
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Mention Électronique

Spécialité Instrumentation Électronique

présenté par

Dra el Mizen Mohamed Zohir

Étude et réalisation d'un Système de contrôle de poids en ligne de produit fini des pâtes alimentaires.

Proposé par : Dr. Chentir Amina (USDB 1) & Mr. Ameer Abdelatif (SIM)

Année Universitaire 2017-2018

Remerciements

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier **Dieu** le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.*

J'ai l'honneur et le plaisir de présenter mes sincères remerciements à ma promotrice Dr. Chentir Amina et mon Co-promoteur Mr. Ameer Abdelatif, pour l'encadrement et l'encouragement.

Mes remerciements aux respectables membres du jury pour l'honneur qu'ils me font de juger mon travail

Je remercie profondément M.Brahimi et tous les enseignants qui m'ont encouragé et soutenu pendant les années de mes études.

Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de mon mémoire.

Je dédie ce travail, avant tout, A ma Grand-Mère que j'estime beaucoup.

À mes très chers parents, et mes très chères sœurs.

A toute ma grande famille, oncles, cousins et cousines

Et A mes chers amis.

Souhaitons enfin que ce projet soit au niveau de vos attentes et qu'il permette d'enrichir un tant soit peu la bibliothèque de notre département.

ملخص:

يختص هذا المشروع في برمجة جهاز التحكم المنطقي (S7 -1200) ببرنامج (TIA PORTAL) من اجل التحكم ومراقبة وزن صناديق المنتجات النهائية في نهاية خط الانتاج وضمان امتثال الوزن المتوافق مع المكتب الوطني للمقاييس القانونية ONML. وكذلك انشاء واجهة انسان-آلة على Siemens KTP 1000 ، لعرض بيانات الوزن والإشراف على التعديل في حالة انطلاق انذارات لعدم امتثال الوزن للمقاييس القانونية كلمات المفاتيح: "جهاز التحكم المنطقي" ، " S7 -1200" ، "TIA PORTAL" ، ، "واجهة انسان-آلة Siemens KTP1000"

Résumé :

Le présent projet consiste à la programmation d'un automate "S7-1200" avec le logiciel "TIA Portal" pour contrôler le poids des caisses en ligne de produit fini des pâtes alimentaires et assurer la conformité de poids aux normes ONML. Aussi, la création d'une interface homme-machine sur "Siemens KTP1000" pour la gestion, l'affichage des données de production et la supervision par le déclenchement d'alarme en cas de non-conformité détectée.

Mots clés : "Automate" , "S7-1200" ; "TIA Portal"; "Siemens KTP1000".

ABSTARCT:

This project consists of programming an "S7-1200" controller with "TIA Portal" software to control the weight of in-line boxes of finished pasta products and ensure weight compliance with ONML standards. Also, the creation of a man-machine interface on "Siemens KTP1000" for the management, the display of the production data and the supervision by triggering an alarm in the event of nonconformity detected.

Keywords: "Controller" , "S7-1200" ; "TIA Portal"; "Siemens KTP1000".

Table des matières

Remerciements	
Résumé	
Liste des acronymes	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction Générale	1

Chapitre 1 : Généralités

1.1 Introduction	3
1.2 Présentation générale du groupe SIM.....	3
1.2.1 Présentation de la société SIM	3
1.3 Chaîne de conditionnement	4
1.4 Généralités sur le pesage industriel.....	7
1.4.1 Processus de dosage et d’emballage des paquettes	7
1.5 Pesage des paquettes par SIM.....	9
1.6 Remplissage des caisses	10
1.7 Contrôle de poids des caisses de produit fini en ligne.....	10
1.7.1 Trieuses pondérales.....	10
1.7.2 Présentation du système de contrôle à étudier.....	11
1.8 L’Office National de Métrologie Légale (ONML).....	12
1.8.1 Définition	12
1.8.2 Les normes de l’ONML	13
1.8.3 Généralités sur l’Etalonnage	14
a. Définition de l’étalonnage	14
b. Les masses Étalon.....	14

Table des matières

1.9	Les sources des erreurs du poids mesuré de la caisse	14
1.10	Conclusion.....	15

Chapitre 2 : Description de la partie opérative

2.1	Introduction.....	16
2.2	Partie opérative (OP)	16
2.2.1	Bouton de démarrage (Interrupteur- sectionneur).....	18
2.2.2	Bouton poussoir d'arrêt d'urgence	18
2.2.3	Bouton poussoir (Réarmement)	18
2.2.4	Convoyeur à bandes.....	19
2.2.5	Les détecteurs photoélectrique.....	20
a.	Différents types de système de détection	20
b.	Critères généraux de choix des détecteur.....	22
2.2.6	Le détecteur E3Z-D82 2M.....	22
2.2.7	Le capteur de poids	23
a.	Définition.....	23
b.	Nature des capteurs.....	24
c.	Classification des capteurs	24
2.2.8	Capteur de force ou de poids	25
a.	Principe de fonctionnement	25

Table des matières

b.	Les différentes cellules de charge analogiques.....	27
c.	La cellule de charge « model Sb-2 ».....	28
2.2.9	Les Voyants.....	28
2.3	Conclusion.....	29

Chapitre 3 : Description de la Partie Commande

3.1	Introduction	30
3.2	L'automate programmable industriel (A.P.I).....	30
3.2.1	Définition	30
3.2.2	Architecture interne des API.....	31
a.	Processeur.....	31
b.	Modules Interface E/S.....	32
c.	Les mémoires.....	32
d.	L'alimentation.....	32
e.	Les liaisons de communications.....	32
3.2.3	Fonctionnement de l'API.....	33
3.2.4	Critères de choix d'un automate.....	33
3.2.5	Les différents modèles de l'API SIEMENS S7.....	34
3.2.6	Présentation de L'API SIEMENS S7-1200.....	34
3.2.7	Modules d'extensions	35
3.2.8	Caractéristiques techniques du CPU 1215C	37

Table des matières

3.3	Le SIWAREX WP231.....	38
3.3.1	Présentation.....	38
3.3.2	Domaine d'application.....	39
3.3.3	Les Avantages du SIWAREX WP321	39
3.4	Totally Integrated Automation Portal	40
3.4.1	Présentations des blocs de programmation	41
3.5	Le Win CC.....	41
3.6	Interface Homme-Machine (H M I)	42
3.6.1	Définition	42
3.6.2	Présentation HMI (KTP1000 6AV6647-0AF11-3AX0.....	42
3.6.3	Caractéristiques techniques du HMI (KTP1000 6AV66470-0AF11)...	42
3.7	Commutation Ethernet	43
3.7.1	Stratégie de communication	44
3.8	Langage de programmation.....	44
3.8.1	Ladder (LD).....	44
3.8.2	Langage liste d'instruction (IL).....	45
3.8.3	Langage Grafcet	46
3.8.4	Langage littéral structuré (ST)	47
3.9	Conclusion.....	47
Chapitre 4 : Réalisation Pratique & Tests		
4.1	Introduction.....	48

Table des matières

4.2	Elaboration du GRAFCET de contrôle de poids.....	48
4.2.1	Principe de fonctionnement.....	48
4.2.2	Grafcet	49
4.3	Programmation de l'automate S7-1200.....	50
4.3.1	Description de notre programme.....	50
4.3.2	Configuration matériels.....	51
4.3.3	Configuration de la CPU pour la communication PROFINET.....	53
4.3.4	Programme utilisateur	53
a.	Tables de mnémonique.....	53
b.	Structure de programme utilisateur.....	54
4.4	Interface de la supervision	62
4.4.1	Déclaration des variables	62
4.4.2	Création des vues	63
a.	Vue initiale	63
b.	Vues paramétrage.....	64
4.5	Schéma et câblage électrique	69
4.6	Conclusion.....	71
	Conclusion Générale.....	72
	Bibliographie.....	73

Table des matières

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Situation géographique de la société SIM	4
Figure 1.2 : Schéma Synoptique de la chaine de conditionnement	5
Figure 1.3 : Pesage des paquets	10
Figure 1.4 : Système de contrôle de poids	12
Figure 2.1 : La structure du système automatisé.....	16
Figure 2.2 : Organigramme de fonctionnement du système de contrôle de poids.....	17
Figure 2.3 : Interrupteur- sectionneur et son symbole	18
Figure 2.4 : Bouton d'urgence.....	18
Figure 2.5 : boutons poussoirs à ouverture.....	19
Figure 2.6 : Symbole bouton poussoir.....	19
Figure 2.7 : convoyeur à bande.....	19
Figure 2.8 : Système barrage.....	21
Figure 2.9 : Système reflex.....	21
Figure 2.10 : Système reflex polarisé	21
Figure 2.11 : Système proximité.....	22
Figure 2.12 : Le détecteur E3Z-D82 2M.....	23
Figure 2.13 : Fonctionnement d'un capteur.....	24
Figure 2.14 : conversion de la force mécanique en signaux électriques	26
Figure 2.15 : Fonctionnement des capteurs à jauges de contrainte.....	27
Figure 2.16 : Les cellules de charge analogique	27
Figure 2.17 : cellule de charge « modelé sb-2 ».....	28
Figure 2.18 : Exemple de voyants	29

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 : Echange des informations PC avec l'extérieur.....	31
Figure 3.2 : Architecture interne des API	31
Figure 3.3 : Différents modèles de L’A.P.I SIEMENS S7	34
Figure 3.4 : Automate S7-1200	35
Figure 3.5 : Module extensions	36
Figure 3.7 : Vue d'ensemble du système.....	38
Figure 3.8 : TotallyIntegrated Automation Portal V15.....	40
Figure 3.9 : SIEMENS HMI KTP1000 6AV6647-0AF11-3AX0	42
Figure 3.10 : Prise Ethernet (aux milieux), câble (à gauche) câblage Ethernet.....	43
Figure 3.11 : Stratégie de communication.....	43
Figure 3.12 : Présentation d’un schéma CONT.....	44
Figure 4.1 : GRAFCET système du contrôle de poids.....	49
Figure 4.2 : Boite de dialogue « ajouter un CPU »	51
Figure 4.3 : la configuration de SIWAREX et CPU.....	52
Figure 4.4 : Boite de dialogue « ajouter WinCC RT ADVANCED ».....	52
Figure 4.5 : Configuration des liaisons réseau entre une CPU et HMI.....	53
Figure 4.6 : Table des mnémoniques.....	54
Figure 4.7 : structure du programme.....	55
Figure 4.8 : Bloc 1 [FB2] contrôle de poids	56
Figure 4.9 : Démarrage du système	56
Figure 4.10 : détection de la caisse	57
Figure 4.11 : Stabilité de la caisse.....	58
Figure 4.12 : l'instruction IN RANGE "Valeur dans la plage".....	58
Figure 4.13 : comparaison	59

LISTE DES FIGURES

Figure 4.14 : Correction manuelle	59
Figure 4.15 : L'Arrêt du convoyeur	60
Figure 4.16 : Mise en marche de convoyeur et les voyons.....	60
Figure 4.17 : Mise en arrêt de convoyeur et les voyons.....	60
Figure 4.18 : calcul de tolérance.....	61
Figure 4.19 : variable HMI.....	62
Figure 4.20 : vue initial.....	63
Figure 4.21 : paramétré ou Menu principal	64
Figure 4.22 : Mise en service	65
Figure 4.23 : Mise en service (paramétrage)	65
Figure 4.24 : méthode d'étalonnage	66
Figure 4.25 : l'étalonnage	67
Figure 4.26 : l'étalonnage (exécution)	67
Figure 4.27 : L'alimentation.....	69
Figure 4.28 : les entrés API.....	69
Figure 4.29 : Sortie API.....	70
Figure 4.30 : Câblage SIWAREX et cellule de charge.....	70

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : comparaison entre le dosage volumétrique et le dosage pondéral	9
Tableau 1.2 : Article 16/a : doseur et trieuses pondérales	13
Tableau 1.3 : nombre à prélever en fonction de la production horaire.....	13
Tableau 2.1 : Caractéristiques du détecteur E3Z-D82 2M	23
Tableau 3.1 : les principales caractéristiques du CPU 1215C	38
Tableau 3.2 : les principales caractéristiques du HMI utilisé.....	43
Tableau 3.3 : fonction et instructions d'action de langage IL	46

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ONML : Office Nationale de Métrologie Légale

SIM : Semoulerie Industrielle de la Mitidja.

