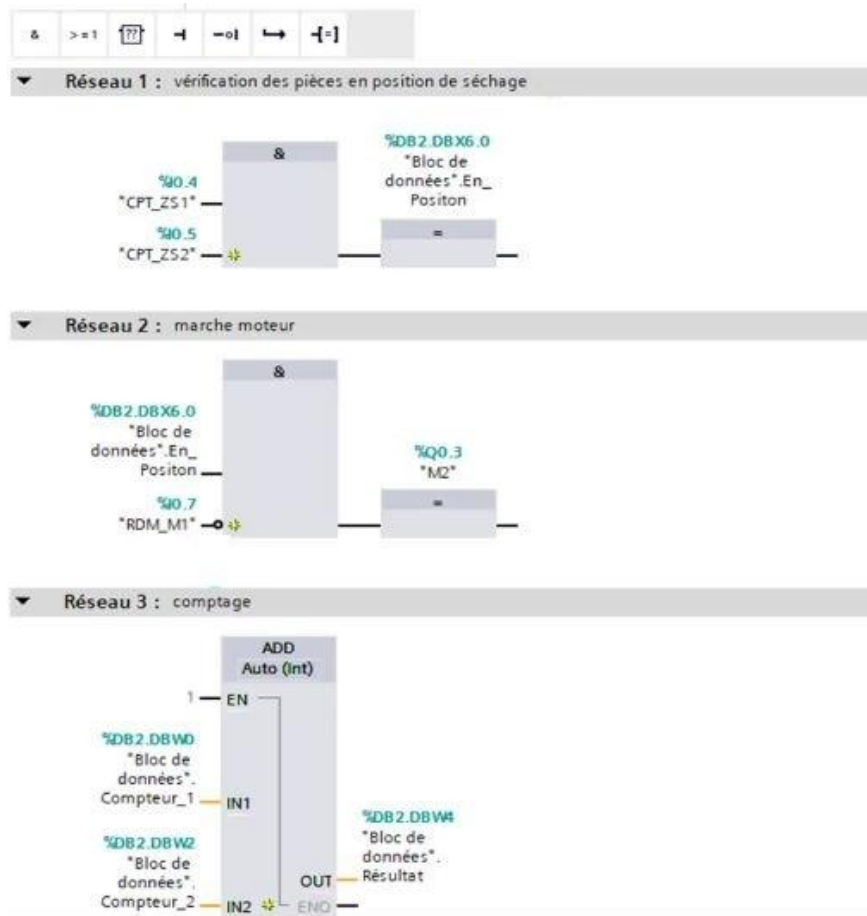


Figure 4.9 : Langage LOG.

IV. 6 Modules de communications

Dans les systèmes de contrôle actuels, les automates programmables sont des composants d'un plus grand réseau d'appareils. En plus a des connexions internes à l'automate lui-même, des connexions externes à d'autres composants permettent de transmettre plus facilement les données. Pour ces applications, des protocoles de communication sont nécessaires pour permettre aux automates programmables d'envoyer des données à d'autres systèmes.

Type de module de communication :

- Interface multi point (MPI).
- PROFIBUS DP.
- PROFINET NP.

IV.7 La vue de portail

La vue du portail offre une vue orientée sur les tâches des outils. Nous pouvons y décider rapidement ce que nous souhaitons faire et appeler l'outil requis pour la tâche correspondante. Cette vue simplifie donc principalement la préparation et la mise en œuvre du projet.

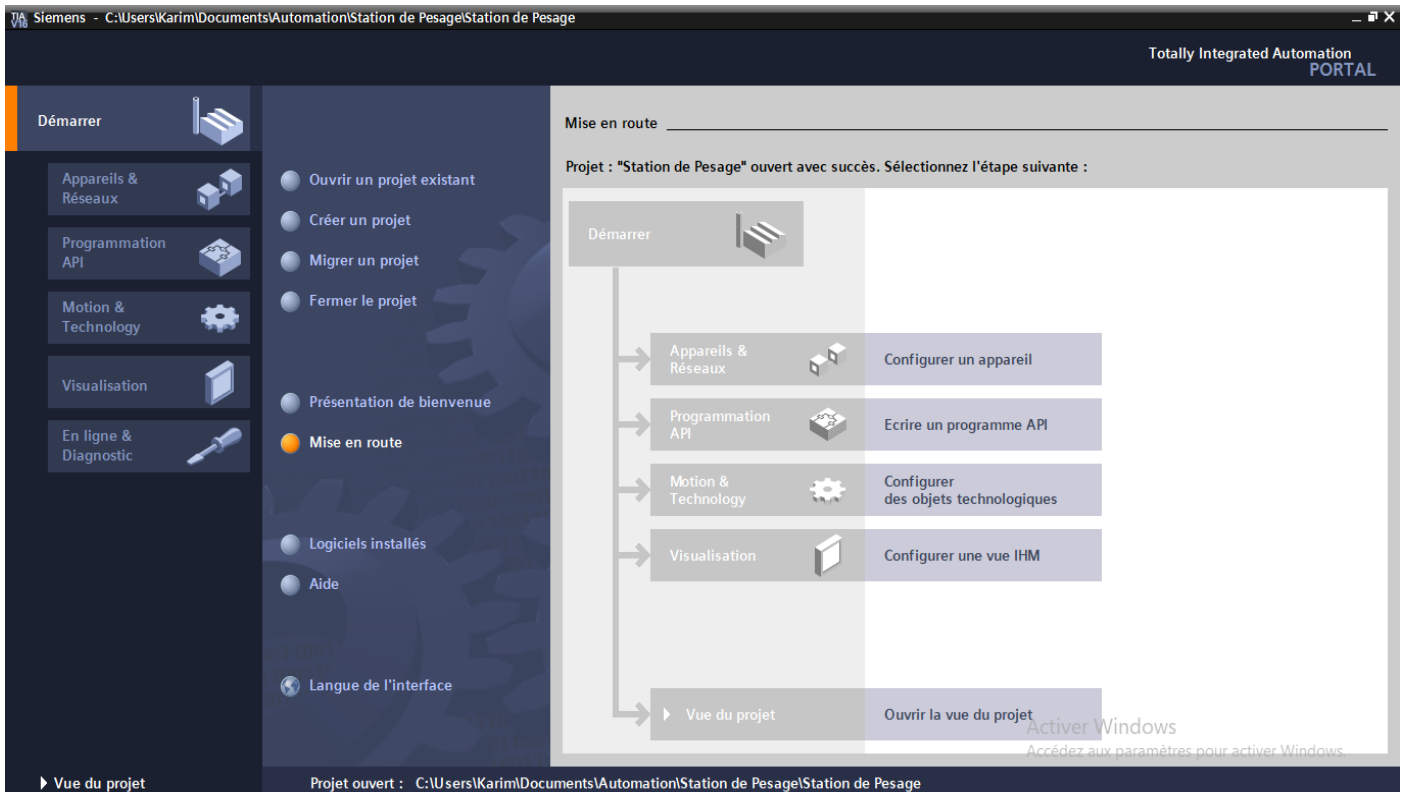


Figure 4.10 : Vue du portail sur TIA Portal V16.

IV.8 La vue du projet

La vue du projet offre une représentation organisée de tous les éléments du projet. La figure ci-dessous présente un exemple des composants de cette vue projet.

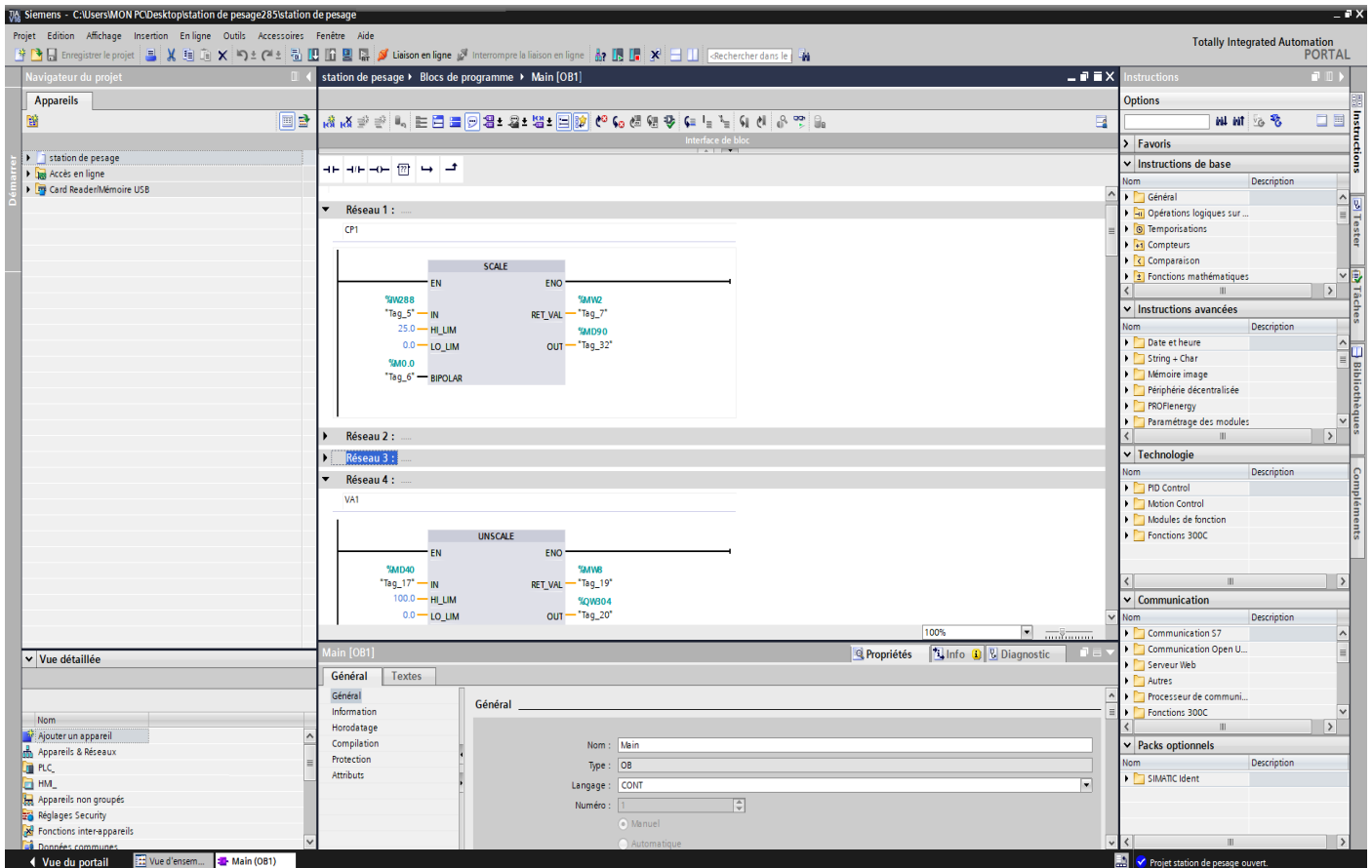


Figure 4.11 : Vue du projet sur TIA Portal V16.

IV.9 Création du projet du système de pesage sous TIA PORTAL

Pour créer un nouveau projet TIA Portal V16, nous recourons à l'outil "Assistant de création de projet". En cliquant sur "Créer un projet", nous permet de commencer le processus de configuration, offrant une gestion fluide de notre projet. En sélectionnant l'icône "Créer un projet", la fenêtre principale s'affiche, nous permettant de remplir les champs requis avant d'appuyer sur le bouton "Créer" pour finaliser.

Puis nous passons à la deuxième étape en cliquant sur le bouton « appareils et réseaux » ce qui nous permet de choisir les appareils qui constitueront notre système. Nous devons choisir un type d'automate PLC (Programmable Logical Controller) et une interface homme-machine IHM.

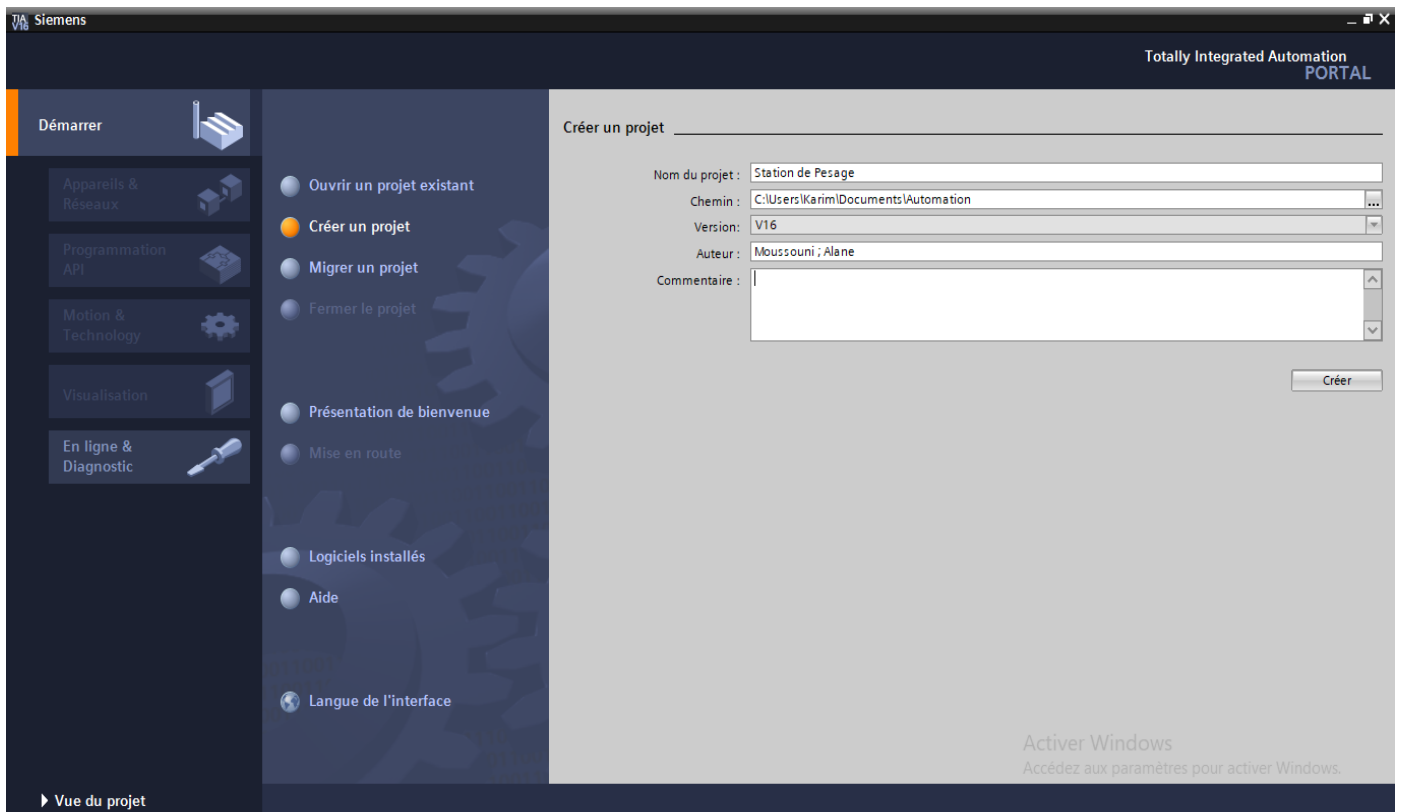


Figure 4.12 : Création du projet sur TIA Portal V16.

IV.10 Configuration matérielle

La configuration matérielle est une étape cruciale dans la programmation de la machine. Elle implique la sélection du matériel requis pour notre programme, en tenant compte du matériel réel disponible, tel que le CPU, les modules d'entrées/sorties... . Le TIA Portal propose un large choix d'appareils, comme illustré dans la figure.

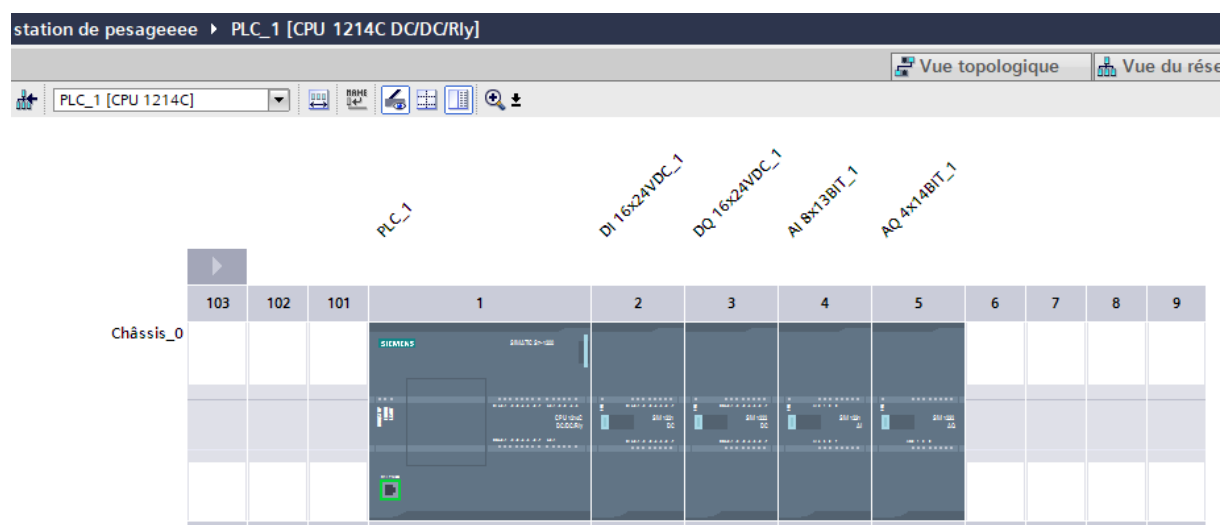


Figure 4.13 : Configuration matériel sur TIA Portal V16.