Armoire CPC : armoire Contrôle de Poids des Caisses.

Armoire EMP : armoire EMPaqueteuse.

QN : Quantité Normé.

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

API : Automate Programmable Industrielle

NO : Normally Open (Normalement Ouvert)

NC : Normally closed (Normalement fermé)

R : la résistance

p : Résistivité en $\Omega.m$

L : longueur en m

S : section en m^2

HMI : Interface Homme Machine

E/S : Entrée/Sortie

TOR : Tout Ou Rien

CPU : Unité de traitement centrale

ROM : Read-Only Memory

PROM : Programmable Read Only Memory

EEPROM : Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory

TRT : Le Temps de Réponse Total

Introduction générale

Introduction générale

Au début du XX^{ème} siècle, et avec le développement Technologique notamment des industries électronique et informatique, l'homme commença à voir la robotique et l'automatisme comme un outil très pratique de manipulation pouvant remplacer le travail manuel dans le cas du danger ou lorsque une rapidité ou une fiabilité extrême est recherchée.

Par définition, nous savons que l'automatisation est le moyen de production automatique et continu, qui permet d'améliorer les conditions de travail, de perfectionner le produit, d'augmenter la capacité de production, de réduire le prix de revient et d'accroître la sécurité des travailleurs et la protection du consommateur.

Dans le secteur agroalimentaire, la protection du consommateur et la précision de poids est primordiale, C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet de fin d'études qui consiste à faire une étude puis la réalisation d'un système de contrôle de poids en ligne de produit fini de pâtes alimentaires.

Le conditionnement est la phase finale d'une ligne de production, les Pâtes sont conditionnées dans des sacs en film plastique alimentaire avec un poids précis. Les sacs sont emballés dans des caisses en carton de 10Kg dites 'caisse Américaine'.

Bien que l'implantation de machines automatiques de remplissage de caisse réalise des vitesses de production élevées et remplace l'effort mécanique de dizaines d'ouvriers, ces machines ne remplacent pas une tâche de contrôle implicitement accomplie par l'opérateur humain. Cette tâche peut être exécutée en introduisant un contrôleur de poids caisse avant scellage. Ce contrôleur assure la conformité de poids aux normes ONML (Office Nationale de Mesure Légale) ainsi que la confirmation du nombres de sacs dans une caisse. Cette opération concerne toutes les caisses produites et un arrêt automatique est prévu en cas de non-conformité détectée.

Problématique

- Les systèmes installés utilisent des modules Siemens (module de pesage, API et afficheur) de la série C7 déjà obsolètes. Il n'y a pas de pièces de rechange pour ce type de produit en cas de panne.
- La nouvelle tendance de la gestion intelligente nécessite la connexion en temps réel de tous les équipements à un réseau Ethernet pour la collecte et l'analyse automatique des données de production.

Introduction générale

Le principal objectif de notre travail consiste à l'étude et la réalisation d'une solution basée sur la série S7 1200 de Siemens, qui sera introduite comme une extension des fonctions d'un système adjacent (robots remplissage de Caisses).

L'objet principal de ce projet est donc l'adaptation avec la nouvelle technologie et l'amélioration du système (précision, rapidité, fidélité) et pour ne pas tomber en panne au niveau du groupe SIM.

Afin d'atteindre nos objectifs , nous avons suivi les démarches suivantes :

- Le premier chapitre comporte une présentation du groupe SIM et une description de la chaîne de conditionnement ainsi que des généralités sur le pesage industriel et l'ONML (L'Office National de Métrologie Légale).
- Le second est consacré à l'étude de la partie opérative du système en détaillant ses organes et en précisant leurs rôles.
- Le troisième chapitre est destiné à la description de la partie commande.
- Le quatrième chapitre est réservé à la partie pratique. Il comprend les étapes suivies lors de l'automatisation de contrôle de poids, l'interface utilisateur pour l'affichage des données du système, la supervision et le câblage.
- Pour conclure, on a évalué les solutions adoptées, les problèmes rencontrés et les connaissances recueillies à ce stade d'avancement.

Chapitre 1 : Généralités

1.1 Introduction

Dans le cadre de réalisation d'un stage pour projet de fin d'études, nous consacrons ce premier chapitre à la présentation de la société dans laquelle nous avons effectué ce stage.

Ce chapitre comporte aussi une description générale du dosage et ensachage des sacs des pâtes alimentaires et le remplissage des caisses, clarifiant également le système de contrôle de poids en fin de ligne de production en respectant les normes de pesage de l'ONML (Office Nationale de Métrologie Légale) sujet de notre étude.

1.2 Présentation générale du groupe SIM

L'Entreprise a été fondée en 1990 par Monsieur TAIEB EZZRAIMI Abdelkader en tant que petite société familiale dans le domaine de la Minoterie-Semoulerie où elle a fait office de pionnière en sa qualité de première société privée dans cette filière d'activité en Algérie [1].

1.2.1 Présentation de la société SIM

Ce groupe dont la notoriété est maintenant bien établie, porte le sigle « SIM » pour Semoulerie Industrielle de la Mitidja.

Ces activités dépassent largement les frontières du pays et a connu un prestigieux développement. Après s'être imposé comme leader dans le secteur de l'agro-alimentaire, ses dirigeants ont décidé d'investir dans plusieurs créneaux.

Pour ce faire, le groupe compte cinq filiales. Des investissements ont été réalisés dans le secteur de la santé, de la promotion immobilière, de l'énergie, de l'agro-alimentaire, auxquels viennent s'ajouter les deux entreprises publiques qu'étaient les eaux minérales, BEN HAROUN et MOUZAIA.

Le patrimoine de la filiale agro-alimentaire est constitué de [1] :

- ✓ 5 semouleries
- ✓ 3 minoteries
- ✓ 2 unités de pâtes courtes
- ✓ 2 unités de pâtes longues
- ✓ 4 unités de couscous
- ✓ 1 unité de fabrication d'aliment de bétail

L'ensemble qui s'étale sur une superficie de 90.000 m² présente des capacités globales qui sont de :

- ✓ 2000 tonnes/jour pour la minoterie semoulerie
- ✓ 300 tonnes/jour pour les pâtes alimentaires
- ✓ 115 tonnes/jour de couscous
- ✓ 220 tonnes/jour d'aliments pour bétail

Notre projet de fin d'études s'est déroulé au niveau du département de maintenance industrielle de semoulerie et minoterie des unités SIDI MADANI et SIDI EZZRAIMI. Elles sont localisées à proximité de l'autoroute est-ouest A1, à « Ain Romana » commune de Mouzaia dans la wilaya de Blida (Figure 1.1).



Figure 1.1 : Situation géographique de la société SIM [1]

1.3 Chaîne de conditionnement

Une chaîne ou ligne de conditionnement est une ligne où les produits circulent lors de leur conditionnement. Elle peut être contrôlée par PC, par un automate programmable, etc. La vitesse de cette machine est très variable, elle peut aller très vite ou plus

doucement, selon le type de marchandise. Elle fonctionne grâce à des moteurs et détient généralement plusieurs configurations personnalisables. Selon les produits qu'elle conditionne, la machine qui détient une ligne de conditionnement doit avoir certaines résistances contre l'humidité, une température basse, etc...

Le système contenant une ligne de conditionnement a pour but d'augmenter les rendements, rationaliser la production existante, améliorer la qualité de production, réduire les rejets, ...

Le schéma synoptique ci-dessous (Figure 1.2) détermine l'emplacement de chaque machine dans la chaîne de conditionnement d'un processus d'agro-alimentaire.

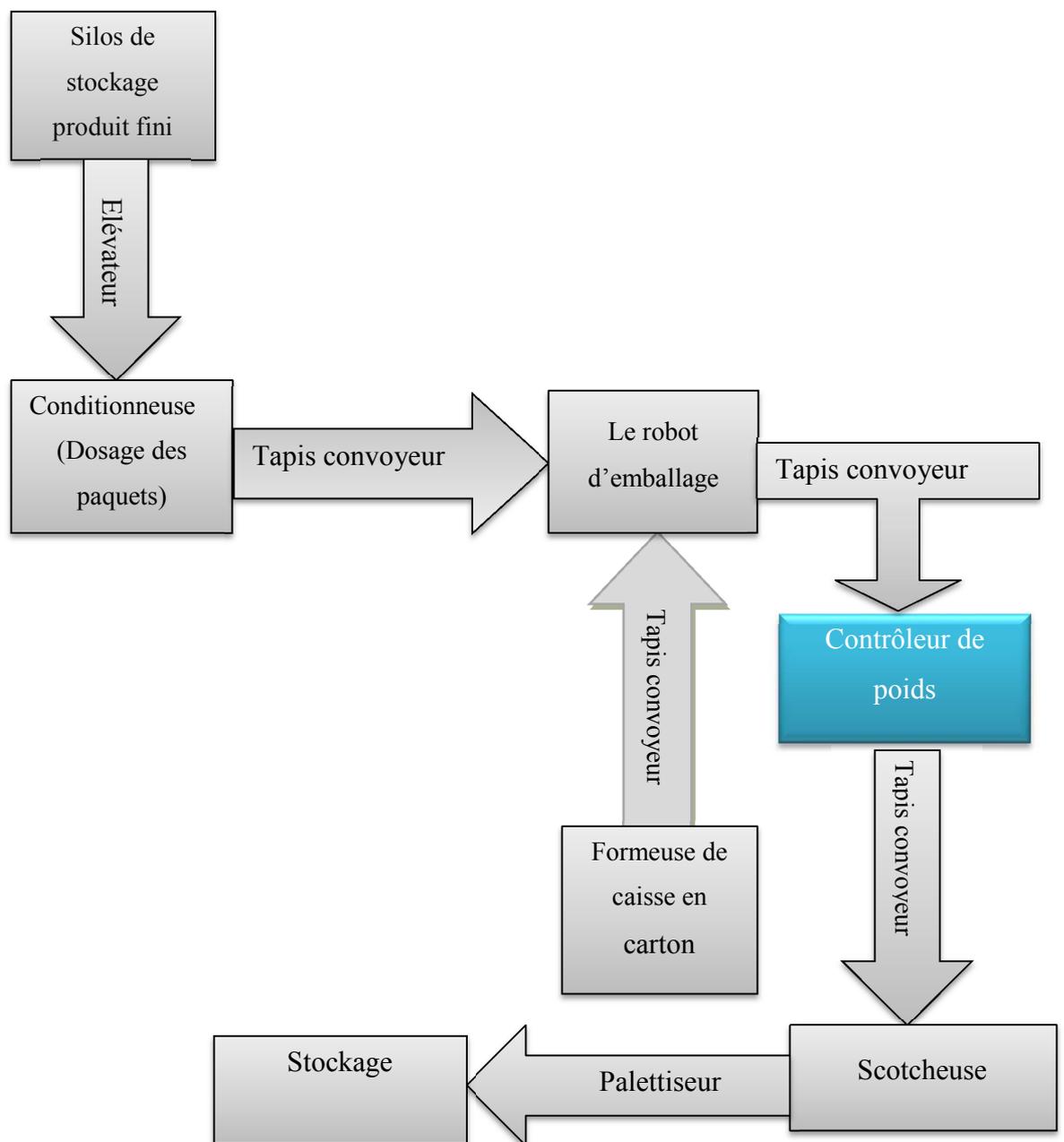


Figure 1.2 : Schéma Synoptique de la chaîne de conditionnement

La description des organes constituant cette chaîne de conditionnement est comme suit :

- **Silos de stockage produit fini :** Ce sont des silos métalliques ou en bois renforcé, qui contiennent et préservent le produit fini avant le conditionnement.
- **Conditionneuse :** C'est une machine qui fait l'action de placer un aliment dans une enveloppe ou dans un contenant.
- **Elévateur :** C'est le mécanisme qui est responsable de transporter le produit fini qui se trouve dans les silos de stockage vers la conditionneuse.
- **Tapis convoyeur :** C'est l'organe qui est responsable de déplacer les sacs d'un endroit à un autre.
- **Robot d'emballage :** C'est la machine responsable à emballer le produit conditionné dans des caisses en carton « caisse américaine » fermées d'un seul côté.
- **La formeuse de caisse en carton :** Cette machine est conçue pour équarrer les boîtes en carton pliées et fermer les rabats inférieurs de la boîte avec un ruban adhésif.
- **Le contrôleur de poids :** C'est une petite machine qui contrôle le poids des caisses qui sont prêtes pour le stockage, sujet de notre étude et réalisation.
- **Scotcheuse :** C'est la machine qui ferme les rabats supérieurs des emballages prêts pour le stockage. Cette action se réalise après que le poids soit vérifié.
- **Stockage :** Le stockage est la dernière étape dans le cycle de conditionnement. Il consiste à mettre le produit fini aux stocks, prêt pour être livré.