IV.11 Création du programme du système de pesage

Après avoir chargé la configuration matérielle, nous pouvons entamer la programmation en choisissant l'un de ces langages: LADDER ou CONT, LOG, SCL, LIST. Nous passerons au choix du bloc qui va contenir le programme. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur "Ajouter un nouveau bloc" dans la liste gauche, où se trouvent tous les éléments et données nécessaires à la mise en œuvre de la solution d'automatisation souhaitée, Il existe quatre types de blocs :

- **OB** : Les blocs d'organisation (OB) commandent le traitement du programme. Il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme.
- **FB** : Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il traitement du bloc.
- **FC** : Les Fonctions Sont Des Blocs De Code Sans mémoire.
- **DB** : Les blocs de données (DB) servent à sauvegarder les données du programme. [9]

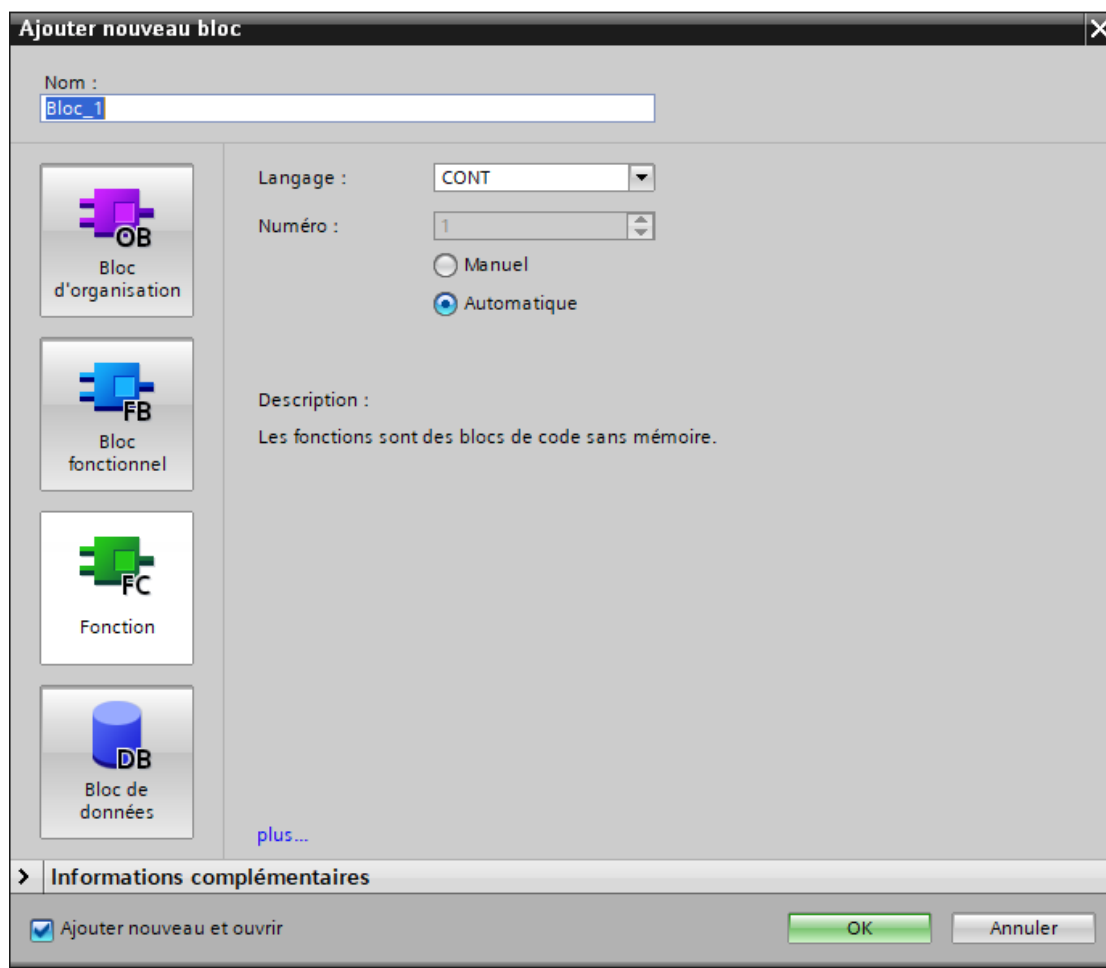


Figure 4.14 : Création des blocs sur TIA Portal V16.

IV.12 Création du tableau des variables API

Afin de simplifier la programmation, il est important de mettre en place une table de variables. Cette table, appelée table des variables API, nous permet de définir les variables d'entrée et de sortie utilisées dans le programme, ainsi que leurs adresses. tels que les capteurs, les mémoires, les défauts, ainsi que l'ouverture et la fermeture des vannes.

	Nom	Table des variables ..	Type de données	Adresse	Acces...	Visibl...	Commentaire
1	BDCY	Table de variables ..	Bool	%I0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le bouton départ cycle démarre tout les trois stations en même temps
2	ART	Table de variables ..	Bool	%I0.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'arrêt total de toutes les stations
3	BM1	Table de variables ..	Bool	%I0.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton marche de la station de pesage 25 KG
4	BM2	Table de variables ..	Bool	%I0.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton marche de la station de pesage 10 KG
5	BM3	Table de variables ..	Bool	%I0.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton marche de la station de pesage 5 KG
6	AR1	Table de variables ..	Bool	%I0.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'arrêt de la station de pesage 25 KG
7	AR2	Table de variables ..	Bool	%I0.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'arrêt de la station de pesage 10 KG
8	AR3	Table de variables ..	Bool	%I0.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bouton d'arrêt de la station de pesage 5 KG
9	C0	Table de variables ..	Bool	%I1.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 1 de la station de 25 KG
10	C1	Table de variables ..	Bool	%I1.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 25 KG
11	C2	Table de variables ..	Bool	%I1.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur du vérin déchargement 1 de la station de 25 KG
12	C3	Table de variables ..	Bool	%I1.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 2 de la station de 10 KG
13	C4	Table de variables ..	Bool	%I1.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 10 KG
14	C5	Table de variables ..	Bool	%I2.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur du vérin déchargement 2 de la station de 10 KG
15	C6	Table de variables ..	Bool	%I2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 3 de la station de 5 KG
16	C7	Table de variables ..	Bool	%I2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 5 KG
17	C8	Table de variables ..	Bool	%I2.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur du vérin déchargement 3 de la station de 5 KG
18	CV1	Table de variables ..	Bool	%Q4.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le convoyeur a vice 1 de la station de pesage de 25 KG
19	CV2	Table de variables ..	Bool	%Q4.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le convoyeur a vice 2 de la station de pesage de 10 KG
20	CV3	Table de variables ..	Bool	%Q4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le convoyeur a vice 3 de la station de pesage de 5 KG
21	V1	Table de variables ..	Bool	%Q4.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le vérin de déchargement 1 de la station de pesage de 25 KG
22	V2	Table de variables ..	Bool	%Q4.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le vérin de déchargement 2 de la station de pesage de 10 KG
23	V3	Table de variables ..	Bool	%Q4.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	le vérin de déchargement 3 de la station de pesage de 5 KG
24	VA1	Table de variables ..	Bool	%Q3.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	VA2	Table de variables ..	Bool	%Q3.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	VA3	Table de variables ..	Bool	%Q3.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Tag_1	Table de variab..	Timer	%T1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	Tag_2	Table de variables ..	Timer	%T2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Tag_3	Table de variables ..	Timer	%T3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Tag_4	Table de variables ..	Counter	%C8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure 4.15 : Table variables sur TIA Portal V16.

IV.13 Présentation du simulateur PLCSIM

Le simulateur S7-PLCSIM V16 permet l'exécution et le test de programmes dans un automate. Son interface simple offre la visualisation et la modification des paramètres utilisés. En exécutant le programme dans L'API de simulation, il est possible d'intégrer diverses applications du logiciel TIA Portal, telles que le test de bloc pour visualiser les variables d'entrées et de sorties.



Figure 4.16 : PLCSIM.

IV.14 Elaboration du programme sur TIA Portal

IV.14.1 Quelque réseau du programme

- Capteur de poids 1 analogique

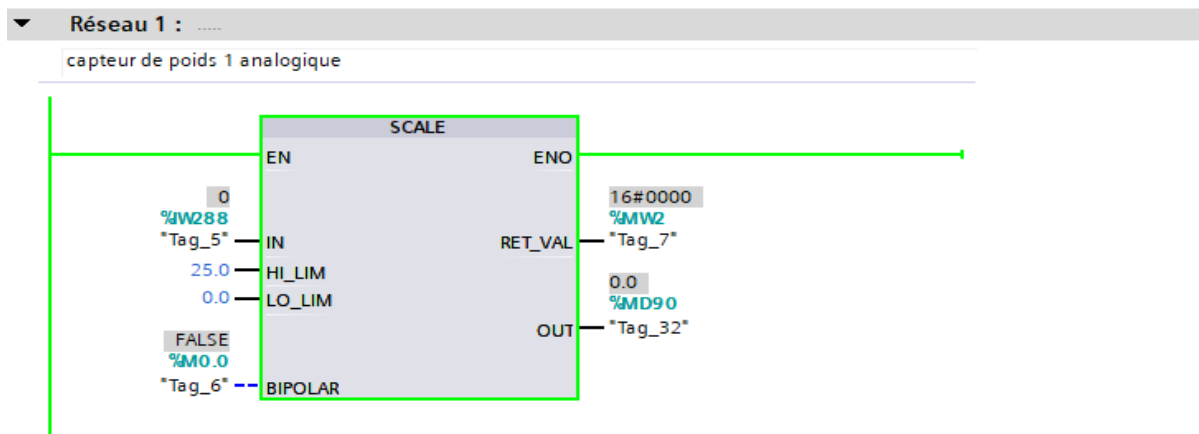


Figure 4.17 : Capteur de poids 1 analogique.

Le bloc SCALE représente Capteur de poids 1 analogique.

- Vanne 1 analogique

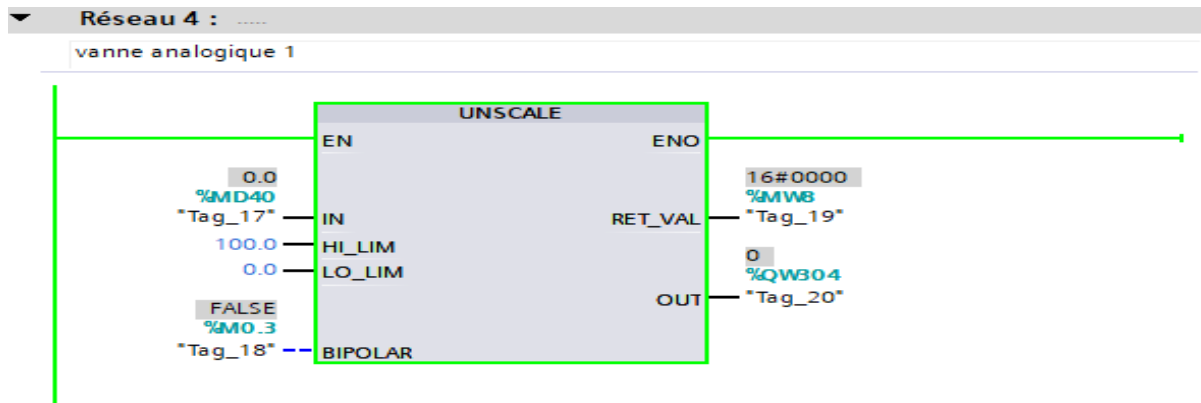


Figure 4.18 : Vanne 1 analogique.

Le bloc UNSCALE représente la vanne analogique 1.

- Convoyeur à vice 1

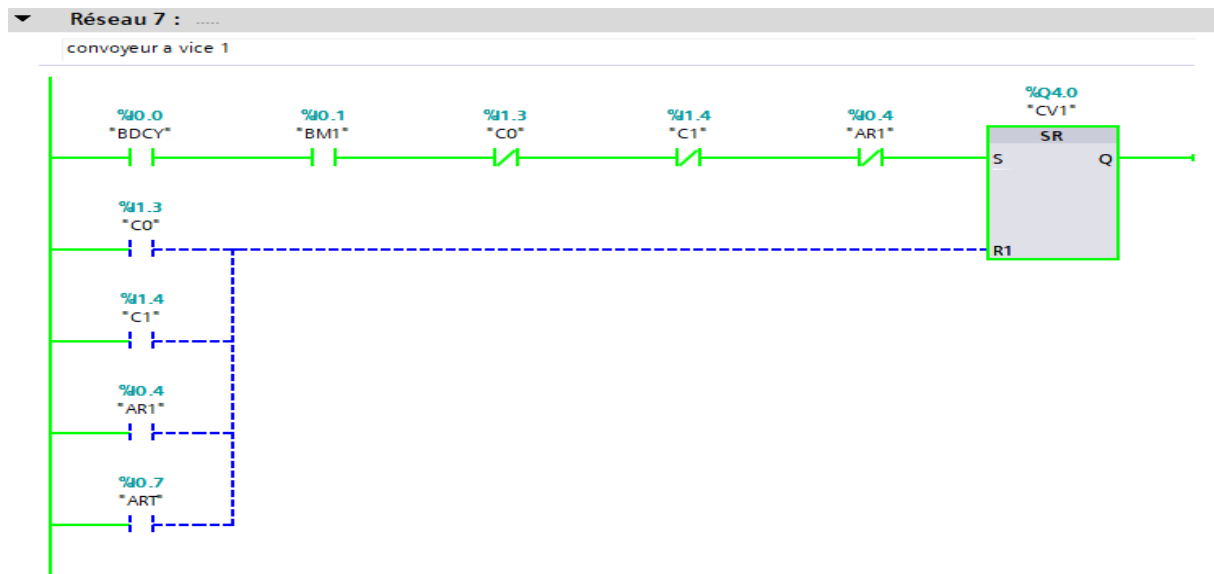


Figure 4.19 : Convoyeur à vice 1.

La bascule SR représente marche/arrêt du convoyeur à vice 1.

Convoyeur à vice 1 se met en marche quand " BDCY " et " BM1 " s'active et " C0 ", " C1 ", " AR1 " sont désactivé.

Convoyeur à vice 1 se met en arrêt quand le bouton " AR1 " ou " ART " est enclenché ou si le capteur " C0 " ou " C1 " est activé.

- Vérin de déchargement 1

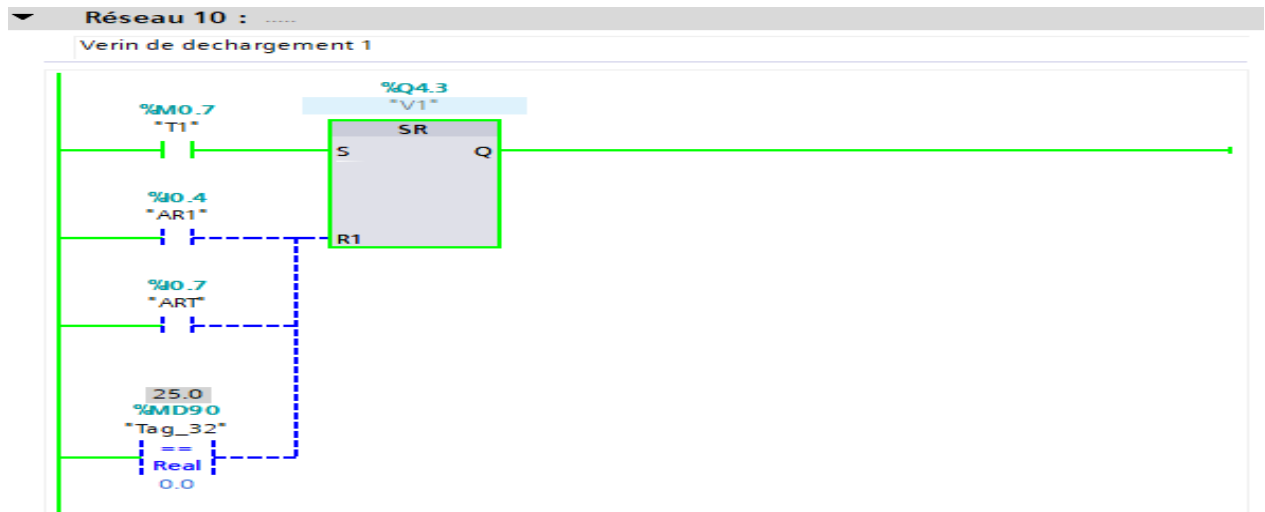


Figure 4.20 : Vérin de déchargement 1.

La bascule SR représente marche/arrêt du vérin de déchargement 1.

Vérin de déchargement 1 se met en marche quand le temporisateur T1 s’active.

Vérin de déchargement 1 se désactive quand le bouton “ AR1 ” ou “ ART ” est enclenché ou la valeur du capteur de poids1 = 0 KG.