1.4 Généralités sur le pesage industriel

Le pesage industriel représente une réponse efficace aux besoins des industriels avec sa multitude d'applications et ses différents instruments. Dans un environnement humide, corrosif ou poussiéreux, il garantira la précision, la fiabilité et la performance.

Le pesage industriel intègre des équipements et des logiciels de pesage spécifiques, adaptés à différentes branches d'activités du secteur de l'industrie, pharmaceutique, agroalimentaire, biotechnologie, pétrochimie, etc...

De la plus grande à la plus petite balance, il existe des choix entre une large variété de balances industrielles, de logiciels, de services et de différents équipements de pesage industriel.

Pour le secteur de l'agroalimentaire, il existe un système de pesage industriel spécifique, répondant à certaines conditions : en inox, robuste et ergonomique avec des indices d'étanchéité à l'eau et à la poussière.

En plus des applications industrielles comme la logistique des matériaux en vrac, les systèmes de pesage industriel s'adaptent également aux besoins pour les transactions commerciales et conformément aux normes [2].

1.4.1 Processus de dosage et d'emballage des paquettes

Nous allons maintenant expliquer le processus de dosage des paquettes en général utilisé en industrie agro-alimentaire.

Les machines de dosages ou remplissages les plus utilisés en industrie agro-alimentaire permettent de remplir plusieurs milliers d'emballages à l'heure, en respectant des contraintes de précision, de propreté du dosage et éventuellement des spécifications précises : poussières, acides ou bases, etc....

Les constructeurs de machines de dosage proposent deux méthodes : le dosage volumétrique et le dosage pondéral. Comme pour les liquides, il n'existe pas de technologie unique qui convienne à toutes les applications. Il faut donc choisir la technologie la plus adaptée à ses produits et à ses spécifications [3].

- Le dosage Volumétrique

Un encodeur rotatif compte les 1/100 de tour de rotation. Pour cela, un compteur à présélection permet de programmer le nombre de tours correspondant au volume, et donc

au poids recherché. Une fois le nombre de tours atteint, la vis s'arrête. La doseuse est alors prête pour un nouveau contenant [4].

Le dosage volumétrique convient souvent bien aux doses inférieures à 1kg. Fonctionnant uniquement en grande vitesse, il est plus rapide que le dosage pondéral. Suivant le nombre de produits à doser, le dosage volumétrique peut être plus ou moins économique que le dosage pondéral (ce dernier nécessite une électronique de mesure). Les constructeurs considèrent qu'à partir de 2kg (suivant les densités des produits), le dosage volumétrique est moins précis en valeur absolue et on lui préférera le dosage pondéral [3].

- **Le dosage Pondéral**

Dans le cas d'une machine à dosage pondéral, un automate de pesage permet de programmer le poids à réaliser.

Le cycle se décompose en 2 temps : pendant la première partie, la vitesse de rotation de la vis est élevée afin de remplir rapidement l'emballage. Lorsque le poids cible est presque atteint, la vitesse de rotation de la vis diminue pour obtenir le dosage le plus précis possible.

Le dosage pondéral est plus délicat au-dessous de quelques grammes : la précision peut être perturbée par l'environnement de la machine. Il permet un enregistrement des poids brut et net pour mieux suivre la production et accroître la qualité. Obtenir ce type d'information en volumétrique peut s'avérer onéreux, il faut alors peser avant et après remplissage.

L'un des plus grands atouts du dosage pondéral est le fonctionnement en métrologie légale.

Côté nettoyage et temps de démontage, les 2 solutions sont équivalentes. Certains constructeurs possèdent cependant un avantage concurrentiel sur ce domaine [3].

Le tableau 1.1 montre la comparaison entre le dosage volumétrique et le dosage pondéral.

	Dosage volumétrique	Dosage pondéral
Précision (dose <10g)	✓	
Précision (dose >10g)		✓
Doses > 2kg possible		✓
Vitesse de dosage	✓	
Tassage en cours de remplissage	✓	
Acquisition de poids		✓
Métrologie Légale		✓
Investissement Initial	<i>Dépend du nombre de familles de produits</i>	
Coût de la maintenance	✓	
Nettoyabilité	✓	✓
Temps de démontage	✓	✓

Tableau 1.1 : comparaison entre le dosage volumétrique et le dosage pondéral [3].

1.5 Pesage des paquettes par SIM

Après le stockage de produit fini des pâtes alimentaires dans les silos, un convoyeur apporte une quantité de ce produit à une trémie de capacité spécifique. Cette dernière est munie de deux capteurs pour détecter le niveau maximal du produit et le niveau minimal de perméabilité.

Le produit qui arrive à cette machine conditionneuse est déposé sur des vibreurs pour la dispersion du produit à travers 14 bennes de ravitaillement. Ensuite, le produit passe dans les 14 bennes de pesée. La combinaison optimale du poids est calculée par ordinateur puis la dose finale est dirigée dans la trémie de décharge.

La dose finale pesée est alors déchargée de façon synchronisée dans un système de distribution ou directement dans un emballage.

La figure 1.3 présente le processus de fonctionnement pour cette étape.

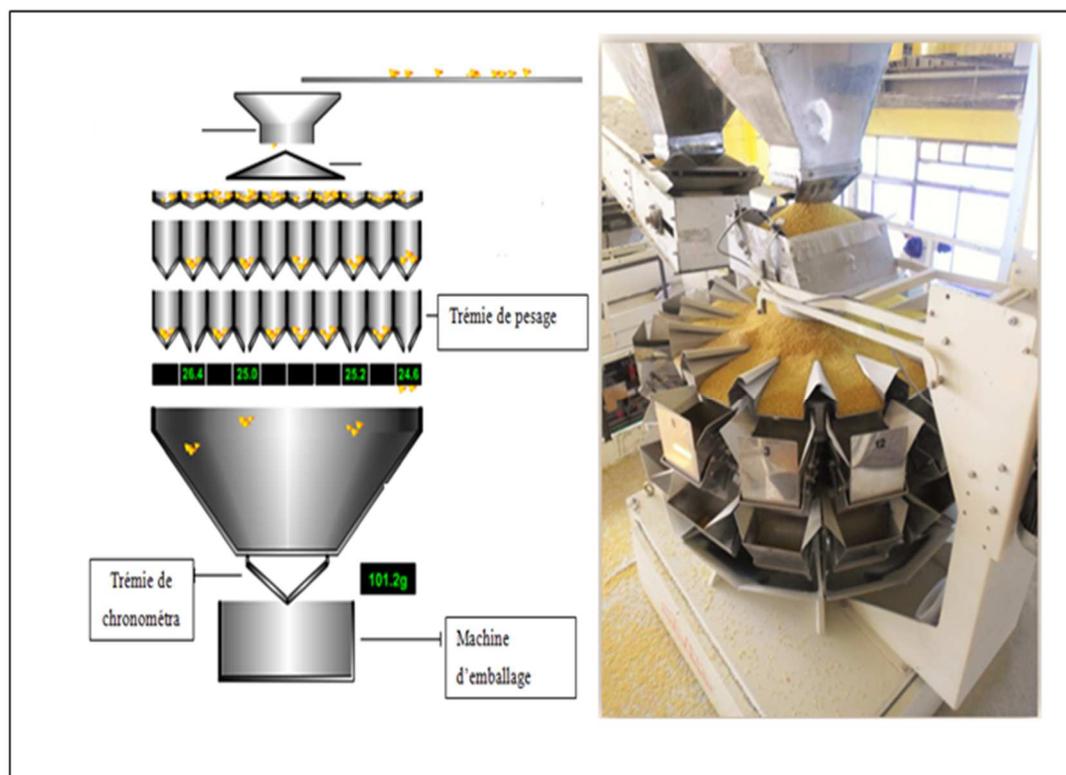


Figure 1.3 : Pesage des paquets

1.6 Remplissage des caisses

Pour le remplissage des caisses, deux convoyeurs sont utilisés : un pour ramener le produit fini et l'autre pour les caisses vides. Un robot à bras métallique travaille avec la pression d'air d'un aspirateur pour remplir les caisses et les mettre dans un convoyeur pour passer à l'étape de pesage des caisses avant le stockage.

1.7 Contrôle de poids des caisses de produit fini en ligne

1.7.1 Trieuses pondérales

Les trieuses pondérales interviennent dans le cadre du contrôle-qualité en fin de ligne de production.

Elles permettent de contrôler le poids des produits pré-emballés à partir de 4 g (trieuses pondérales de petites capacités), jusqu'à 60 kg (trieuses pondérales de grandes capacités).

Il existe deux types de système de pesage :

- La pesée se fait en dynamique : pas besoin d'arrêter le convoyage des produits pendant la pesée. Le pesage se fait au-dessus du convoyeur.
- La pesée se fait en statique : besoin d'arrêter le convoyage de produit pendant la pesée.

Le contrôle du poids est possible quel que soit l'emballage du produit (boîte, plateau, sacs).

Pour une fourchette de poids attendus, qui est programmable dans le logiciel, lorsque la trieuse détecte un surpoids ou un sous-poids, des actions correctives peuvent être préprogrammées : arrêt de la bande de convoyage, alarme lumineuse/sonore, éjection dans un bac par soufflette, par vérin, par déclenchement d'un volet, etc... [5].

1.7.2 Présentation du système de contrôle à étudier

Après avoir rempli chaque caisse, on trouve un système de contrôle de poids. Ce système est placé dans la dernière étape avant le scellage (Figure 1.4).

Il assure la conformité de poids aux normes ONML ainsi que la confirmation du nombre de sacs dans une caisse. Cette opération concerne toutes les caisses produites. Un arrêt automatique ou une réparation est prévu en cas de non-conformité détectée.

Ce système est généralement composé d'un instrument de pesage (une balance à cellule de charge et un module de pesage SIWAREX wp231) qui assure le pesage de la caisse du produit fini, et un automate programmable API qui gère le système et décide si le poids de la caisse est dans la gamme de tolérance et assure la norme d'ONML ou bien s'il faut effectuer une réparation manuelle. On y rencontre aussi, un système d'affichage HMI (Interface Homme Machine) pour la communication entre l'opérateur et la machine.

Les systèmes de contrôles de poids installés actuellement utilisent des modules Siemens (module de pesage, API et afficheur) de la série C7 déjà obsolètes, il n'y a pas de pièces de rechange pour ce type de produit en cas de panne.