- Temporisation 2 seconde

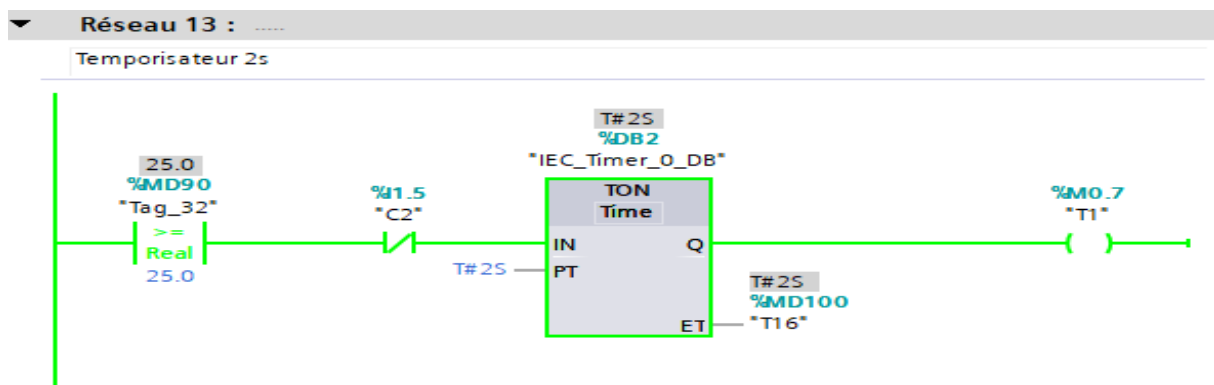


Figure 4.21 : Temporisateur 2s.

Le temporisateur T1 de 2 seconde s’active quand la valeur du capteur de poids1 est égale ou supérieur à 25 KG et que le capteur “ C2 ” est désactivé.

- Ouverture de vanne analogique 1 à 100%

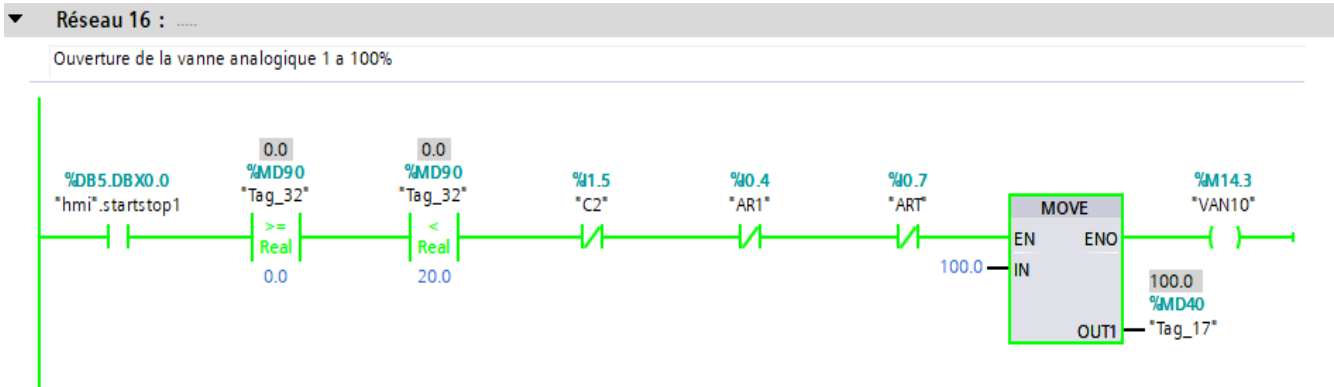


Figure 4.22 : Ouverture de vanne analogique 1 à 100%.

La vanne analogique 1 s'ouvre à 100% quand la valeur du capteur du poids entre 0 KG à 20 KG et " C2 ", " AR1 ", " ART " est désactivé.

- Ouverture de la vanne analogique 1 à 20%

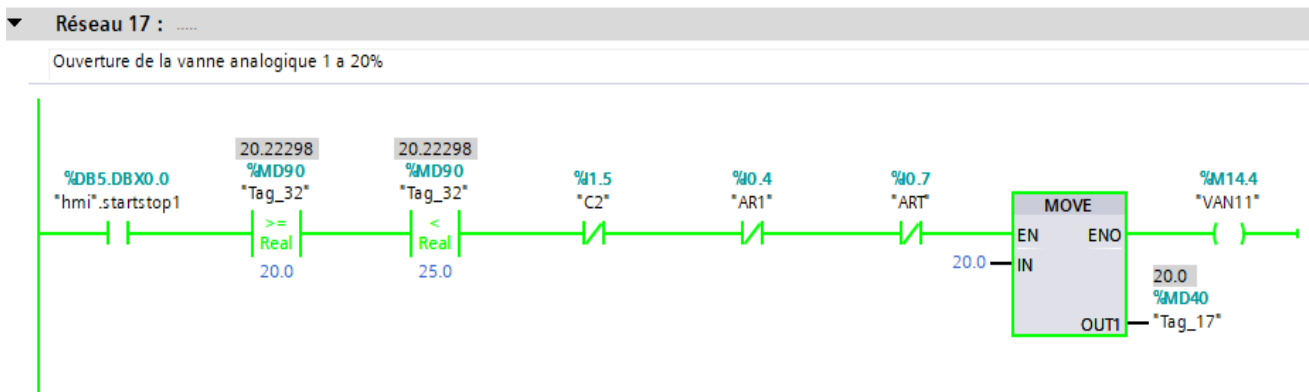


Figure 4.23 : Ouverture de vanne analogique 1 à 20%.

La vanne analogique 1 s'ouvre à 20% quand la valeur du capteur du poids entre 20 KG à 25 KG et " C2 ", " AR1 ", " ART " est désactivé.

- Fermeture de la vanne analogique 1.

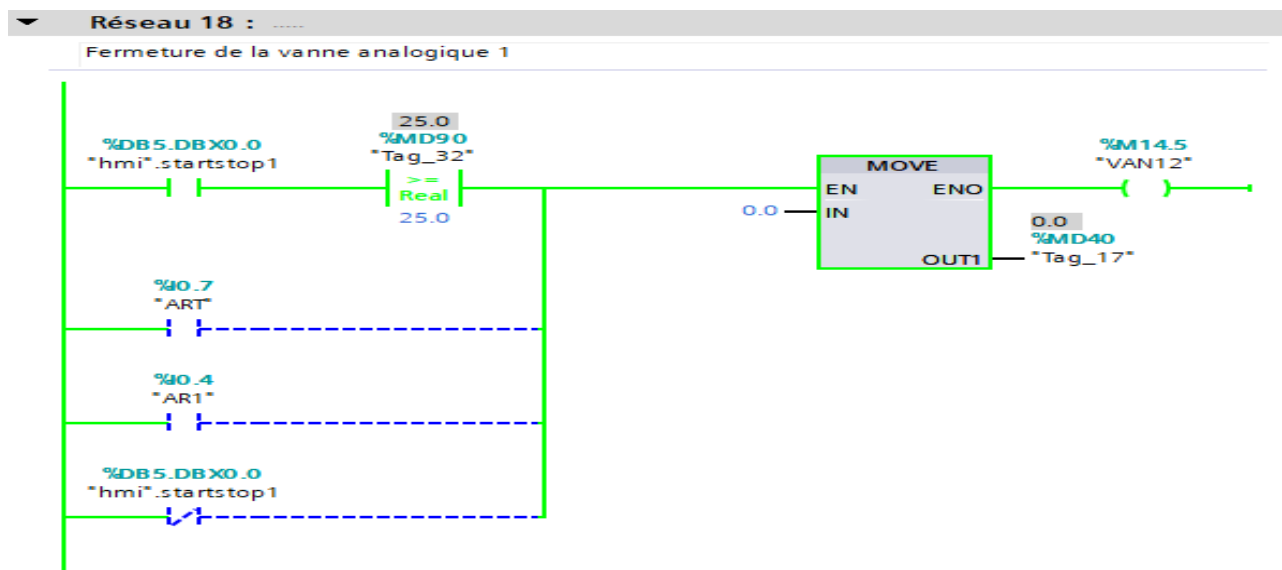


Figure 4.24 : Fermeture de la vanne analogique 1.

La vanne analogique 1 se ferme quand la valeur du capteur du poids égale ou supérieur 25 KG. ou " AR1 " ou " ART " est désactivé.

IV.15 Définition de la supervision

La supervision représente une forme avancée de communication entre l'homme et la machine, offrant de nombreux avantages pour les processus industriels de production. Elle simplifie la tâche de l'opérateur en lui permettant de surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé et d'exercer un contrôle sur celui-ci. Grâce à des interfaces préalablement configurées à l'aide de logiciels de supervision, elle permet d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit, et de repérer les problèmes pouvant survenir pendant le fonctionnement d'une installation industrielle.

Avec l'augmentation de la complexité des processus et les exigences toujours plus strictes en termes de fonctionnalités des machines et des installations, l'opérateur requiert une transparence maximale. Cette transparence est obtenue grâce à l'Interface Homme-Machine (IHM).

Les fonctions de la supervision sont multiples, notamment :

- Répondre aux besoins nécessitant généralement une puissance de traitement élevée.
- Assurer la communication entre les équipements d'automatisation et les outils informatiques de planification et de gestion de la production.

- Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt, etc.) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.



Figure 4.25 : Poste de pilotage d'une salle de supervision.

IV.15.1 Outils de supervision

Un système de supervision et de contrôle est constitué d'une partie matérielle (automate S7-1200, différents capteurs de pression et de température ...etc.) et d'une partie logicielle (traitement et affichage des données). La partie matérielle permet de relever les paramètres et d'interagir physiquement avec l'installation, tandis que le logiciel est le cerveau du système.

IV.15.2 Avantage de la supervision

L'avantage de la supervision réside dans son assistance à l'opérateur lors de la gestion des processus industriels. Son objectif est de fournir à l'opérateur des résultats clairs et interprétés. Ses principaux avantages incluent la surveillance à distance des processus industriels, la détection des défauts, ainsi que le diagnostic et la gestion des alarmes.

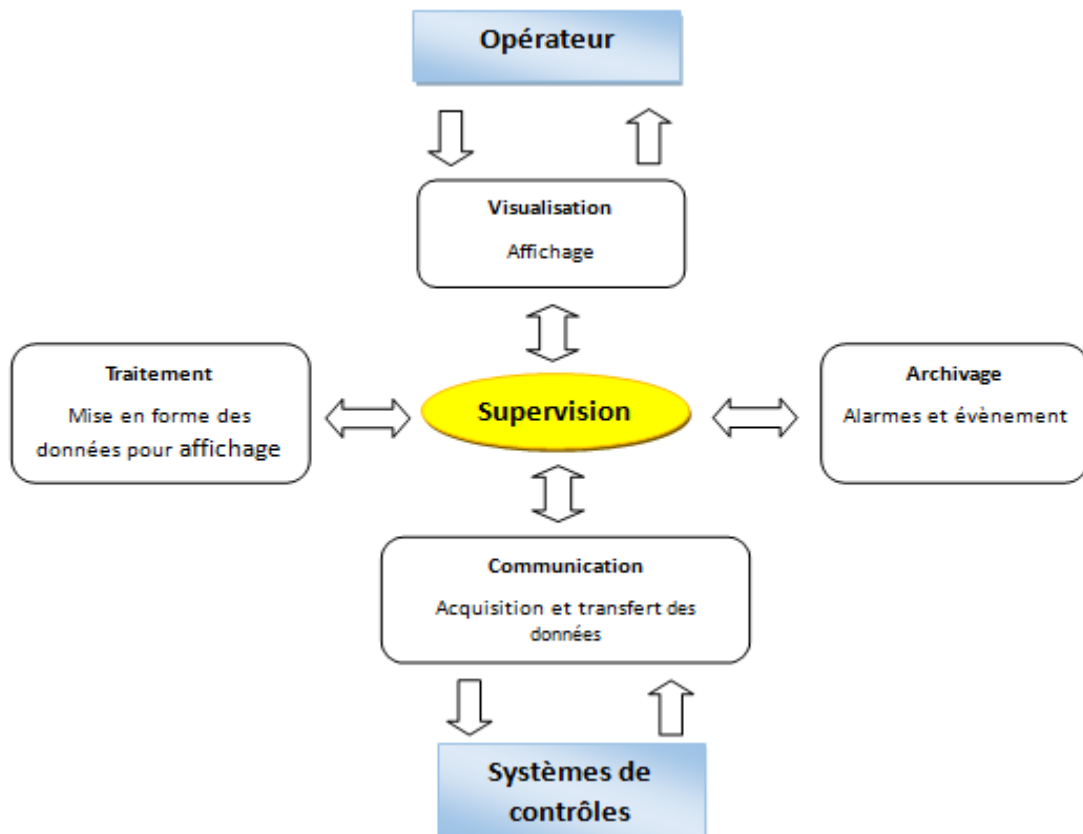


Figure 4.26 : Système de supervision.

IV.16 Présentation du logiciel de WinCC sur TIA Portal

WinCC (Windows Control Centre) est un logiciel de supervision développé par Siemens. Il est caractérisé par sa flexibilité. En effet, il peut être utilisé par un composant hors Siemens. Ce logiciel nous permet de créer des Interfaces Homme-Machine (IHM) graphiques, qui assurent la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle

IV.16.1 Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA Portal

IV.16.1.1 Choix de l'IHM

Les systèmes IHM servent d'interface entre l'opérateur et le processus, cette configuration implique une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur), ainsi qu'une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation. Les IHM permettent éventuellement de remplacer les postes de travail traditionnels par des dispositifs plus

simples, comme des boutons, et ils sont souvent utilisés en complément avec l'API pour afficher les états des entrées/sorties.

Parmi les diverses fonctions IHM on trouve :

- La visualisation entièrement graphique des processus et des états des processus.
- La signalisation et acquittement d'évènements.
- L'archivage des valeurs de mesure et des messages dans des bases de données.
- La journalisation des données processus et des données d'archive.
- La gestion des utilisateurs et de leurs droits d'accès.

IV.17 Intégration du projet WinCC dans TIA Portal

Avant d'entamer la réalisation de l'interface de supervision, il est essentiel d'établir la connexion entre WinCC et l'unité centrale (CPU). Une fois le programme intégré, nous pouvons surveiller le système et suivre son fonctionnement. Nous configurons la liaison entre le pupitre et l'automate, comme illustré dans la figure.

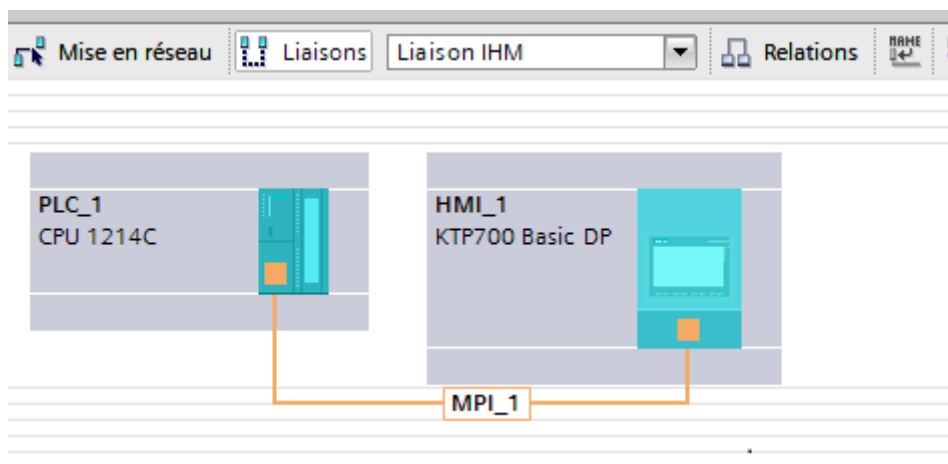


Figure 4.27 : Liaison PLC et HMI.

IV.18 Création des vues de l'IHM du système de pesage

IV.18.1 Vue d'accueil

La vue d'accueil est la vue qui s'affiche automatiquement en lançant WinCC Runtime Advanced, c'est la vue qui nous permet de naviguer dans les autres vues.



Figure 4.28 : la vue d'accueil.

IV.18.2 Vue des stations lors de l'opération de pesage

IV.18.2.1 Vue de la première station de 25 KG

- Au départ, le poids est de 0 KG, la trappe de déchargement est fermée, et la vanne est totalement ouverte à 100 %.

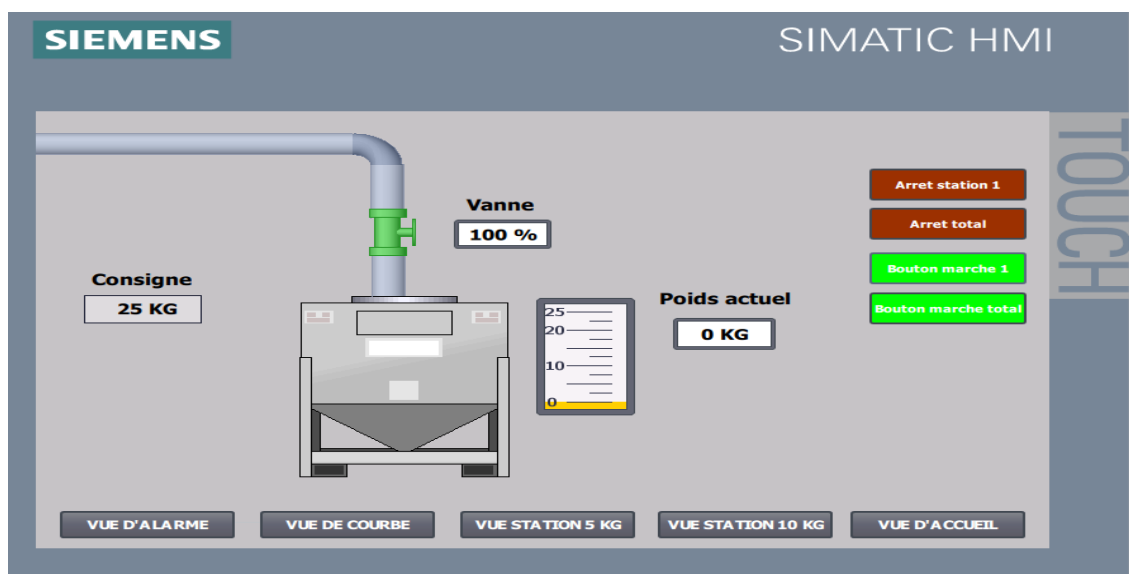


Figure 4.29 : la vue de la peseuse a l'état initial.

- **Pendant le chargement**, lorsque le poids approche de la consigne (80% de la consigne), la vanne commence à se refermer (ouverture à 20%), tandis que la trappe de déchargement reste fermée.

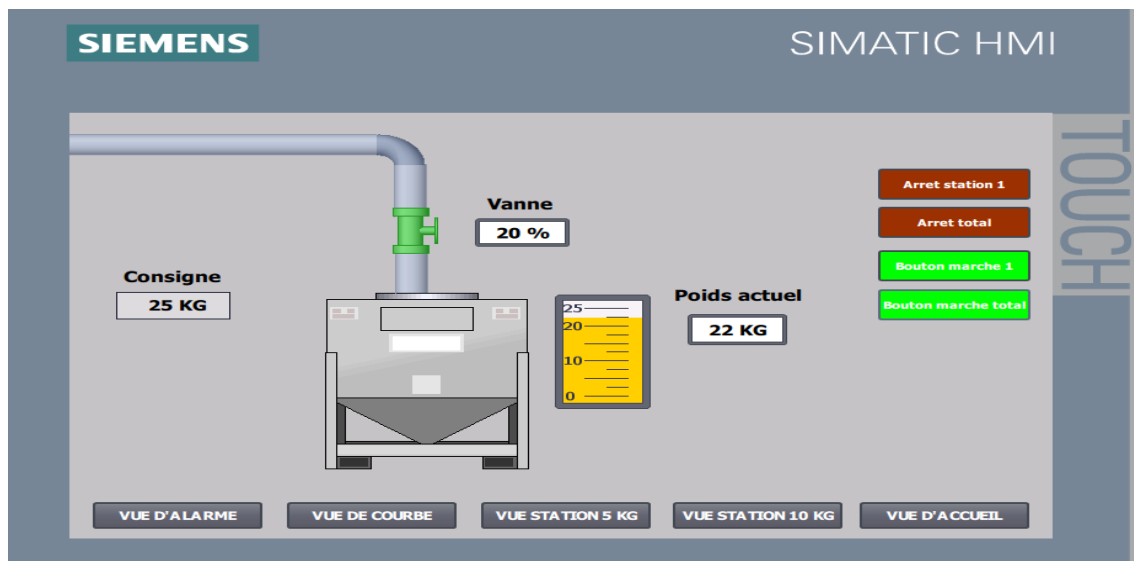


Figure 4.30 : la vue de la peseuse en cours de chargement.

- **Lorsque le poids atteint la consigne**, la vanne se ferme entièrement, déclenchant ainsi l'ouverture à 100 % de la trappe de déchargement, permettant ainsi la vidange complète de la trémie.

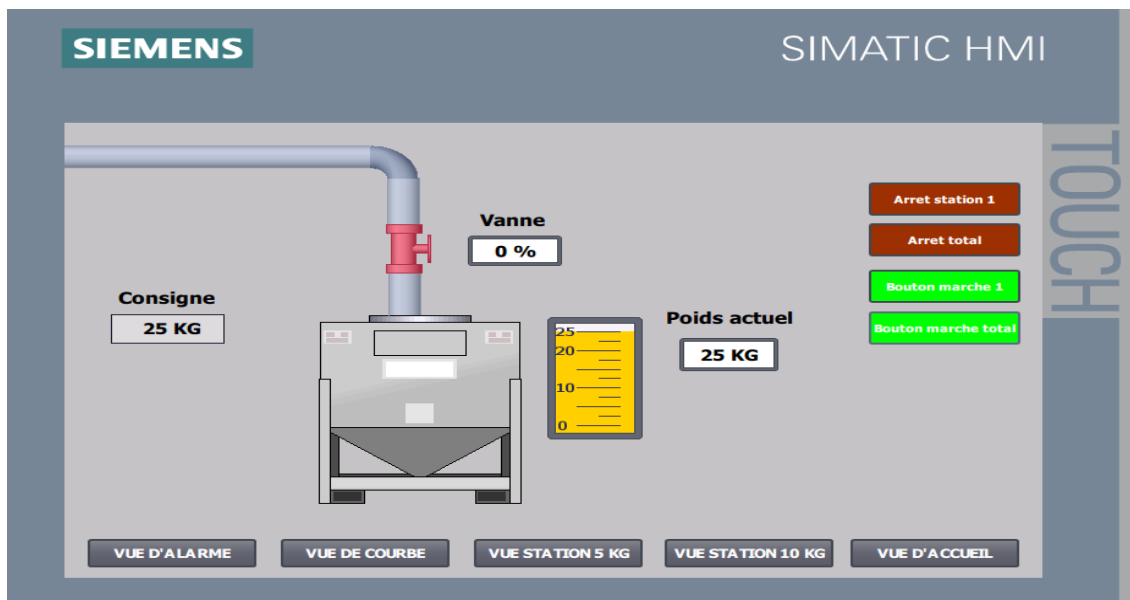


Figure 4.31 : la vue de déchargement.

- Lors de l'arrêt, la vanne et la trappe sont fermées, et le poids est à 0 kg.

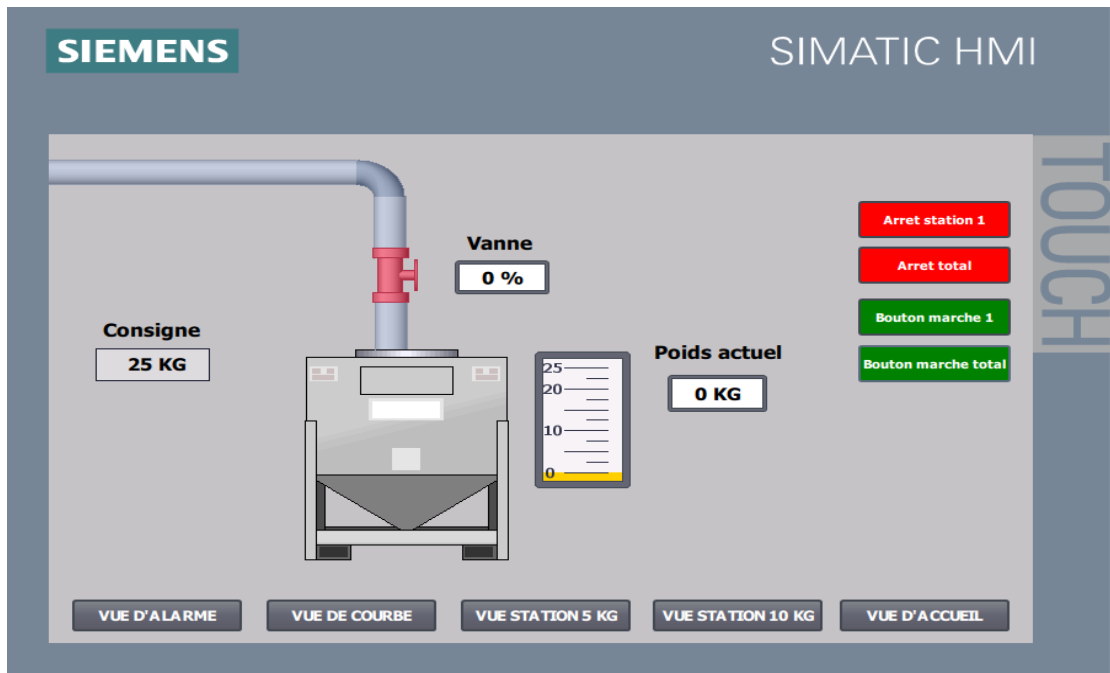


Figure 4.32 : la vue a l'arrêt de la station.

IV.18.2.2 Vue d'alerte

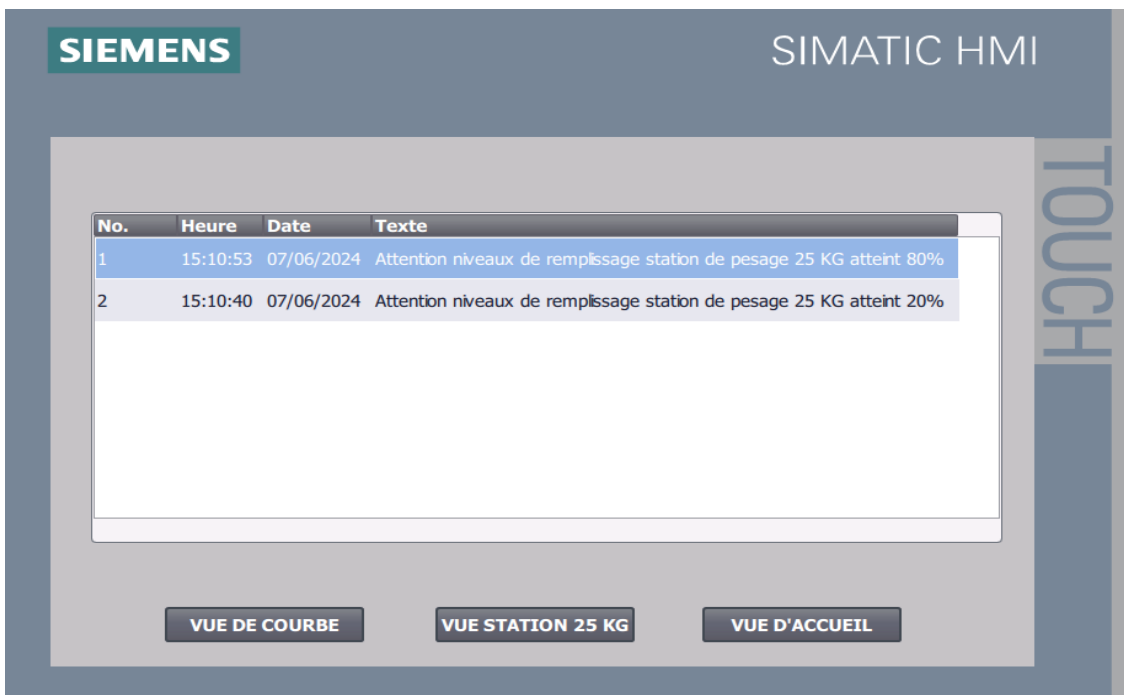


Figure 4.33 : la vue d'alerte.

IV.18.2.3 Courbe représentative de l'opération de pesage

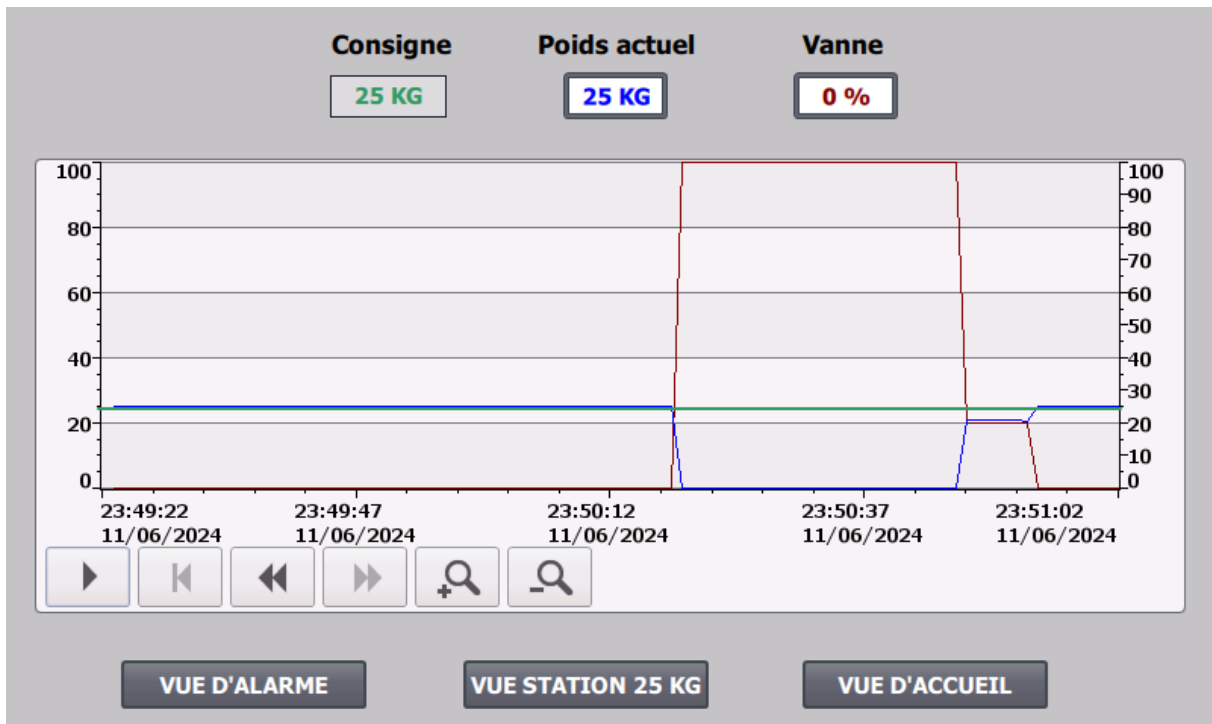


Figure 4.34 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.

IV.18.3.1 Vue de la deuxième station de 10 KG

- **Au départ**, le poids est de 0 kg, la trappe de déchargement est fermée, et la vanne est totalement ouverte à 100 %.

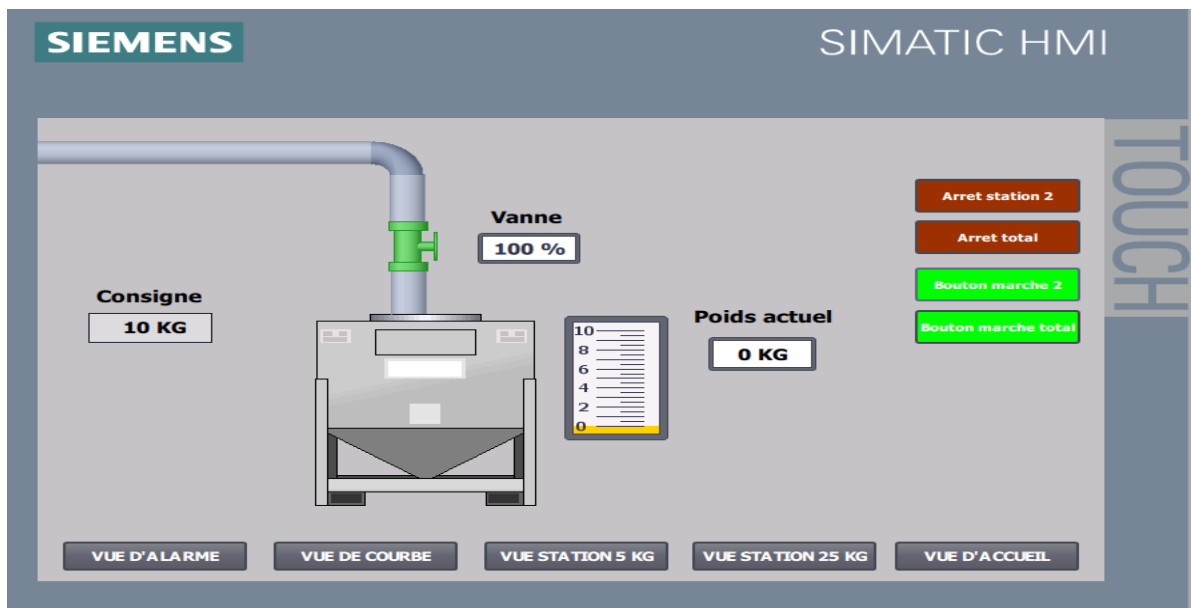


Figure 4.35 : la vue de la peseuse a l'état initial.

- **Pendant le chargement**, lorsque le poids approche de la consigne (80% de la consigne), la vanne commence à se refermer (ouverture à 20%), tandis que la trappe de déchargement reste fermée.

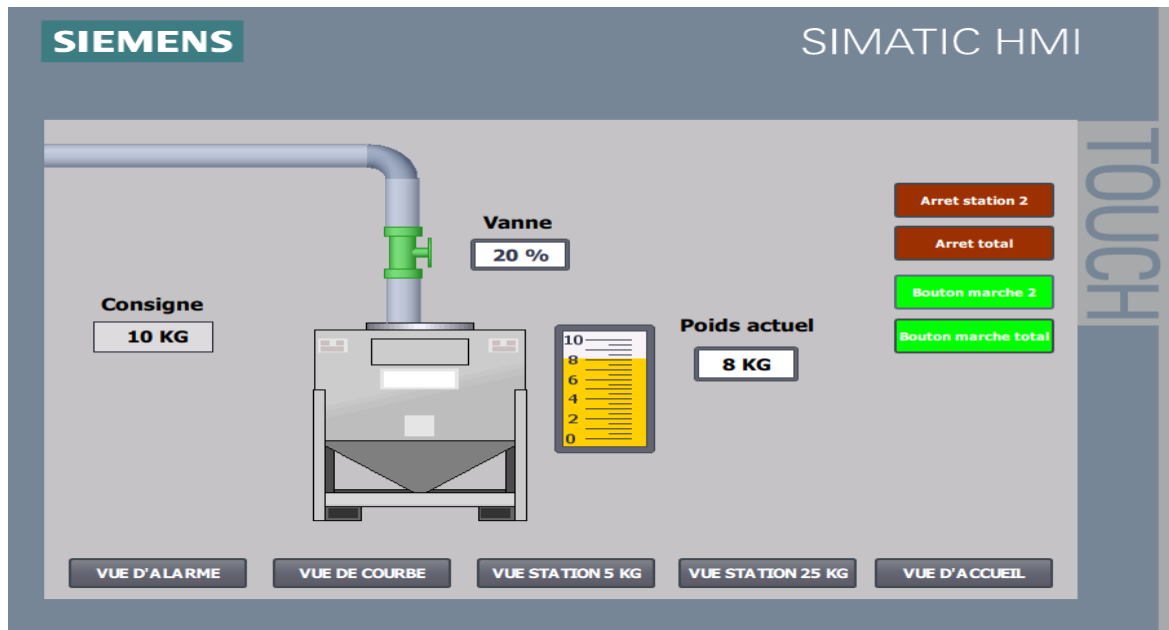


Figure 4.36 : la vue de la peseuse en cours de chargement.