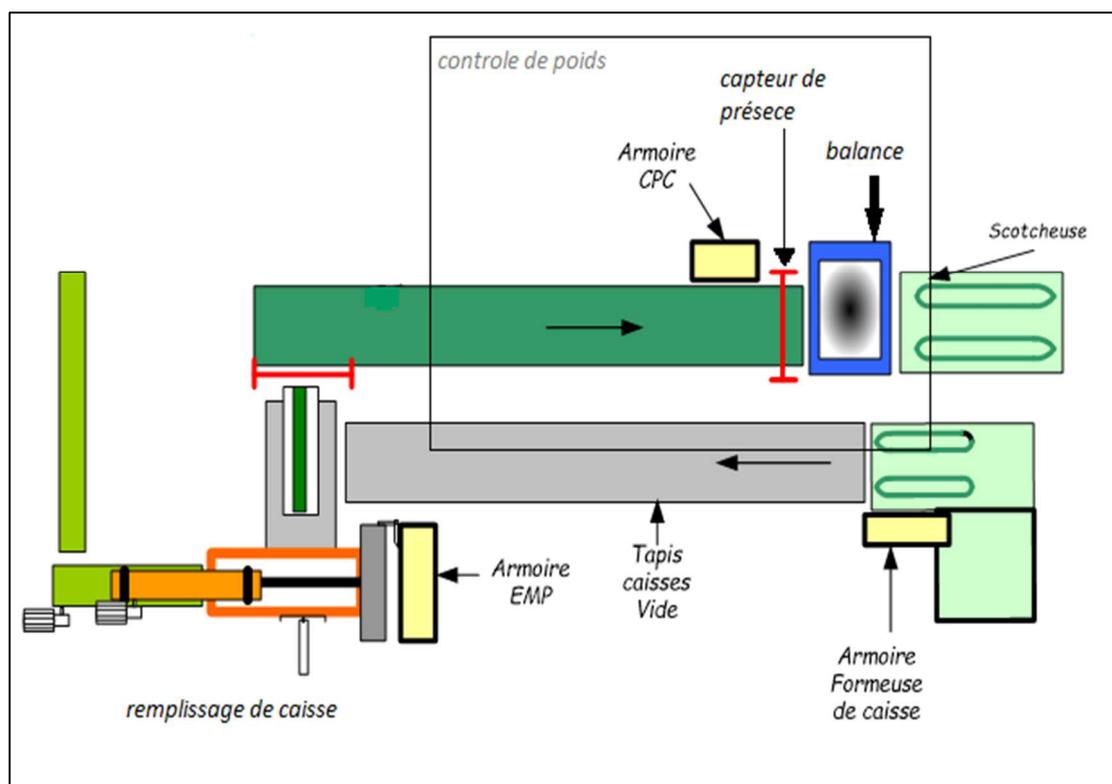


Figure 1.4 : Système de contrôle de poids.

1.8 L'Office National de Métrologie Légale (ONML)

1.8.1 Définition

ONML est un établissement public à caractère administratif, relevant du ministère de l'industrie et des mines. Sa mission principale est de s'assurer de la fiabilité de la mesure des instruments nécessitant une qualification légale et ayant incidence directe sur :

- L'équité des échanges commerciaux
- La santé
- La sécurité
- L'environnement
- La qualité de la production industrielle.

Ses objectifs sont la sauvegarde de la garantie publique, la protection de l'économie nationale sur le plan des échanges nationaux et internationaux et la protection du consommateur [6].

1.8.2 Les normes de l'ONML

Les tableaux 1.2 & 1.3 sont extraits de l'arrête du 15 juin 1992 fixant les dispositions applicables aux instruments de pesage.

QN	Intervalle de tolérance	Limite INF de tolérance	Limite SUP de tolérance
(g)	(g)	(g) en -	(g) en +
50 000	500	125	375
25 000	250	62.5	187.5
10 000	200	50	150
5 000	100	25	75
2 000	40	10	30
1 000	20	5	15
500	10	2.5	7.5
250	5	1.25	3.75
125	2.5	0.625	1.875

Tableau 1.2 : Article 16/a : doseur et trieuses pondérales.

100 à 500	30 h
501 à 1200	50 h
1201 à 3200	80 h
3201 et plus	125 h

Tableau 1.3 : Effectif du lot, nombre à prélever en fonction de la production horaire.

Il est demandé donc que 90% des résultats doivent être compris dans les intervalles précités. Et que la moyenne arithmétique des paquets prélevés doit être supérieure ou égale à QN (quantité normé).

1.8.3 Généralités sur l'Étalonnage

a. Définition de l'étalonnage

C'est l'ensemble d'opérations établissant la relation entre les valeurs de la grandeur indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure, ou les valeurs représentées par une mesure matérialisée, et les valeurs correspondantes de la grandeur réalisées par des étalons.

L'étalonnage permet, par exemple, la vérification des masses d'ajustage par comparaison à des masses étalons [7].

L'étalonnage représente un critère de base pour la qualité, il garantit une précision des résultats de mesure et de ce fait relève de la métrologie industrielle et scientifique. Par conséquent, l'étalonnage des instruments de mesure est une exigence définie par l'ONML car il assure la traçabilité des mesures [6].

b. Les masses Étalon

Une masse étalon est la masse dont la valeur sert de référence. Ces masses doivent être conformes aux exigences de la recommandation ONM [7].

1.9 Les sources des erreurs du poids mesuré de la caisse

Dans l'étape de pesage, il est possible de trouver des caisses de poids non soumis aux normes requises et où la valeur de poids sort de la marge tolérée pour de nombreuses raisons, telles que :

- Le robot ne porte pas tous les paquets, et certains peuvent tomber avant le remplissage, en raison du manque de pression pour transporter les paquets mal serrés.
 - Erreur de comptage des paquets.
 - Un sac a une fissure, entraînant ainsi une perte du produit, puis une pénurie dans le poids.
 - Défaillance du système de dosage des paquets (fuite, mauvais étalonnage).
 - Sac détaché hors de la caisse : réaction de décalage de robot à cause de vibration.
- La gamme de tolérance de contrôle de poids des caisses est la marge de l'erreur tolérée pour le poids de la caisse. Si le poids est hors de cette gamme, une réparation manuelle rapide ou un arrêt automatique est prévu.

1.10 Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la société SIM et détaillé le processus de pesage et d'emballage des paquettes et remplissage des caisses ainsi que le contrôle de poids de produit fini en ligne, sujet de notre étude et réalisation. Aussi, des généralités sur les normes ONML, l'étalonnage, la gamme de tolérance et les sources d'erreurs qui rendent le poids de la caisse hors de la gamme de tolérance ont été présentés brièvement.

Chapitre 2 : Description de la partie opérative

2.1 Introduction

Le système de contrôle de poids des caisses, présenté dans le chapitre précédent, est globalement composé d'une partie opérative (PO) et d'une partie commande (PC). Ce chapitre consiste en une description de la partie opérative ainsi que les différentes technologies des appareillages électriques principaux utilisés, à savoir :

- Le capteur de poids (cellule de charge).
- Le détecteur de présence des caisses.
- Le bouton de démarrage.
- Le bouton poussoir de réarmement.
- Le bouton d'arrêt d'urgence.
- Les actionneurs composés par un convoyeur et des voyants.

2.2 Partie opérative (OP)

La partie opérative est le sous-ensemble qui effectue les actions de mesures des grandeurs physiques (poids, luminosité, etc...) et rend compte à la partie commande (PC), qui donne le signal de commande à cette partie opérative pour effectuer des actions physiques (déplacement, émission de lumière, etc ...). Elle est généralement composée de capteurs et d'actionneurs (Figure 2.1).

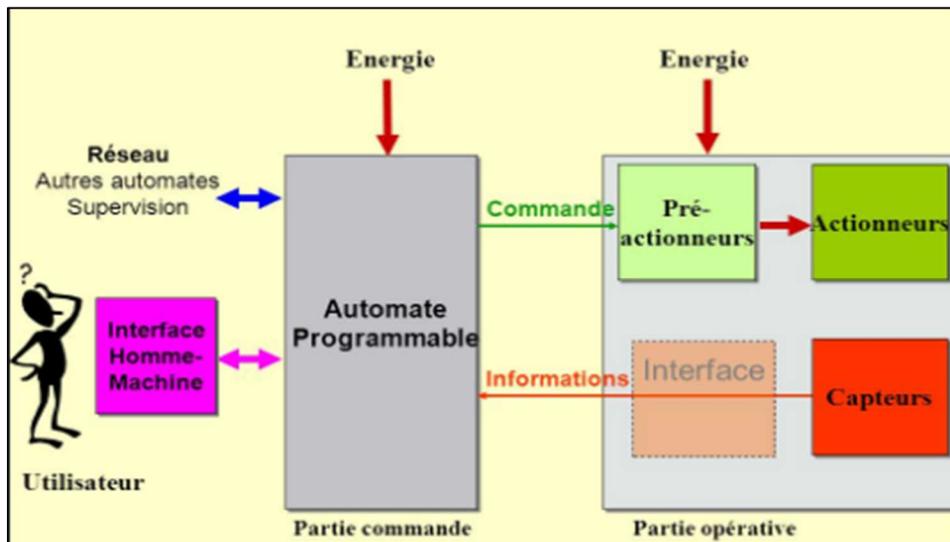


Figure 2.1 : La structure du système automatisé [8]

La Figure 2.2 présente un organigramme de fonctionnement du système de contrôle de poids de caisses sur lequel porte notre travail.

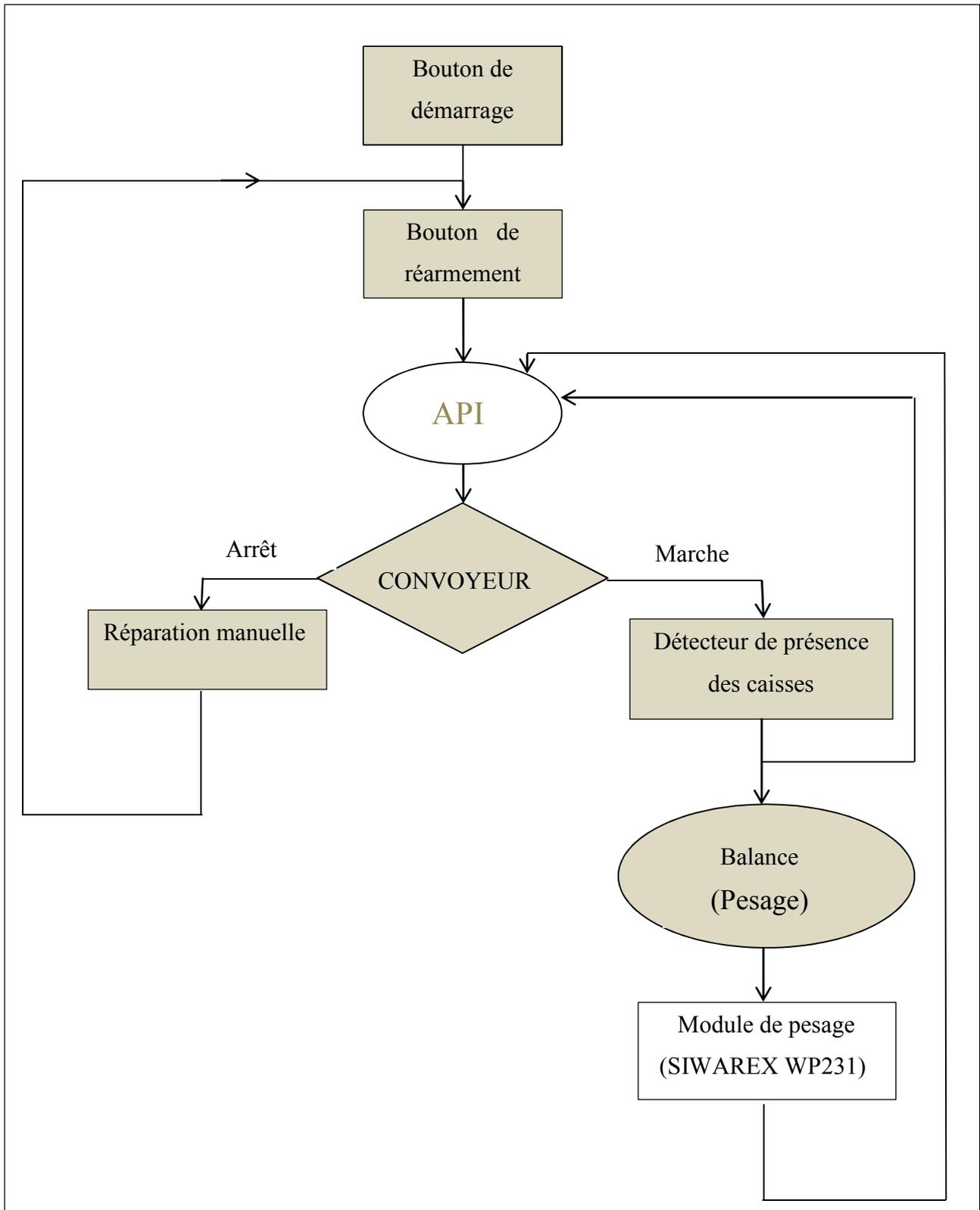


Figure 2.2 : Organigramme de fonctionnement du système de contrôle de poids de caisses.