- **Lorsque le poids atteint la consigne**, la vanne se ferme entièrement, déclenchant ainsi l'ouverture à 100 % de la trappe de déchargement, permettant ainsi la vidange complète de la trémie.

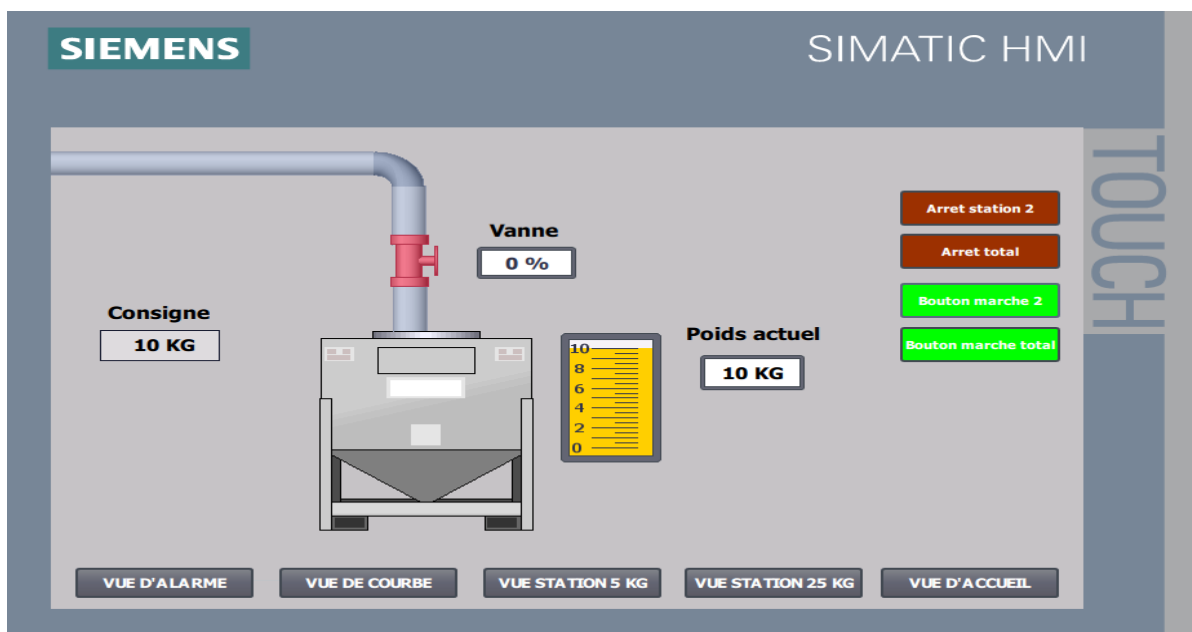


Figure 4.37 : la vue de déchargement.

- Lors de l'arrêt, la vanne et la trappe sont fermées, et le poids est à 0 kg.

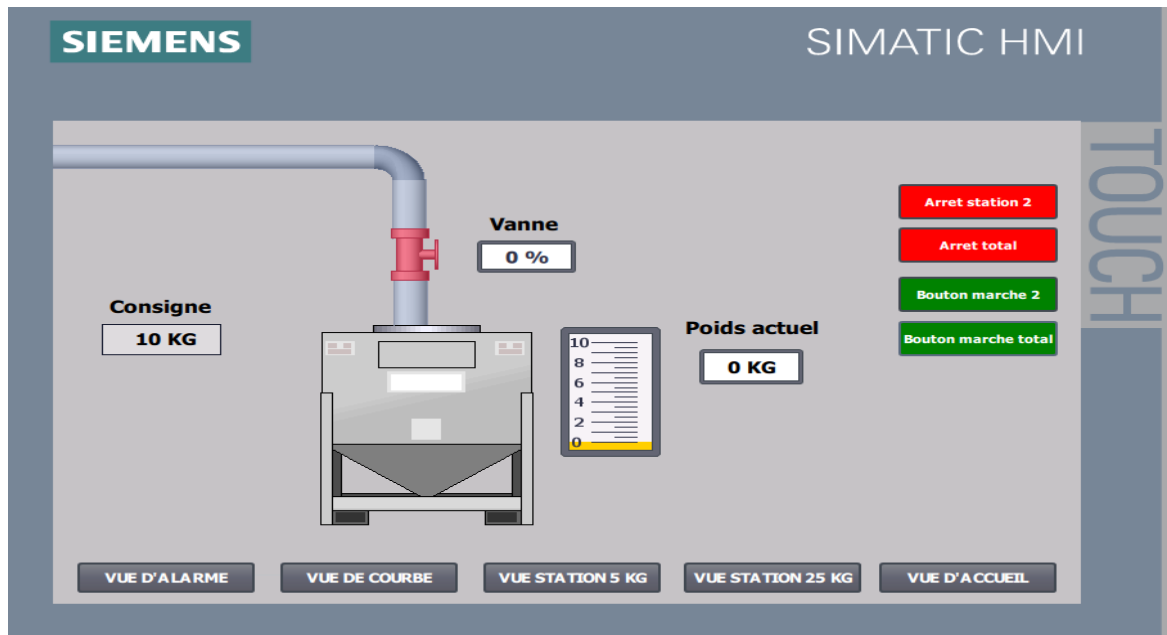


Figure 4.38 : la vue a l'arrêt de la station.

IV.18.3.2 Vue d'alerte



Figure 4.39 : la vue d'alerte.

IV.18.3.3 Courbe représentative de l'opération de pesage

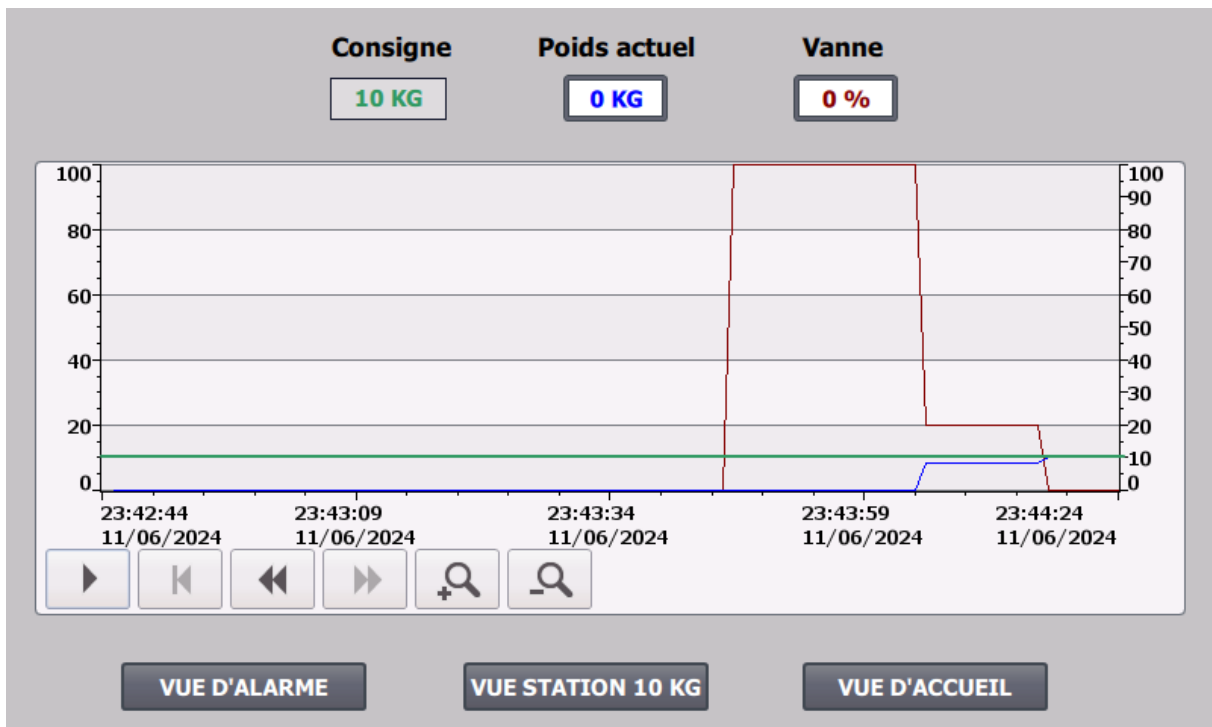


Figure 4.40 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.

IV.18.4.1 Vue de la troisième station de 5 KG

- **Au départ**, le poids est de 0 kg, la trappe de déchargement est fermée, et la vanne est totalement ouverte à 100 %.

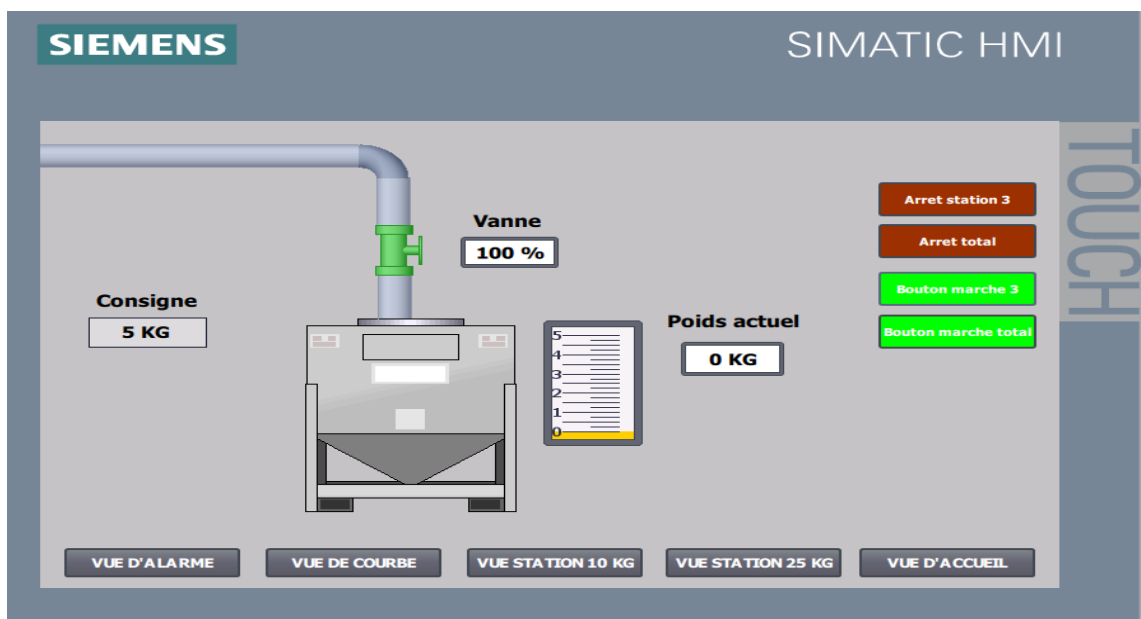


Figure 4.41 : la vue de la peseuse a l'état initial.

- **Pendant le chargement**, lorsque le poids approche de la consigne (80% de la consigne), la vanne commence à se refermer (ouverture à 20%), tandis que la trappe de déchargement reste fermée.

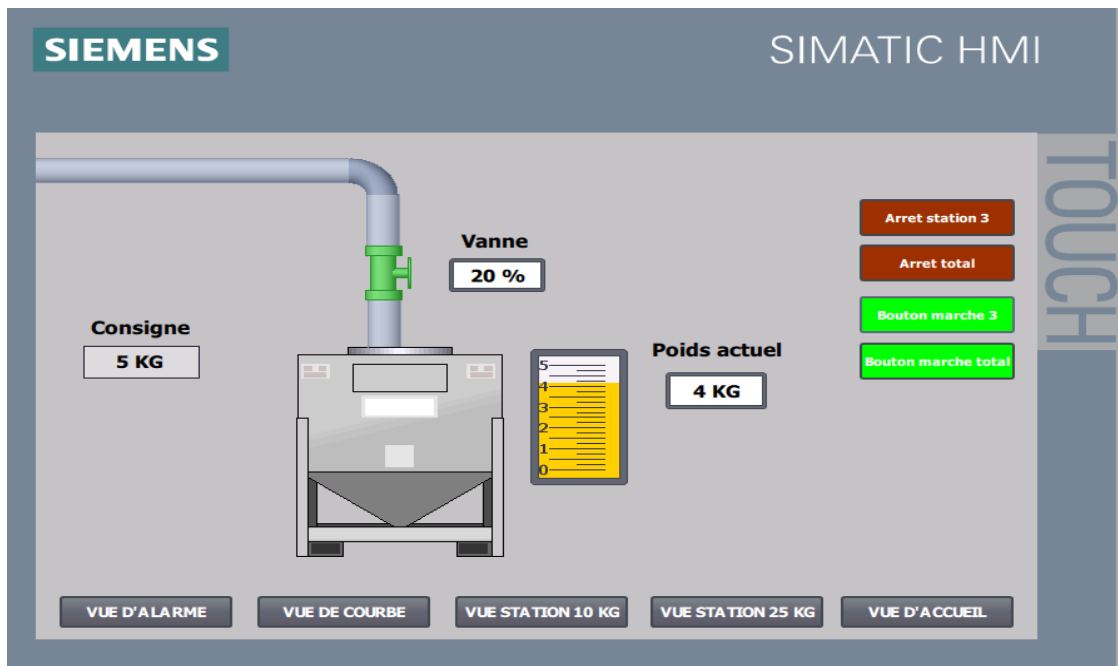


Figure 4.42 : la vue de la peseuse en cours de chargement.

- **Lorsque le poids atteint la consigne**, la vanne se ferme entièrement, déclenchant ainsi l'ouverture à 100 % de la trappe de déchargement, permettant ainsi la vidange complète de la trémie.

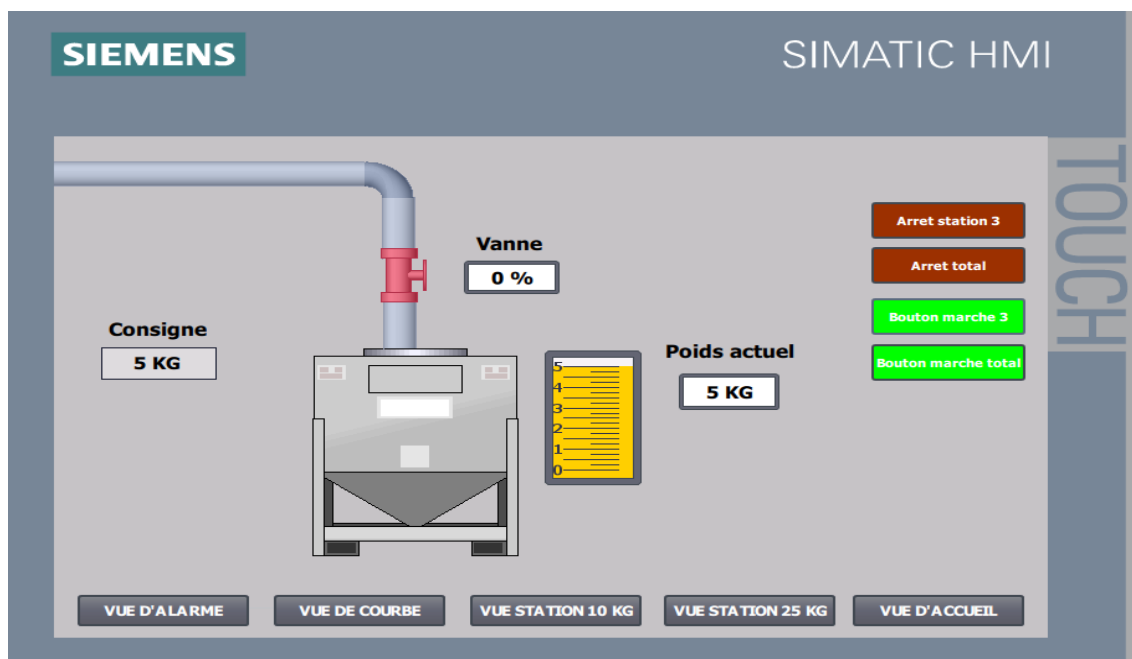


Figure 4.43 : la vue de déchargement.

- Lors de l'arrêt, la vanne et la trappe sont fermées, et le poids est à 0 kg.