2.2.1 Bouton de démarrage (Interrupteur- sectionneur)

Toute intervention sur un équipement électrique doit se faire hors tension en l'isolant totalement de son réseau d'alimentation. Le sectionneur (Figure 2.3) qui permet de réaliser cette fonction est constituée :

- D'un bloc de 3 pôles (contact de puissance), permettant la coupure de chaque phase.
- D'un dispositif de commande manuelle (interrupteur)

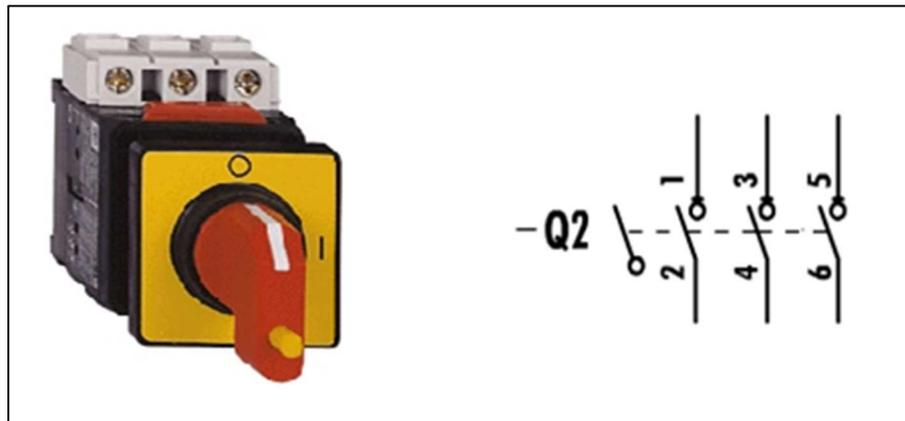


Figure 2.3 : Interrupteur- sectionneur et son symbole

2.2.2 Bouton poussoir d'arrêt d'urgence

Le bouton poussoir d'arrêt d'urgence est un bouton poussoir « coup de poing » (la large zone d'appui permet de l'enclencher en donnant un coup de poing). Il est de couleur rouge. Le rôle du bouton d'urgence dans notre réalisation est d'arrêter rapidement la machine en cas de blocage des cartons, problème électrique, etc... [9].



Figure 2.4 : Bouton d'urgence

2.2.3 Bouton poussoir (Réarmement)

Il en existe deux types de boutons poussoirs :

- Normalement ouvert (NO)
- Normalement fermé (NC)

Les boutons poussoirs à fermeture ou à ouverture (Figures 2.5 & 2.6) servent à ouvrir ou à fermer un circuit électrique. Dès qu'on les relâche, ils reviennent à leurs positions initiales. [10]



Figure 2.5 : boutons poussoirs à ouverture [9]

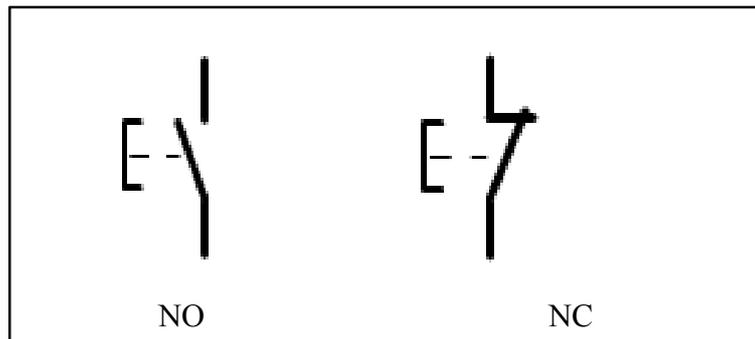


Figure 2.6 : Symbole bouton poussoir

2.2.4 Convoyeur à bandes

Un convoyeur est un mécanisme ou une machine qui permet le transport d'une charge isolée (cartons, bacs, sacs, etc.) ou de produit en vrac (terre, poudre, aliments, etc.) d'un point A à un point B [11] (Figure 2.7).



Figure 2.7 : convoyeur à bande

2.2.5 Les détecteurs photoélectriques

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Ses deux constituants de base sont donc un émetteur et un récepteur de lumière.

La détection est effective quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie. Elle est réalisée selon deux procédés :

- blocage du faisceau par la cible.
- renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible.

C'est la technologie présentant le maximum de possibilités d'applications. Elle apporte les avantages suivants :

- détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures.
- détection à très grande distance.
- sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A .
- généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

Ces détecteurs sont utilisés dans les domaines industriels et tertiaires les plus divers : Détection d'objets et de produits dans la manutention et le convoyage, détection de pièces machine dans les secteurs de la robotique, des ascenseurs et du bâtiment en général, du textile, détection de personnes, de véhicules [12].

a. Différents types de système de détection

- **Système barrage**

Émetteur et récepteur sont situés dans deux boîtiers séparés. C'est le système qui autorise les plus longues portées (30 m). Le faisceau est émis en infrarouge.

Il peut détecter des objets de toutes natures avec une excellente précision à l'exception des objets transparents qui ne bloquent pas le faisceau (Figure 2.8).

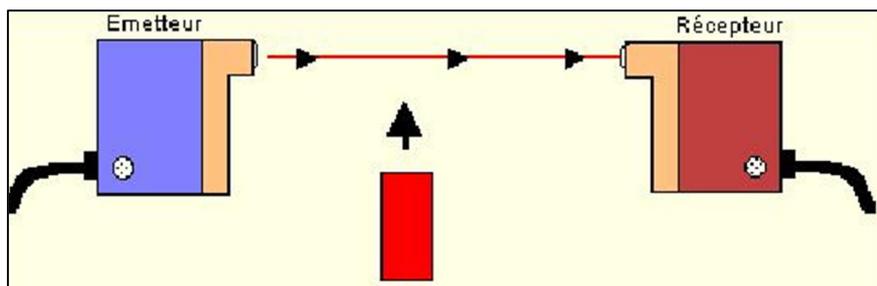


Figure 2.8 : Système barrage [12]

- **Système reflex**

Émetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier. En l'absence de cible, le faisceau émis en infrarouge par l'émetteur est renvoyé sur le récepteur par un réflecteur. Il n'est donc pas adapté pour détecter les objets réfléchissants (Figure 2.9).

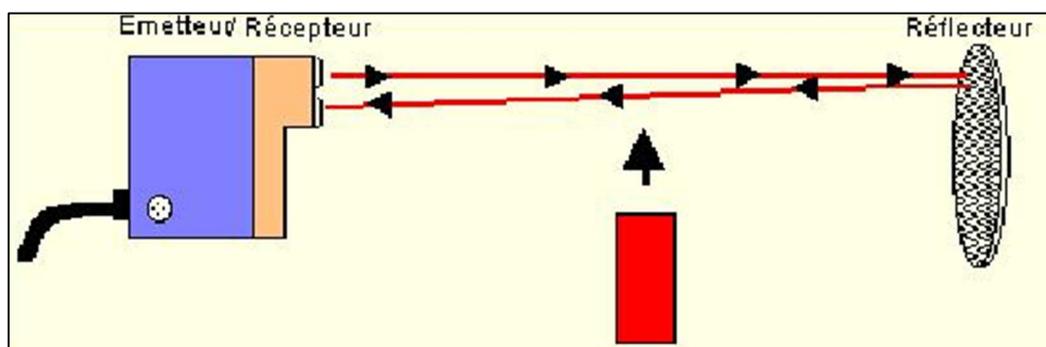


Figure 2.9 : Système reflex [12]

- **Système reflex polarisé**

Contrairement au système réflex standard, le système réflex polarisé permet de détecter les objets brillants.

Ce type de détecteur émet une lumière rouge visible (Figure 2.10).

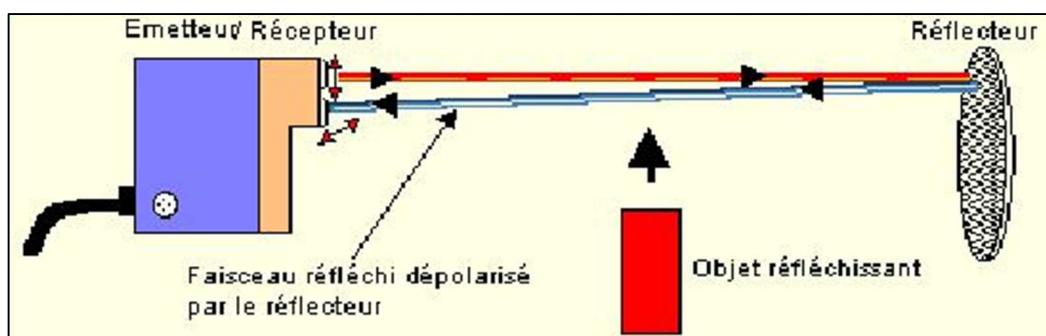


Figure 2.10 : Système reflex polarisé [12]

- **Système proximité**

Émetteur et réflecteur sont regroupés dans un même boîtier. Le faisceau lumineux émis en infrarouge, est renvoyé vers le récepteur par tout objet suffisamment réfléchissant qui pénètre dans la zone de détection (Figure 2.11) [12].

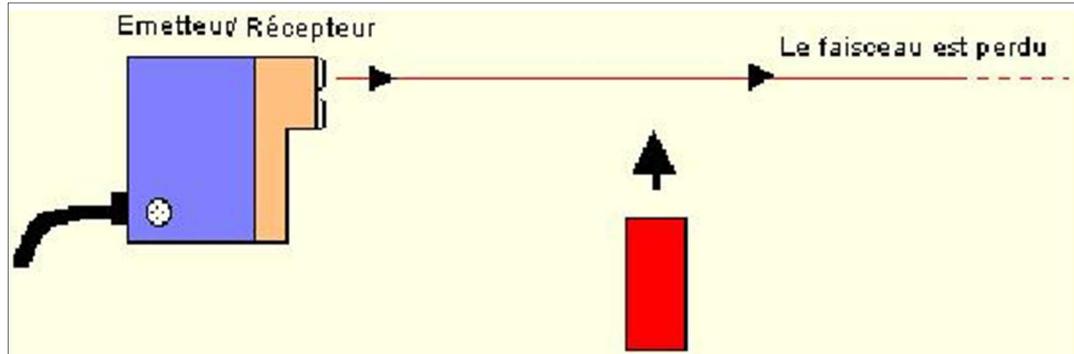


Figure 2.11 : Système proximité [12]

b. Critères généraux de choix des détecteurs

Parmi les principaux et nombreux facteurs qui interviennent dans le choix d'un détecteur, citons :

- les conditions d'exploitation, caractérisées par la fréquence de manœuvres, la nature, la masse et la vitesse du mobile à contrôler, la précision et la fidélité exigées.
- la nature de l'ambiance, humide, poussiéreuse, corrosive, ainsi que la température.
- le niveau de protection recherché contre les chocs, les projections de liquides
- le nombre de cycles de manœuvres.
- la nature du circuit électrique.
- etc. [12]

2.2.6 Le détecteur E3Z-D82 2M

C'est l'appareil choisi pour détecter la présence des caisses de produits finis en ligne de production dans notre système. C'est un détecteur de proximité, Photoélectrique compact, Diffuse-réfléchissant, à forme carrée et muni d'un amplificateur intégré (Figure 2.12). Les caractéristiques de ce détecteur sont présentées dans le (tableau 2.1) [13].

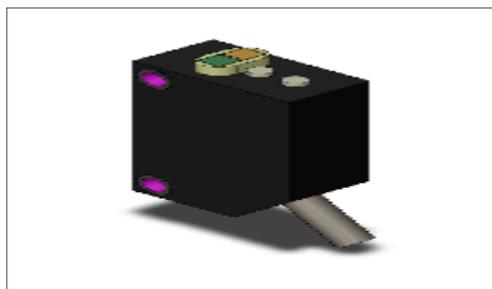


Figure 2.12 : Le détecteur E3Z-D82 2M [13]

Forme	Type carré
Méthode de détection	Diffuse-réfléchissant
Distance de détection	1 m (Papier blanc 300 x 300 mm)
Distance différentielle	20% max. de la distance de détection
Source de lumière	LED infrarouge (longueur d'onde d'émission: 860 nm)
Tension d'alimentation	12 à 24 VDC \pm 10% (ondulation (p-p) 10% max.)
Consommation de courant	30 mA max.
Sortie de contrôle	Courant de charge: 100 mA max. Tension résiduelle: 1 V max. (Courant de charge inférieur à 10 mA) / Tension résiduelle: 2 V max. (Courant de charge: 10 à 100 mA)
Temps de réponse	1 ms max.
Éclairement ambiant	Lampe à incandescence: 3000 lux max., Lumière du soleil: 10000 lux max.
Température ambiante (fonctionnement)	-25 à 55 °C (sans givrage ni condensation)
Humidité ambiante	En fonctionnement: de 35 à 85%
Résistance aux vibrations	10 à 55 Hz, double amplitude 1,5 mm pendant 2 heures dans les directions X, Y et Z
Résistance au choc	500 m / s ** 2 pour 3 fois chacun dans les directions X, Y et Z
Méthode de connexion	Modèles pré câblés (longueur de câble: 2 m)

Tableau 2.1 : Caractéristiques du détecteur E3Z-D82 2M [13]

2.2.7 Le capteur de poids

a. Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique (Figure 2.13).

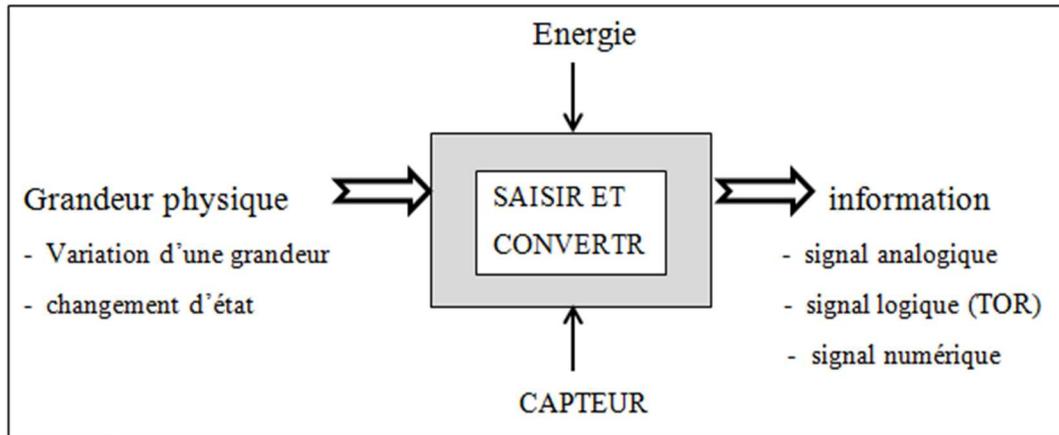


Figure 2.13 : Fonctionnement d'un capteur

b. Nature des capteurs

Suivant son type, l'information d'un capteur fournie au PC peut être :

- **Logique** : L'information ne peut prendre que les valeurs 1 ou 0 : on parle alors d'un capteur Tout ou Rien (TOR).
- **Analogique** : L'information peut prendre toutes les valeurs possibles entre 2 certaines valeurs limites : on parle alors d'un capteur analogique.
- **Numérique** : L'information fournie par le capteur permet au PC d'en déduire un nombre binaire sur n bits : on parle alors d'un capteur numérique.

c. Classification des capteurs

On peut classer ces derniers en deux catégories : Capteurs actifs et Capteurs passifs.

- Capteur passif

Ce sont des capteurs modélisables par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance. Il faut

leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie [14]. (ex. : thermistance, photorésistance, potentiomètre, jauge d'extensométrie appelée aussi jauge de contrainte).

- Capteur actif

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre au « mesurande » [15].

C'est un système dont la sortie présente une source f.é.m (force électromotrice), courant, charge. Par exemple :

- Capteur piézo-électrique.
- Génératrice Tachi métrique (induction E.M).

2.2.8 Capteur de force ou de poids

Un capteur de force (ou d'effort) est un dispositif utilisé pour convertir une force (par exemple un poids) appliquée sur un objet en signal électrique. Le capteur est généralement muni de plusieurs jauges de déformation connectées en un pont approprié [16].

Ces capteurs sont utilisés comme des balances industrielles. La balance à base de la cellule de charge (jauge de contrainte) pour le pesage des caisses.

La balance est un instrument de mesure de poids. Dans notre application, cette balance est composée d'un plateau de pesée, placé au dessus de la cellule de charge, qui donne l'information au module SIWAREX WP23 pour traiter le signal de sortie de cette cellule.

Une cellule de charge à jauge de contrainte est un transducteur qui convertit une force mécanique en signaux électriques (Figure 2.14).

La jauge est constituée d'une piste résistive collée sur un support en résine. Le tout est collé sur le corps dont on veut mesurer la déformation (Figure 2.15).

a. Principe de fonctionnement

Le fonctionnement des capteurs à jauges de contrainte est fondé sur la variation de résistance électrique de la jauge, proportionnelle à sa déformation Δl .

La résistance d'un conducteur est donnée par la relation :

$$R = \rho * L/S \quad (1)$$

ρ : Résistivité en $\Omega.m$

L : longueur en m

S : section en m^2

La déformation du conducteur (jauge) modifie la longueur « L » entraînant une variation de la résistance « R » (Figure 2.15).

La relation générale pour les jauges est :

$$\Delta R/R_0 = k * \Delta L/L \quad (2)$$

Où K est le facteur de jauge, donné par le constructeur, généralement $K=2$ [17].

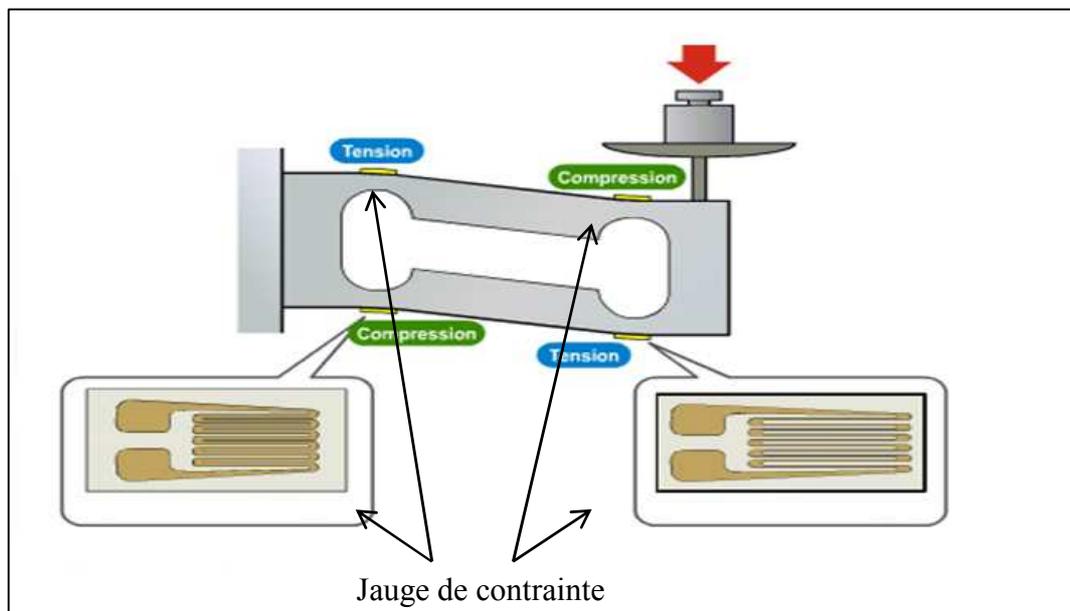


Figure 2.14 : conversion de la force mécanique en signaux électriques

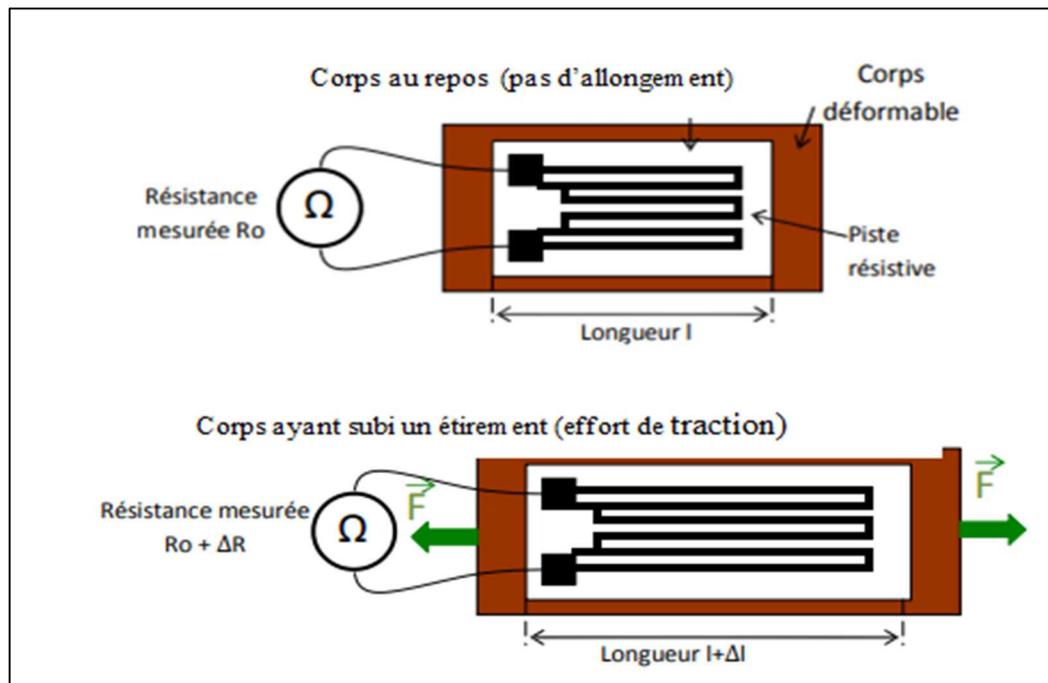


Figure 2.15 : Fonctionnement des capteurs à jauges de contrainte

b. Les différentes cellules de charge analogiques

Il existe plusieurs modèles de pesage industriels. Les plus importants sont (Figure 2.16) :

- Cellule de pesage à réservoir/joint
- Cellules de pesée à fléau à double extrémité
- Cellules pesée à fléau en S/par traction
- Cellules de pesée à point d'appui unique
- Cellules de pesée pour véhicules
- Cellules de pesée à jauges de contrainte/Cellules de pesée à fléau à extrémité unique [18].



Figure 2.16: Les cellules de charge analogique

c. La cellule de charge « model Sb-2 »

Pour le pesage des caisses, on a utilisé la cellule de charge « modelé sb-2 » (Figure 2.17) comme une balance industrielle, dont les caractéristiques sont les suivantes [19] :

- Charge nominale de 5 kg à 500 kg.
- construction en acier.
- protection de l'environnement ip68 (Totalemment protégé contre les poussières, Protection contre la submersion).
- trou sans visibilité unique de chargement.
- calibrage dans mv/v.
- un facteur de division allant jusqu'à 15.000 divisions.
- Convient à une utilisation en métrologie légale.
- Montage simple et rapide grâce à l'utilisation des éléments de montage SIWAREX.



Figure 2.17 : cellule de charge « modelé sb-2 »

2.2.9 Les Voyants

Ce sont des dispositifs électriques jouant le rôle d'un avertisseur visuel, (voir figure 2.18). Les couleurs permettent de différencier la nature de leurs messages.