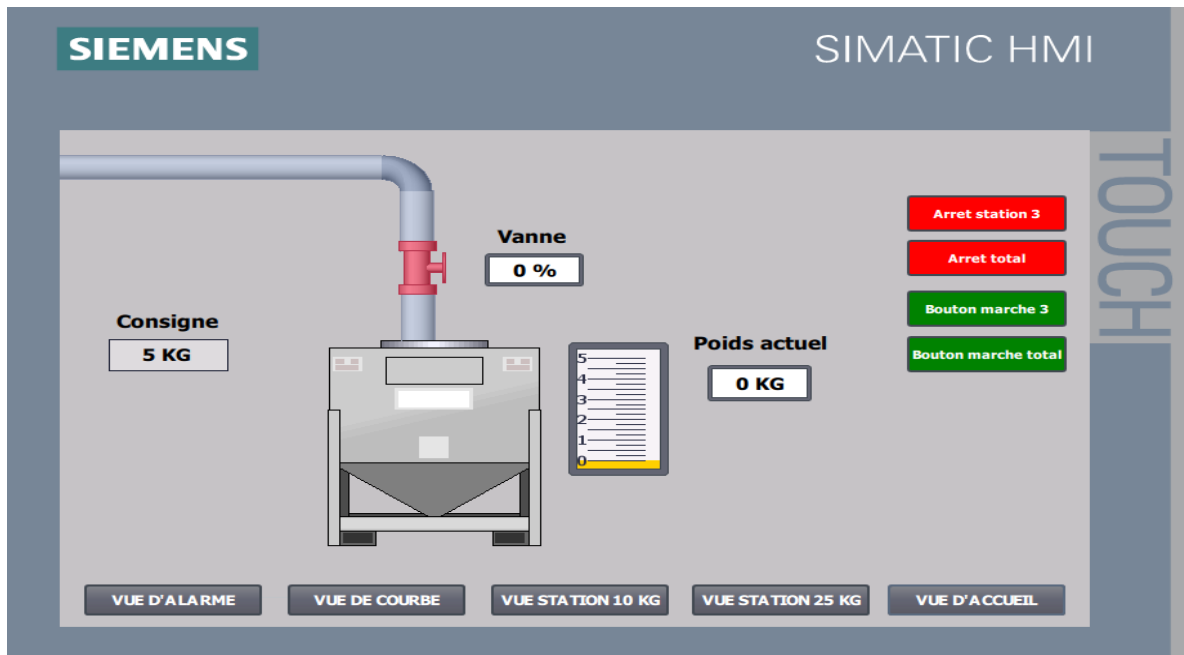


Figure 4.44 : la vue a l'arrêt de la station.

IV.18.4.2 Vue d'alerte



Figure 4.45 : la vue d'alerte.

IV.18.4.3 Courbe représentative de l'opération de pesage

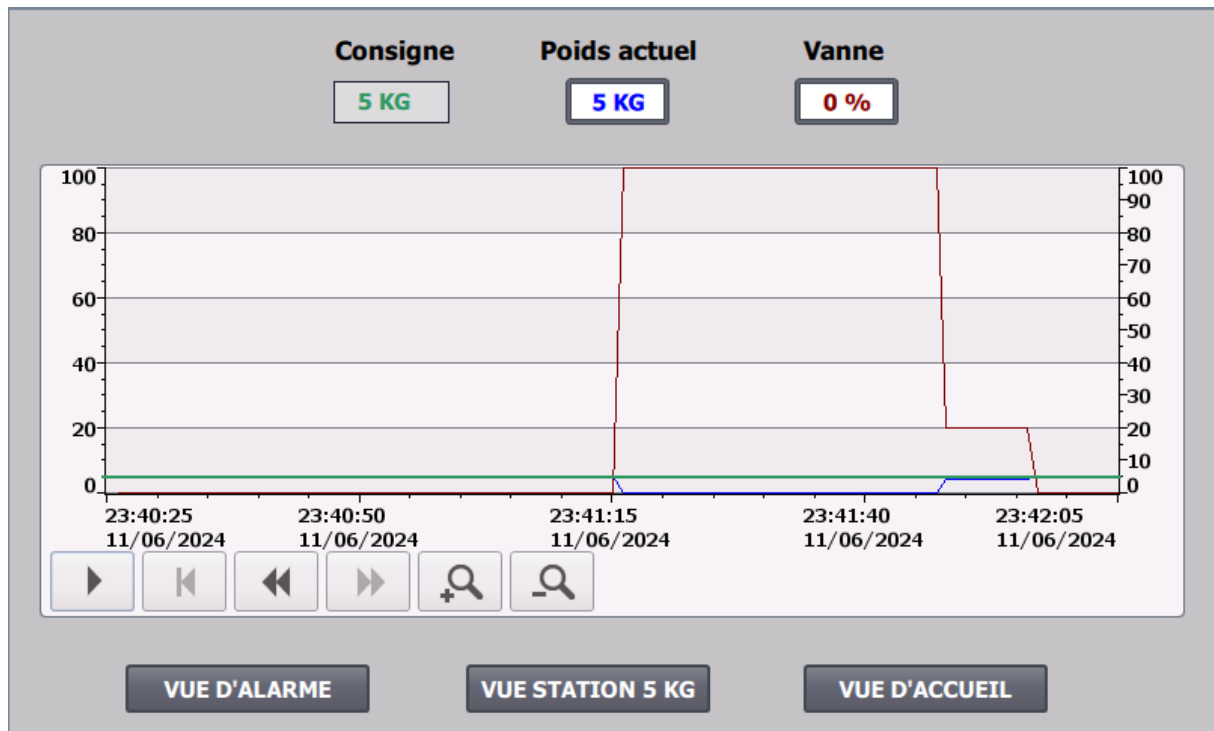


Figure 4.46 : vue de la courbe pendant le chargement et le déchargement.

IV.19 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons finalisé notre projet d'automatisation et de supervision d'une station de pesage. Ce système conçu est facile à intégrer dans le système étudié. Nous avons également présenté la procédure de création du programme sous TIA PORTAL V16, avec lequel nous avons élaboré notre programme. La simulation de la station de pesage a été réalisée à l'aide du logiciel de simulation de module S7-PLSIM. Nous avons fourni un aperçu des blocs contact et des étapes utilisées lors de la programmation, qui seront ensuite implantées dans l'automate S7-1200, utilisé lors de l'automatisation.

De plus, nous avons élaboré une plateforme de supervision comprenant des interfaces permettant de suivre en temps réel l'évolution du processus. La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre unité à distance, grâce à une connexion de type MPI. La création de notre IHM a nécessité une bonne compréhension du fonctionnement de notre système ainsi que du langage de programmation utilisé pour communiquer avec l'automate.

**CONCLUSION
GENERALE
ET
PERSPECTIVES**

Dans ce mémoire, nous avons réalisé l'automatisation d'une station de pesage existante à l'entreprise MIS (Moulin Industriel de SEBAOU) et ce, par le remplacement des contres poids par des cellules de pesage de nouvelle technologie fiables et sensibles et les vérins par des vannes régulatrices.

Ces derniers sont connectés à un automate programmable S7-1200.

Nous avons également développé une plateforme de supervision grâce à l'ajout d'un écran IHM avec le logiciel TIA Portal V16 afin de contrôler le fonctionnement du système en temps réel.

Le programme réalisé sur l'automate programmable S7-1200 a contribué à l'amélioration des options de la production telles que :

- La temporisation : permet d'effectuer la pesée le plus rapidement possible et ce en programmant le temps de chargement et de déchargement, le temps de commutation flux principal/flux d'appoint
- La visualisation : l'interface IHM réalisé permettra à l'opérateur le contrôle en temps réel de la station et le diagnostics des pannes plus facilement.
- La rapidité et la précision : grâce au programme réalisé, la rapidité et la précision du système ont été nettement améliorées.

Notre travail au sein de l'entreprise nous a permis de :

- Mettre en œuvre nos connaissances théoriques déjà acquises au cours de notre formation à l'université.
- La découverte du monde industriel.
- La maîtrise du logiciel de programmation TIA Portal V16.
- Apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

En perspectives, nous proposons de :

- Insertion d'un carrousel pour l'ensachage et l'expédition des sacs automatiquement.
- Programmation des alarmes pour nous alerter des différents blocages qui peuvent se produire lors de l'opération de pesage.

Enfin, nous espérons que notre travail servira de support pour les étudiants des promotions à venir et pour l'entreprise MIS pour d'autres réalisations.

Références Bibliographiques

Mémoires et ouvrages :

- [1] **WILLIAM Bolton**, «Les automates programmables industriels », 2eme Edition DUNOD, 2015.
- [2] **Emerson**, Manuel de la vanne de régulation, Cinquième édition, 2019.
- [3] **BENFEDA Rachid, AMRANE boussad, CHAOUCHE Aziz**, ‘ ‘ Etude de la protection électrique des moteurs asynchrones triphasés ’ ’, mémoire de fin d’études, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 2012.
- [4] Cours « Grafcet et programmation des api », université des frères Mentouri Constantine 1.
- [5] **B. MARX**, « LE GRAFCET ou une introduction aux Systèmes Dynamiques à Evénements Discrets », université de Nancy.
- [6] Apprendre facilement la programmation des automates Siemens avec TIA Portal (Volume t. 1), DOUMEMILE KOMI SAMATI, (Volume t. 1), 1 juin 2020.
- [7] **SEDDAR Yahia, GHEZAL Katia**, ‘ ‘Contribution à l’Implémentation d’un Régulateur Flou sous un API S7-300 ’ ’, mémoire de fin d’études, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 2017.
- [8] Support d'apprentissage/de formation, Module 051-201 TIA Portal, édition 2018.
- [9] **LEKKAM Madjid, MADJOUR HAMZA**, « Amélioration et automatisation d'un système de lubrification pour surface convoyeurs avec automate programmable S7-300 », mémoire de fin d’études, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou, 2014.
- [10] **Patrick GATT**, « Régulation Industrielle », Edition 2019.

Sites internet :

- [11] <https://www.iris-france.org/61154-la-demande-en-ble-ne-cesse-de-saccroitre-avec-laugmentation-de-la-population-depassant-de-tres-loin-les-capacites-productives/>
- [12] <https://www.misebaou.com/>
- [13] https://www.jdotec.net/s3i/EdS/Voc/Systeme_automatise.php
- [14] <https://www.ip-systemes.com/details-qu+est+ce+qu+un+automate+programmable+industriel+-772.html#:~:text=Les%20unit%C3%A9s%20centrales%20de%20traitement,sortie%20sous%20forme%20de%20signaux>
- [15] <https://nexaindustries.cm/comment-choisir-son-verin-pneumatique/>

- [16] <https://www.usinenouvelle.com/expo/verins-pneumatiques-o360.html?g=3>
- [17] <https://www.helyon.com/category/protection-contre-la-pression-et-le-vide/vanne-de-regulation/>
- [18] https://fr.wikipedia.org/wiki/Transporteur_à_vis
- [19] https://tiaportal_formation_automatisme.solutions-industrielles.com/livret/niveau-1/nls006-langage-plc/

Liste des abréviations

PO : Partie Opérative

PC : Partie Commande

TOR : Tout ou Rien

CPU : Central Processing Unite

API : Automate Programmable Industriel

PLC : Programmable logiciel control

E/S : Entrée / Sortie

AI : Entrée analogique

DI : Entrée numérique

AO : Sortie analogique.

DO : Sortie numérique

GRAFCET : Graphe de Commande Etape Transition

LIST : Langage Liste

SCL: Structured control language.

LOG : Langage Logigramme

CONT : Langage contact

TIA Portal :Totally Integrated Automation Portal

WinCC: Windows Control Central

IHM : Interface Homme Machine

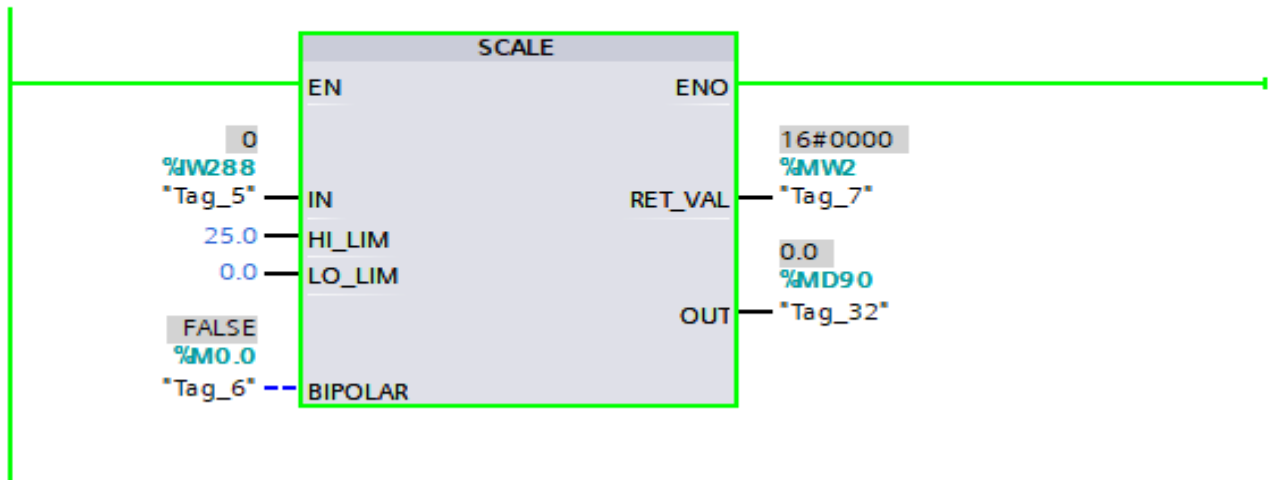
MPI : Multi Point Interface

PROFIBUS : Process Field Bus

Annexes

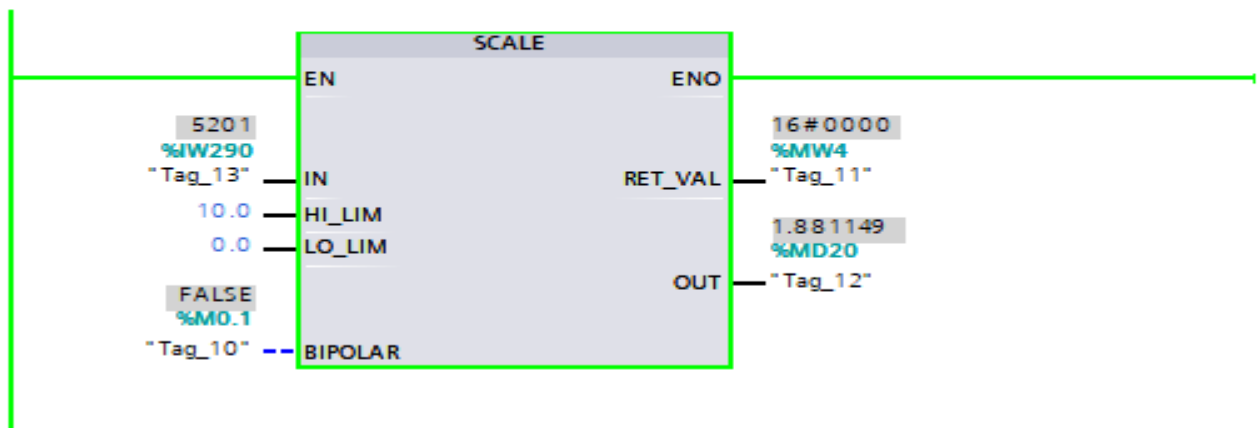
Réseau 1 :

CP1



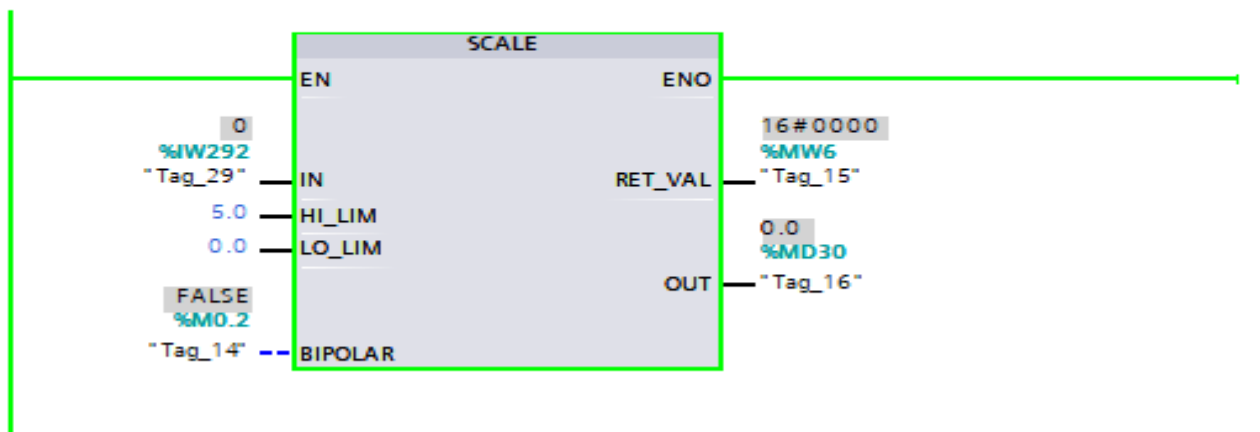
Réseau 2 :

CP2



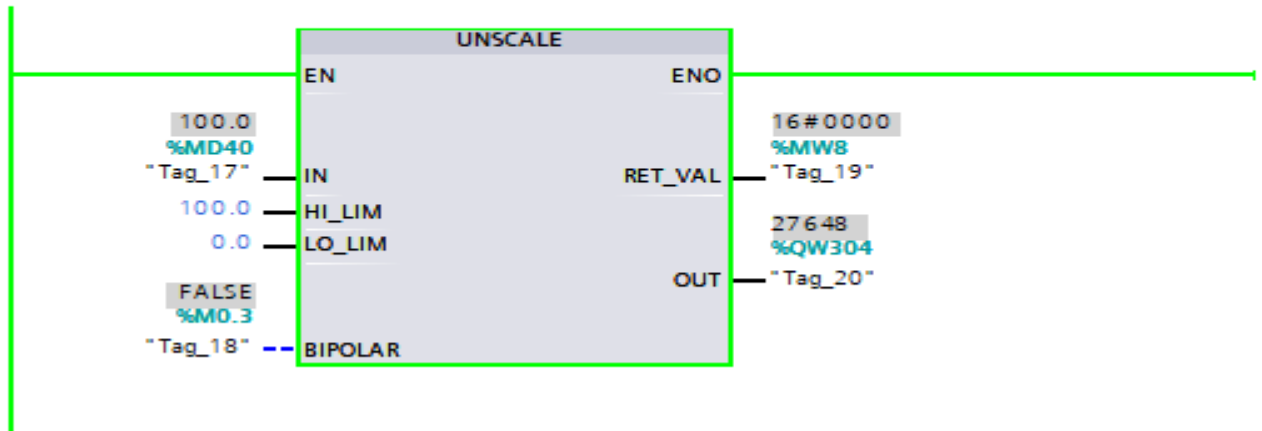
Réseau 3 :