Les voyants lumineux doivent respecter un code de couleur normalisée :

- Vert : le système est dans un état normal de fonctionnement.
- Rouge : le système est dans une situation dangereuse. Signal d'urgence.

- Jaune ou orange : le système est dans un état anormal pouvant devenir critique sans intervention d'un opérateur.



Figure 2.18 : Exemple de voyants

2.3 Conclusion

Dans ce chapitre, une analyse fonctionnelle de la partie opérative a été présentée. En effet les différents capteurs et actionneurs utilisés dans le système de contrôle de poids des caisses ont été détaillés.

On présentera ensuite en détail, les appareils API (automate programmable), en particulier le module SIWAREX WP 231, dans le chapitre 3. On y présentera aussi le système HMI (interface homme machine) utilisé.

Chapitre 3 : Description de la Partie

Commande

3.1 Introduction

La Partie Commande (PC) que l'on appelle aussi automate élabore les ordres nécessaires à l'exécution du processus, en fonction de rendus d'exécution qui lui sont fournis par la Partie Opérative (PO).

La partie commande assure le traitement logique des informations et échange des informations avec l'extérieur du système pilote et surveillant dont elle reçoit les consignes et à qui elle fournit des comptes rendu visuels ou sonores.

Ce chapitre contient donc l'étude théorique et le choix technique de la partie commande.

3.2 L'automate programmable industriel (A.P.I)

3.2.1 Définition

Un automate programmable (A.P.I) est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus adapté à l'environnement industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur.

L'API réalise des fonctions d'automatisme en étant directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs afin d'assurer leur commande à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

L'API est programmable par un personnel qualifié et pas forcément informaticien et est destiné à piloter en temps réel des procédés industriels. A l'heure actuelle, l'API fait partie intégrante des procédés de fabrication modernes, il en est le «cerveau». Le technicien est amené à concevoir, maintenir et dépanner ces automatismes industriels (Figure 3.1) [21].

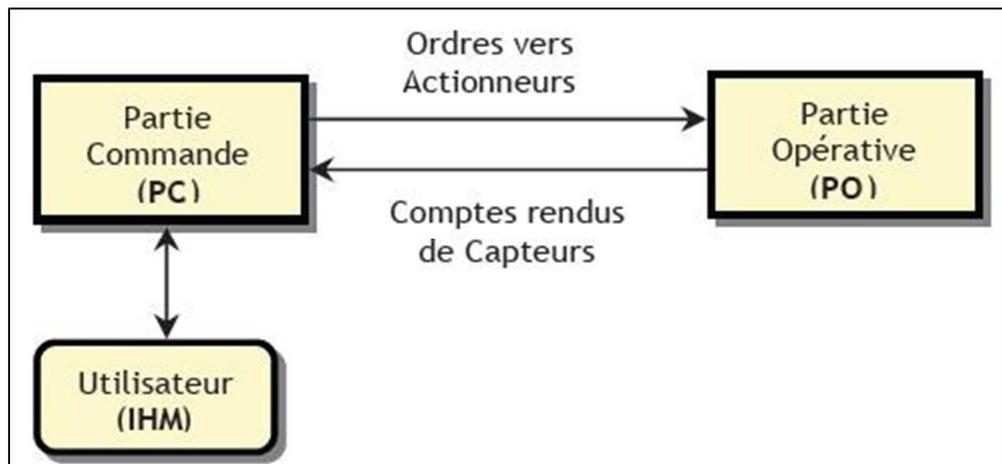


Figure 3.1 : Echange des informations PC avec l'extérieur

3.2.2 Architecture interne des API

L'architecture interne d'un API obéit au schéma donné sur la Figure 3.2 suivante:

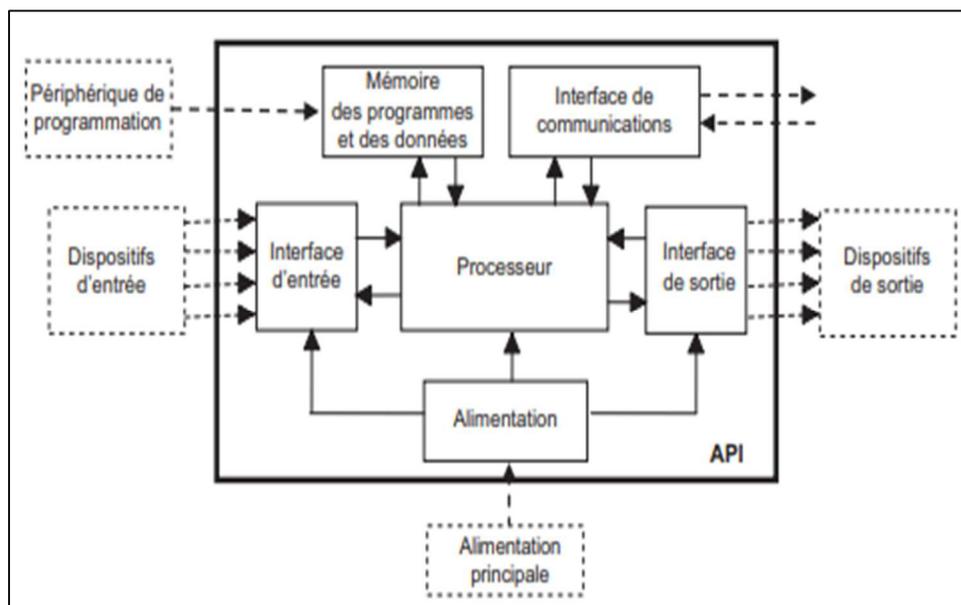


Figure 3.2 : Architecture interne des API [20]

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

a. Processeur

Il constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale. En fait, un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaines et processeurs partiels plus petits, liés les uns aux autres.

b. Modules Interface E/S

Ils assurent le rôle d'interface entre le CPU et le processeur, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

Modules TOR (Tout Ou Rien): l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par une cellule Photoélectrique, un bouton poussoir etc... ;

c. Les mémoires

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent de stocker :

- le système d'exploitation dans des ROM ou PROM ;
- le programme dans des EEPROM ;
- les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie.

d. L'alimentation

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz. Mais d'autres alimentations sont possibles (120 AC ,110 AC etc. ...). L'alimentation L : 24 V et 220V.

La masse M : 0 V pour plus de précision sur les schémas de raccordements [20].

e. Les liaisons de communications

Elles permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent avec :

- l'extérieur, par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique.
- l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

3.2.3 Fonctionnement de l'API

L'automate programmable reçoit les informations relatives au système. Il traite ces informations en fonction du jeu d'instruction et modifie l'état de ses informations pour commander les prés actionneur.

- **Réception** : nécessaire pour l'information d'entrées.
- **Traitement** : notion de programme et de microprocesseur.
- **Jeu d'instructions** : notion de stockage et de mémoire.
- **Commander** : notion de sortie pour donner des ordres

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

On appelle scrutation, l'ensemble des quatre opérations réalisées par l'automate et le temps de scrutation est le temps mis par l'automate pour traiter la même partie de programme. Ce temps est de l'ordre de la dizaine de millisecondes pour les applications standards.

Le Temps de Réponse Total (TRT) est le temps qui s'écoule entre le changement d'état d'une entrée et le changement d'état de la sortie correspondante.

3.2.4 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix du :

Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.

Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettent le choix dans une large gamme.

Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettent de "soulager" le processeur et doivent offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, etc. ...).

Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...) [21].

PROFIBUS (PROcessField BUS) est un système de communication ouvert acceptant les appareils de divers constructeurs. Le bus de terrain PROFIBUS fait la liaison entre le système d'automatisation, les modules de périphérie et les appareils de terrain.

Pour notre projet, le « **SIEMENS S7-1200 CPU1215DC/DC/DC** » a été choisi pour piloter notre processus « contrôle de poids » tout en tenant compte de ces caractéristiques techniques.

3.2.5 Les différents modèles de l'API SIEMENS S7

Il existe différents types d'automates distingués principalement par leur forme. Ils sont illustrés dans la Figure 3.3.



Figure 3.3 : Différents modèles de L'A.P.I SIEMENS S7

3.2.6 Présentation de L'API SIEMENS S7-1200

Le contrôleur S7-1200 (Figure 3.4) offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre aux

besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions forment une solution idéale pour commander une variété importante d'applications [22].

Le CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois le programme chargé, le CPU contient la donnée logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils concernant le processus à contrôler. Le CPU surveille les entrées et modifie-les sorties conformément à la logique du programme intégré, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

Le CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, RS485 ou RS232 [22].

PROFINet est le nouveau standard de communication créé par PROFIBUS International pour mettre en œuvre des solutions d'automatisation intégrées et cohérentes, sur Ethernet industriel.

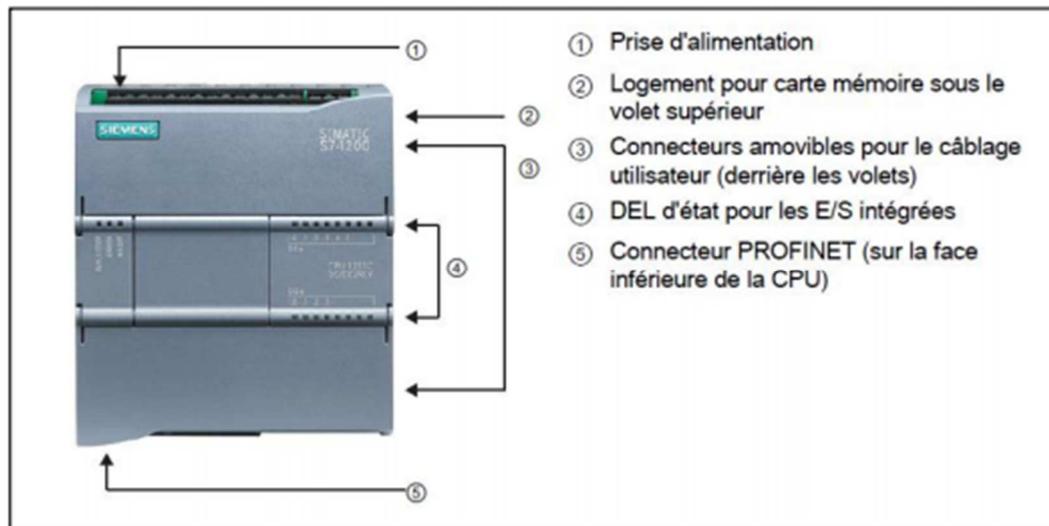


Figure 3.4 : Automate S7-1200 [22].

3.2.7 Modules d'extensions :

La gamme S7-1200 offre divers modules de cartes enfichables pour accroître les capacités de la CPU avec des E/S supplémentaires ou d'autres protocoles de communication (Figure 3.5) [23].

il faudrait se référer aux caractéristiques techniques pour des informations détaillées sur un module spécifique :

- ① : Module communication
- ② : CPU
- ③ : Module d'entrées-sorties
- ④ : Signal Board (SB), Communication Board



Figure 3.5: Module extensions

Pour un API S7-1200 on distingue [22] :

- Nombre de module d'extensions E/S : 8
- Nombre Maximaldes E/S : 16384
- Nombre des modules de communication : 3
- Module des signaux (SB) : 1

Dans notre projet, on va utiliser le SIEMENS CPU 1215C - 6ES7215-1AG40-0 (Figure 3.6).



Figure 3.6 : SIEMENS CPU 1215C - 6ES7215-1AG40-0XB0

3.2.8 Caractéristiques techniques du CPU 1215C

Le tableau suivant, nous résume les principales caractéristiques du CPU 1215C :

Tableau 3.1 : les principales caractéristiques du CPU 1215C [23].