CP3



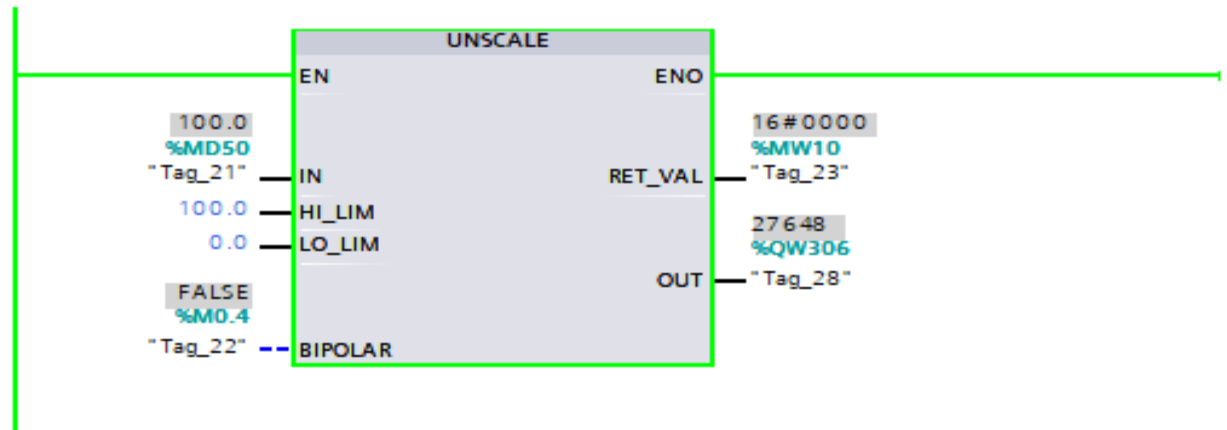
Réseau 4 :

VA1



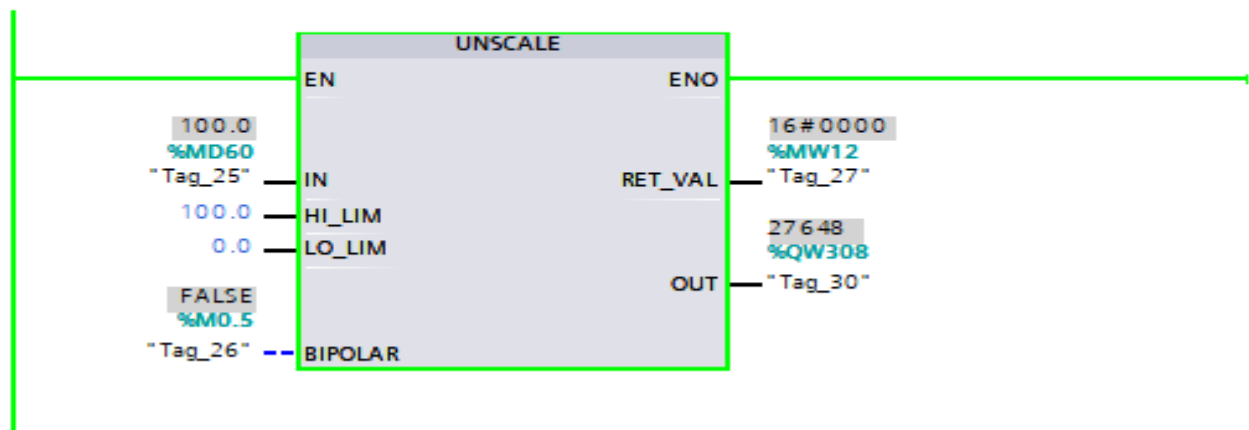
Réseau 5 :

VA2



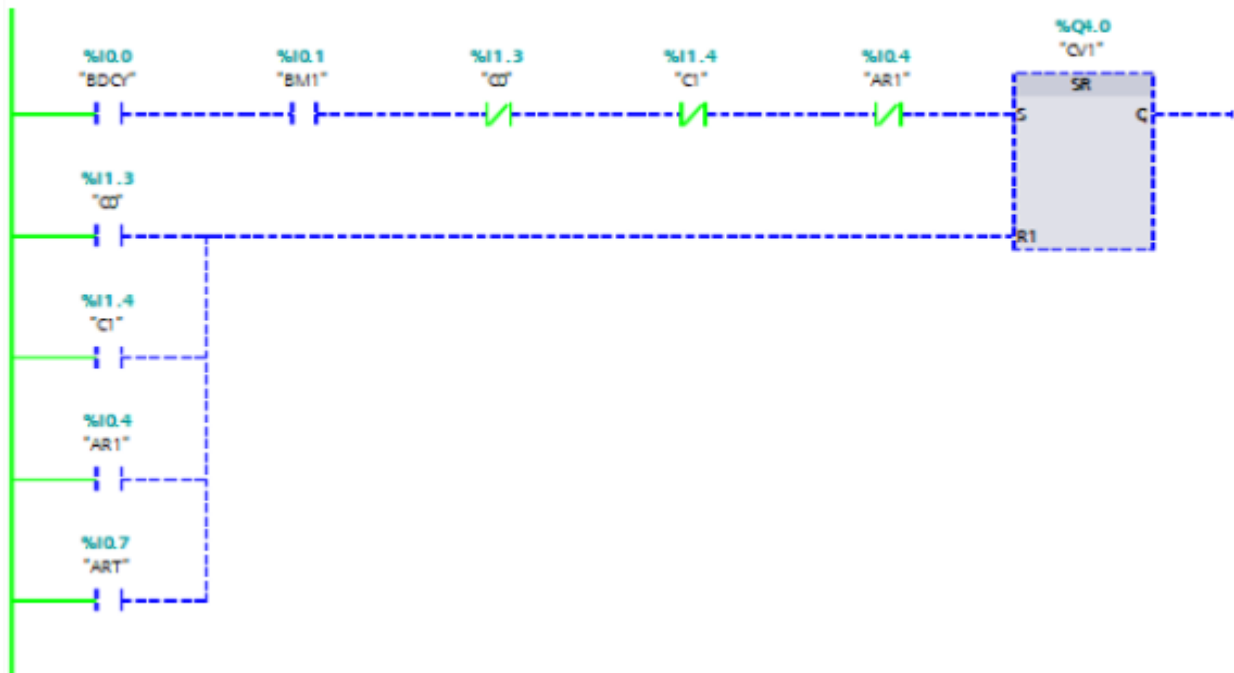
Réseau 6 :

VA3



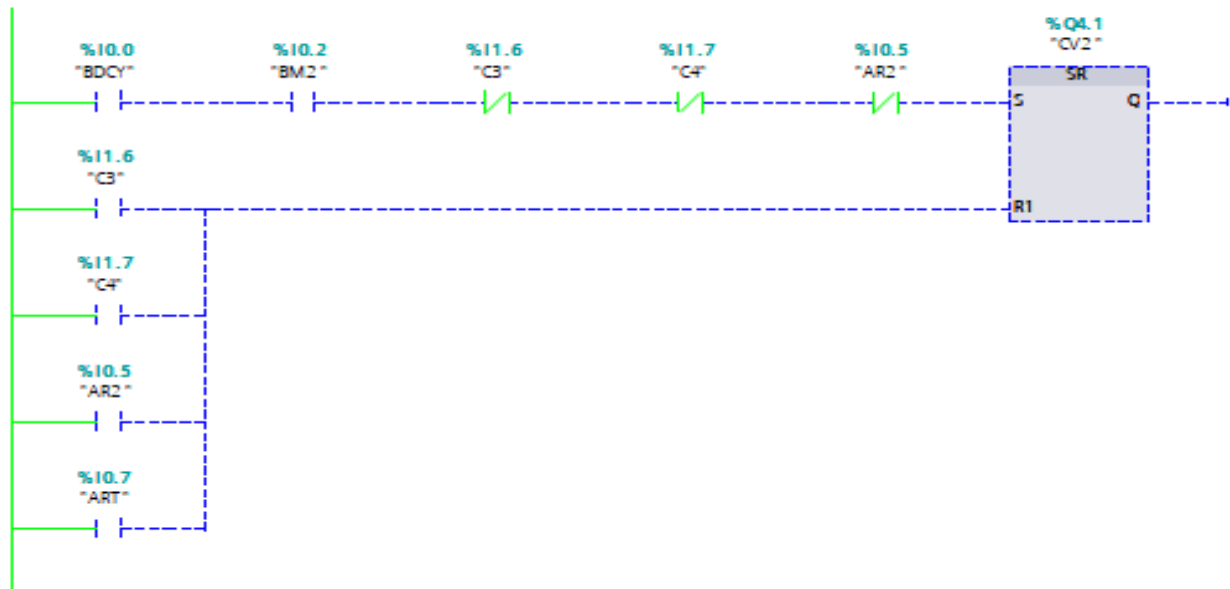
Réseau 7 :

CV1



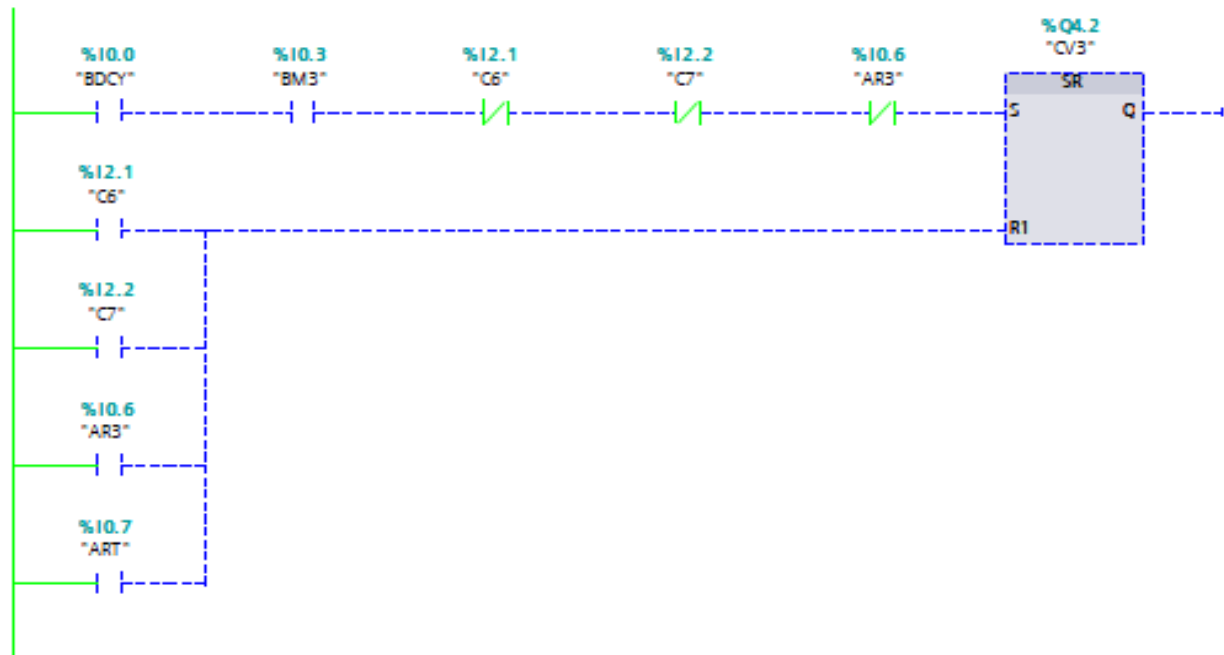
Réseau 8 :

CV2



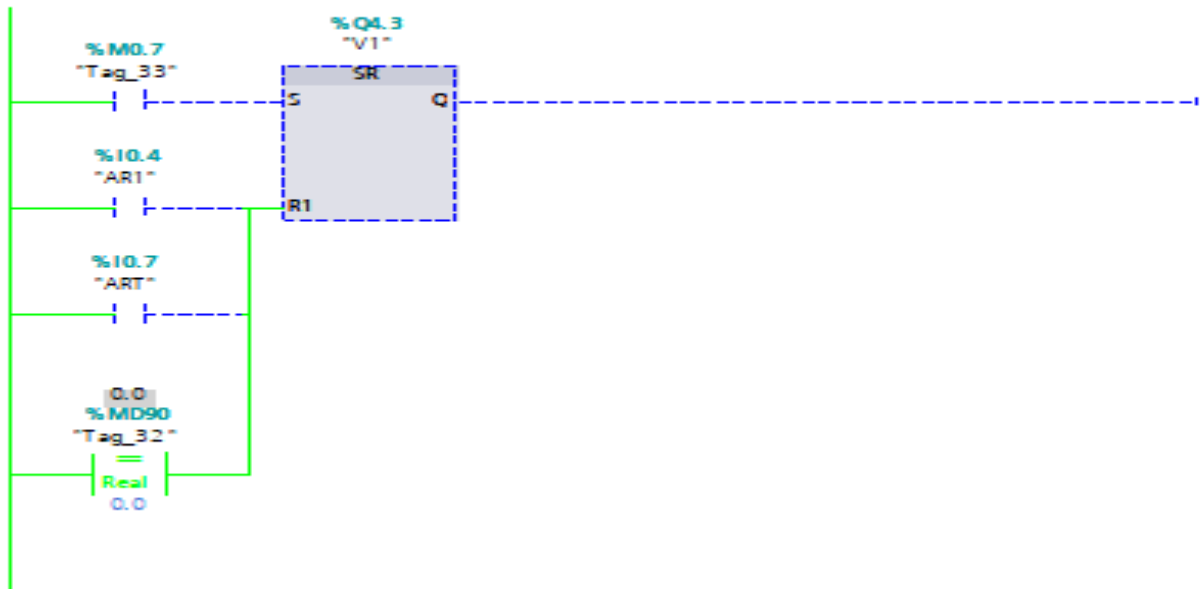
Réseau 9 :

CV3



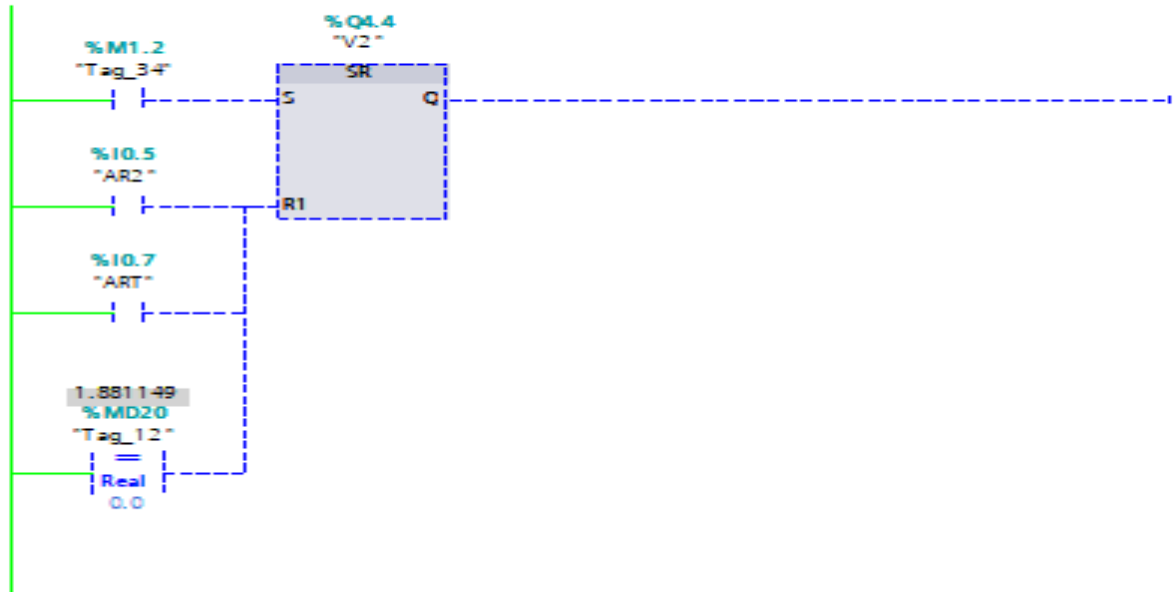
Réseau 10 :

V1



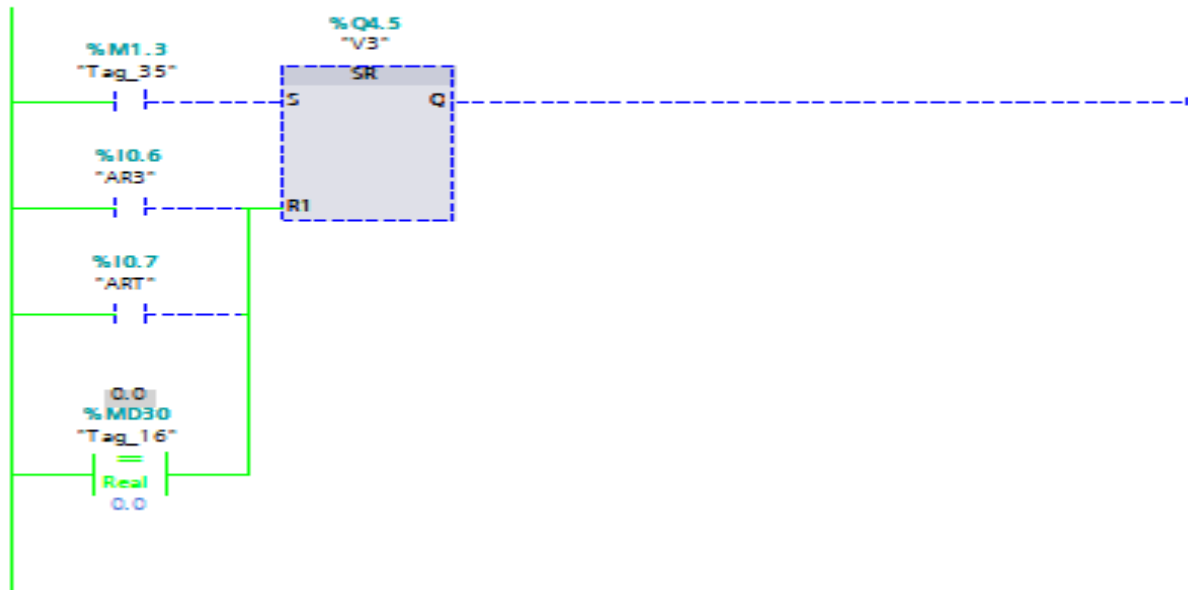
Réseau 11 :

V2



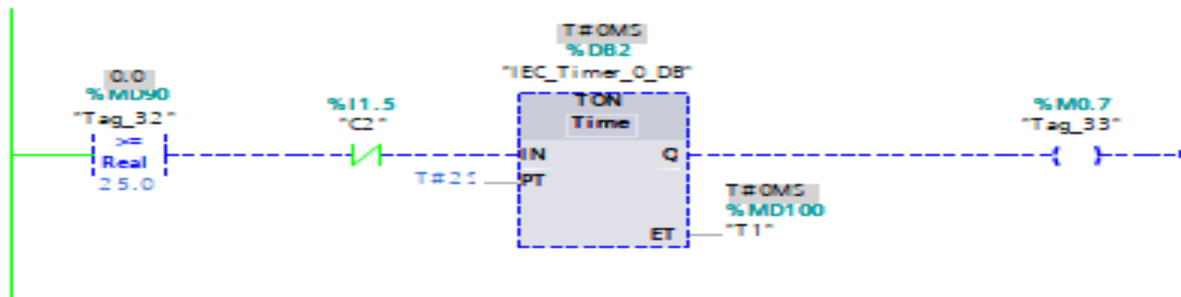
Réseau 12 :

V3



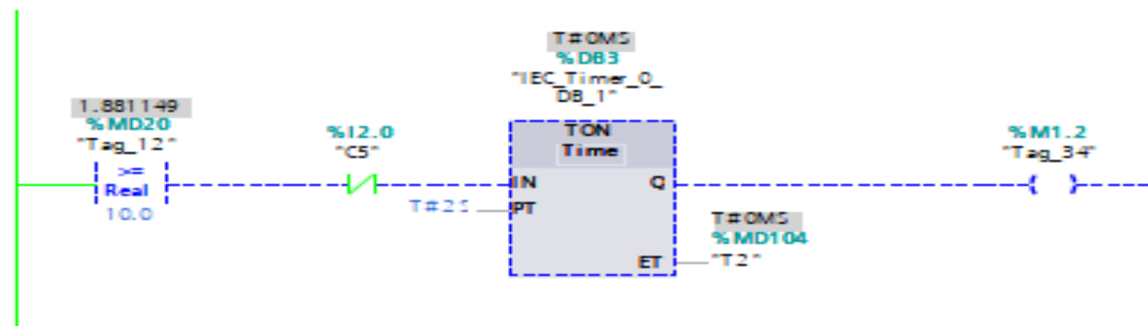
Réseau 13 :

Commentaire



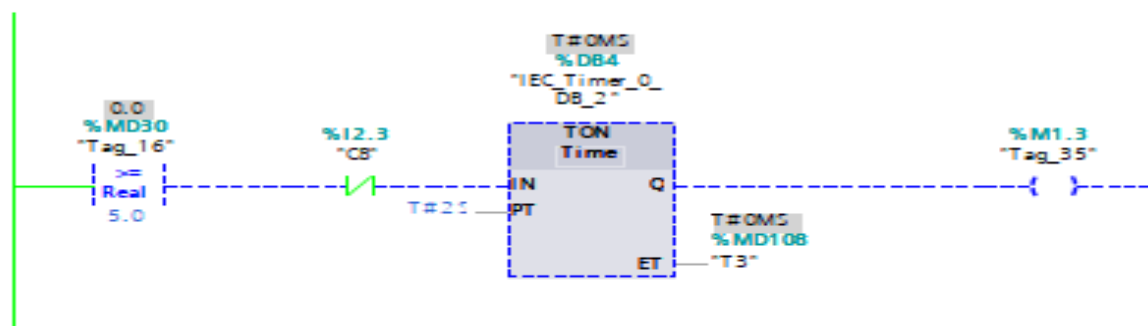
Réseau 14 :

Commentaire



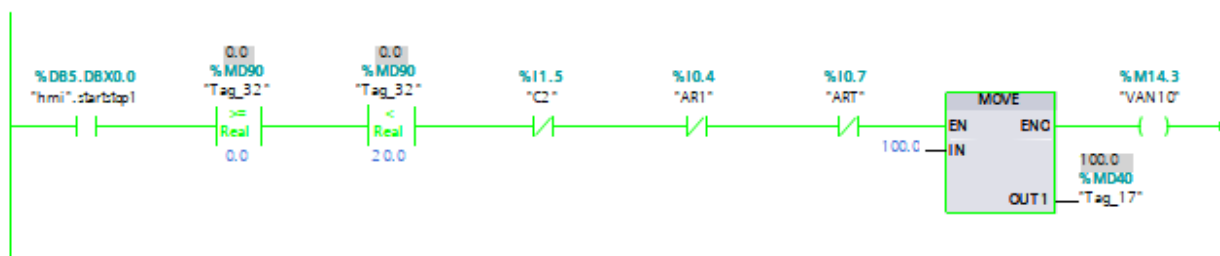
Réseau 15 :

Commentaire



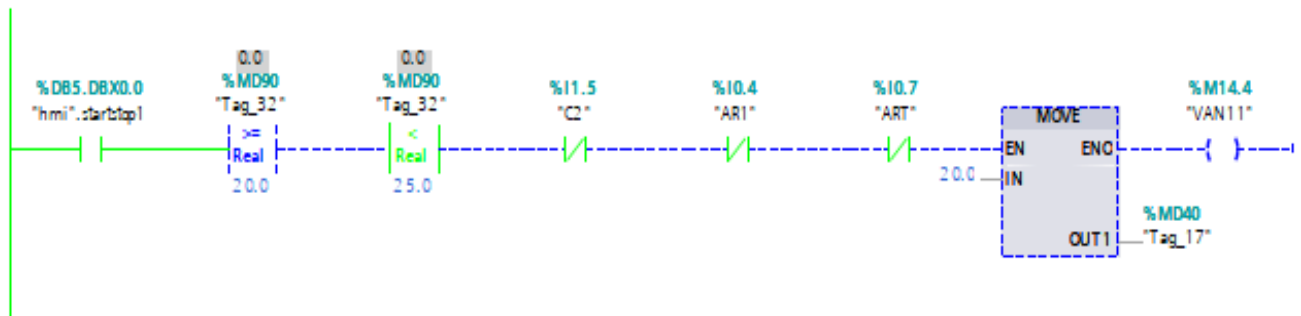
Réseau 16 :

Commentaire



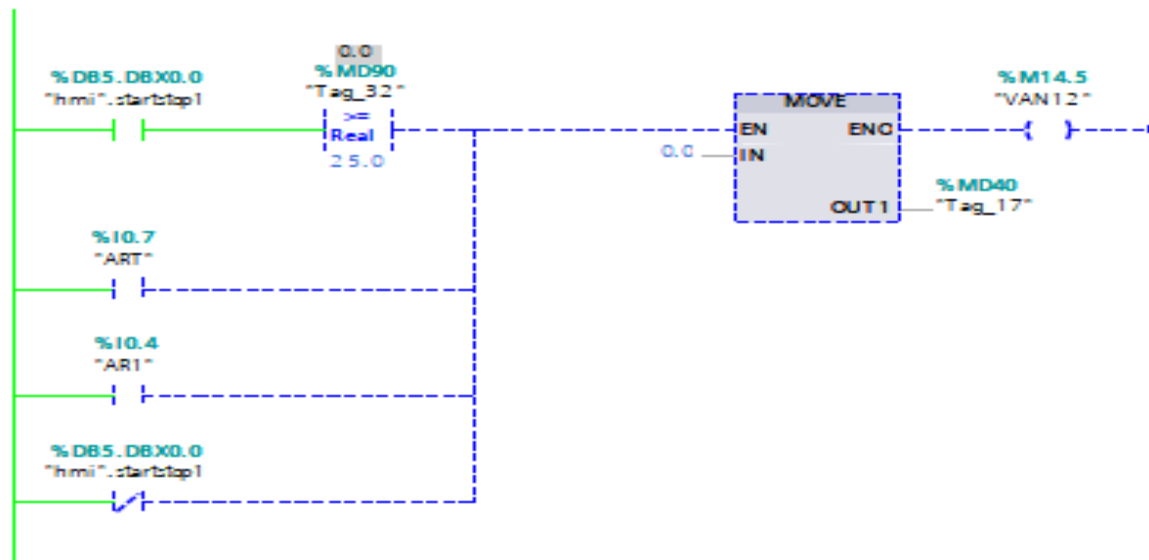
Réseau 17 :

Commentaire



Réseau 18 :

Commentaire



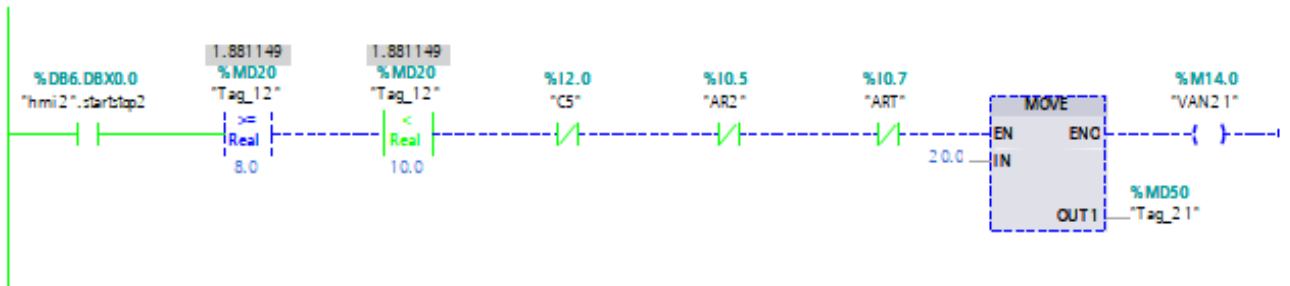
Réseau 19 :

Commentaire



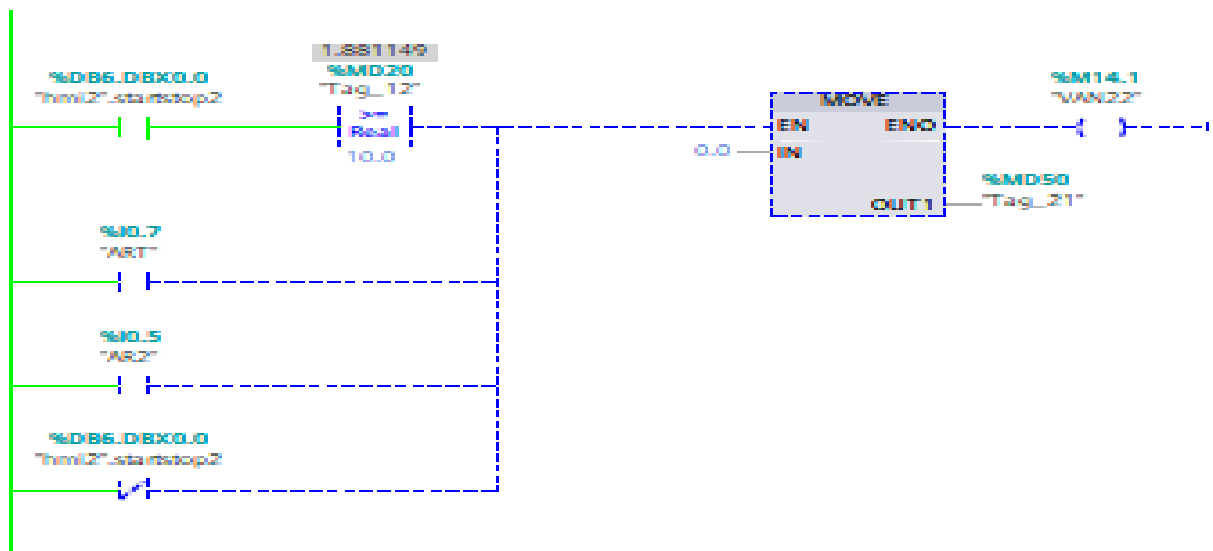
Réseau 20 :

Commentaire



Réseau 21 :

Commentaire



Réseau 22 :

Commentaire



Réseau 23 :

Commentaire



Réseau 24 :

Commentaire

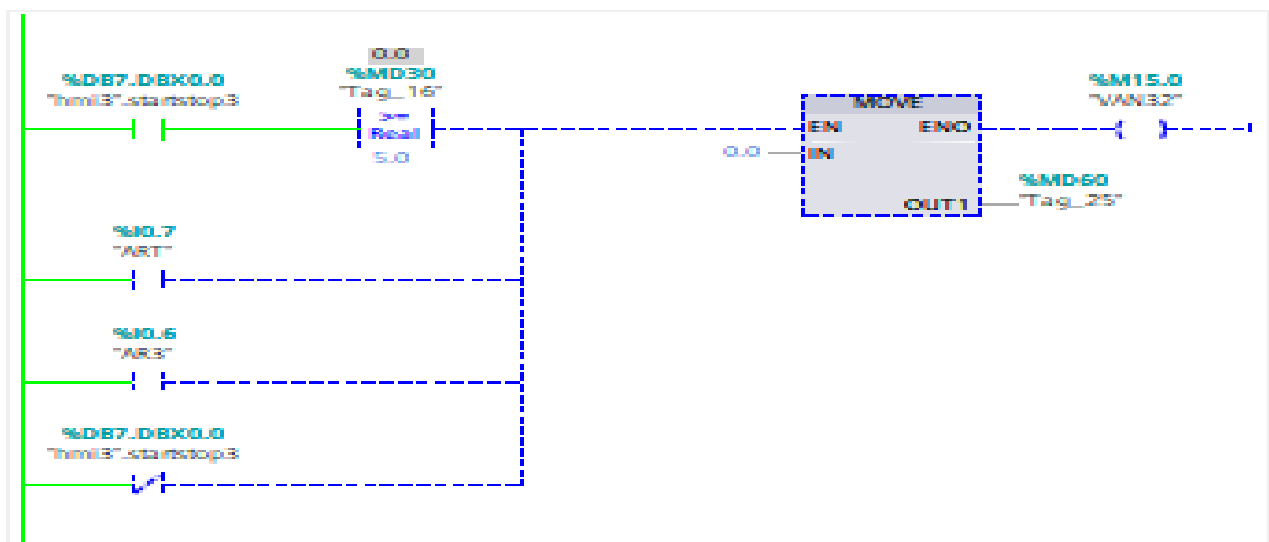


Table de Variables

Nom	Adresse	Type de variable	Commentaire
BDCY	I0.0	Entrée	Le bouton départ cycle démarre tout les trois stations en même temps
BM1	I0.1	Entrée	bouton marche de la station de pesage 25 KG
BM2	I0.2	Entrée	bouton marche de la station de pesage de 10 KG
BM3	I0.3	Entrée	bouton marche de la station de pesage de 5 KG
CV1	Q4.0	Sortie	le convoyeur a vice 1 de la station de pesage de 25 KG
CV2	Q4.1	Sortie	le convoyeur a vice 2 de la station de pesage de 10 KG
CV3	Q4.2	Sortie	le convoyeur a vice 3 de la station de pesage de 5 KG
VA1	QW304	Sortie	la vanne analogique 1 de la station de pesage de 25 KG
VA2	QW306	Sortie	la vanne analogique 2 de la station de pesage de 10 KG
VA3	QW308	Sortie	la vanne analogique 3 de la station de pesage de 5 KG
V1	Q4.3	Sortie	le vérin de déchargement 1 de la station de pesage de 25 KG
V2	Q4.4	Sortie	le vérin de déchargement 2 de la station de pesage de 10 KG
V3	Q4.5	Sortie	le vérin de déchargement 3 de la station de pesage de 5 KG
AR1	I0.4	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 25 KG
AR2	I0.5	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 10 KG
AR3	I0.6	Entrée	bouton d'arrêt de la station de pesage 5 KG
ART	I0.7	Entrée	bouton d'arrêt total de toutes les stations
CP1	IW288	Entrée	Capteur de poids 1 de la station de 25 KG
CP2	IW290	Entrée	Capteur de poids 2 de la station de 10 KG
CP3	IW292	Entrée	Capteur de poids 3 de la station de 5 KG
C0	I1.3	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 1 de la station de 25 KG

C1	I1.4	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 25 KG
C2	I1.5	Entrée	Capteur du vérin déchargement 1 de la station de 25 KG
C3	I1.6	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 2 de la station de 10 KG
C4	I1.7	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 10 KG
C5	I2.0	Entrée	Capteur du vérin déchargement 2 de la station de 10 KG
C6	I2.1	Entrée	Capteur de dysfonctionnement du convoyeur a vice 3 de la station de 5 KG
C7	I2.2	Entrée	Capteur niveaux haut du boisseau de la station de 5 KG
C8	I2.3	Entrée	Capteur du vérin déchargement 3 de la station de 5 KG