Modèle	Module CPU
Type	DC/DC/DC
Entrée numérique	14
Entrée analogique	02
Sortie numérique	10
Sortie analogique	02
Mémoire	100 kb
Tension d'entrée	24 V DC
Permissible range	20.4...28.8 V DC
Courant d'entrée	1 mA
Courant de sortie	0.5 A
Dimensions (H x D)	130 x 100 x 75 mm
Température ambiante min.	-20 °C
Température ambiante max.	60 °C
Protection	IP20
Communication	PROFINET
Software	STEP7 Basic V13

3.3 Le SIWAREX WP231

3.3.1 Présentation

SIWAREX WP231 est un module de pesage polyvalent et flexible qui peut être utilisé comme instrument de pesage à fonctionnement non automatique. L'électronique de pesage est utilisable dans le SIMATIC S7-1200 et utilise toutes les

caractéristiques d'un système moderne d'automatisation telles que la communication intégrée (figure 3.7), le contrôle-commande, le diagnostic et les outils de configuration dans TIA Portal [24].

3.3.2 Domaine d'application

L'électronique de pesage décrite ici constitue la solution optimale partout où des signaux de capteurs de force ou de pesage doivent être enregistrés et traités.

Le SIWAREX WP231 offre une haute précision en tant qu'électronique de pesage. Il convient notamment pour les applications suivantes :

- Instrument de pesage à fonctionnement non automatique
- Surveillance du niveau de remplissage de silos et de trémies
- Bascules de plate-forme
- Unités de pesage dans les zones à risque d'explosion (avec l'interface Ex SIWAREX IS)[24].

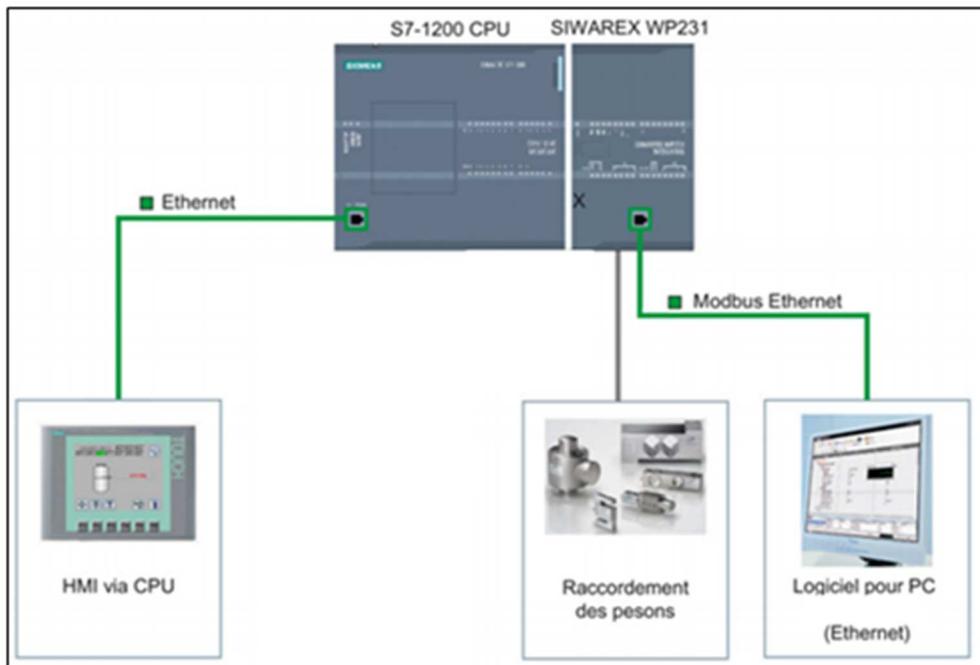


Figure 3.7 : Vue d'ensemble du système.

3.3.3 Les Avantages du SIWAREX WP321

L'électronique de pesage ici décrite se distingue par des avantages décisifs :

- Configuration standardisée et communication cohérente en SIMATIC S7-1200
- Paramétrage via un pupitre opérateur IHM ou un PC
- Possibilité de configuration standardisée dans SIMATIC TIA Portal
- Mesure de poids avec une résolution allant jusqu'à 4 millions de divisions

- Haute précision (3 000 d selon OIML R-76)
- Fréquence de mesure élevée de 100/120 Hz (élimination efficace des fréquences perturbatrices)
- Surveillance des valeurs limites
- Adaptation flexible aux différentes exigences
- Utilisation dans les zones à risque d'explosion
- Alimentation à sécurité intrinsèque des cellules de charge [24].

3.4 Logiciel « Totally Integrated Automation Portal »

TIA Portal ou Totallyintegrated automation est un environnement de développement, tout en un permettant de programmer non seulement des automates mais aussi des afficheurs industriels (HMI).

Le TIA Portal contient le Step7 (permettant la programmation d'automate) et le Wincc (permettant de programmer des afficheurs Siemens). Il intègre aussi la gestion des fonctionnalités motion, comptage etc...

Step7 fait partie de la suite TIA Portal et permet seulement de programmer des automates. C'est comme la suite Office de Microsoft qui est constituée de Word, Excel, Powerpoint etc... Par comparaison on peut dire que TIA Portal est la suite Office et Word est Step7.

Le souhait de SIEMENS est d'intégrer toutes leurs gammes de produits dans un seul logiciel.

Nous avons utilisé la version 2015 du logiciel TIA (Figure 3.8) pour programmer notre automate [25].



Figure 3.8 : TotallyIntegrated Automation Portal V13.

3.4.1 Présentations des blocs de programmation

La CPU fournit les types suivants de blocs de code qui permettent de créer une structure efficace pour le programme utilisateur :

- **Les blocs d'organisation (OB)**

Ces blocs définissent la structure du programme. Certains OB ont des événements déclencheurs et un comportement prédéfinis. Mais on peut également créer des OB à événements déclencheurs personnalisés.

- **Les fonctions (FC) et blocs fonctionnels (FB)**

Elles contiennent le code de programme qui correspond à des tâches ou combinaisons de paramètres spécifiques. Chaque FC ou FB fournit un jeu de paramètres d'entrée et de sortie pour partager les données avec le bloc appelant. Un FB utilise également un bloc de données associé - appelé DB d'instance - pour conserver les valeurs de données pour cette instance d'appel de FB. Nous pouvons appeler un FB plusieurs fois et ce, avec un DB d'instance unique chaque fois.

Utiliser des DB d'instance différents pour appeler le même FB n'affecte les valeurs de données dans aucun des DB d'instance.

FC sont des bloc de code dans mémoire.

- **Les blocs de données (DB)**

Ils mémorisent des données qui peuvent être utilisées par les blocs de programme [25].

3.5 Le Win CC

Le SIMATIC WinCC dans le TotallyIntegrated Automation Portal (TIA Portal) fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement [27].

Ce Framework d'ingénierie est une avancée fondamentale dans le développement de logiciels et représente le développement continu et conséquent de la philosophie TIA.

WinCC dans le TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC [26].

3.6 Interface Homme-Machine (H M I)

3.6.1 Définition

L'opérateur local par l'intermédiaire d'une Interface Homme-Machine peut envoyer des commandes ou des paramètres à la partie commande. On trouve parmi ces interfaces hommes machines les simples boutons et voyants et les plus complexes écrans (tactile, avec ou sans clavier) (Figure 3.9).

3.6.2 Présentation HMI (KTP1000 6AV6647-0AF11-3AX0)

L'Interface Homme-Machine Siemens KTP1000 de référence « 6AV6647-0AF11-3AX0 » est à connecter sur notre système SIEMENS SIMATIC, avec interface Pro finet configurable à partir de WINCCFlexible afin d'effectuer des opérations de maintenance ou de programmation de l'automate industriel SIEMENS. Ce pupitre est dimensionnée de 10.4 pouces avec exécution à écran tactile et de ses 8 touches de fonction (Commutateurs à membrane). C'est la partie de la machine qui gère l'interaction entre l'homme et la machine [27].



Figure 3.9 : SIEMENS HMI KTP1000 6AV6647-0AF11-3AX0

3.6.3 Caractéristiques techniques du HMI (KTP1000 6AV66470AF11-3AX0)

Le tableau ci-dessous, résume les principales caractéristiques du HMI utilisé.

Tableau 3.2 : les principales caractéristiques du HMI utilisé [27].

Série fabricant	KTP 1000
Type d'affichage	LCD
Taille de l'affichage	10,4"
Résolution de l'affichage	640 x 480pixels
Couleur de l'afficheur	Coloré
Type de port	Ethernet
Type de processeur	32 Bit RISC
Mémoire embarquée	1024 Ko
Tension d'alimentation	24 V DC
Température minimum de fonctionnement	0°C
Indice IP	IP20, IP65
Température d'utilisation maximale	+40°C
Dimensions	335 x 275 x 60 mm

3.7 Commutation Ethernet

Ethernet est un protocole de réseau local à commutation de paquets. C'est une norme internationale basée sur le principe de membres (pairs) sur le réseau, envoyant des messages dans ce qui était essentiellement un système radio, captif à l'intérieur d'un fil ou d'un canal commun, parfois appelé l'éther. Chaque pair est identifiée par une clé globalement unique, appelée adresse MAC, pour s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet aient des adresses distinctes [28] (Figure 3.10).

**Figure 3.10** : Prise Ethernet (aux milieux), câble (à gauche) câblage Ethernet

3.7.1 Stratégie de communication

La CPU 1215C comprend pour sa part un commutateur Ethernet à 2 ports intégré. On peut avoir un réseau avec une CPU 1215C et deux autres CPU S7-1200. Nous pouvons également utiliser le commutateur Ethernet à 4 ports CSM1277 (2) (Figure 3.11), monté sur châssis, pour connecter plusieurs CPU et appareils IHM.

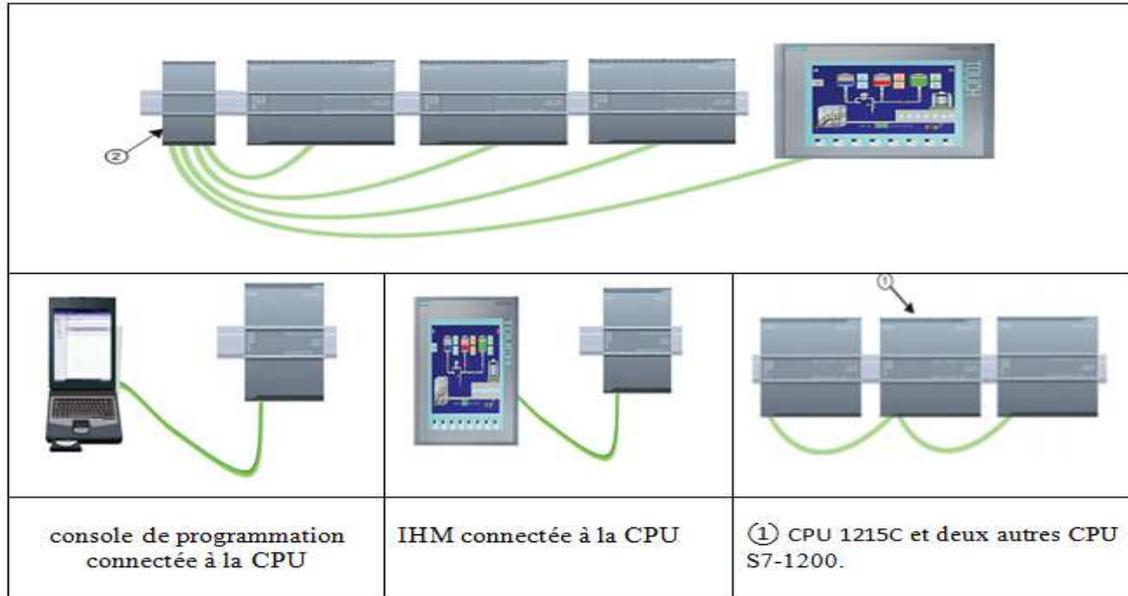


Figure 3.11 : Stratégie de communication

3.8 Langage de programmation

Les langages de programme permettent la programmation des fonctions et mis en œuvre dans l'application.

Quatre langages programme sont proposés :

- langage à contact (LD).
- langage listes d'instructions (IL).
- langage littéral structuré (ST).
- langage Grafcet (G7).

3.8.1 Ladder (LD)

Un programme Ladder est un langage destiné pour la programmation des automates programmables industriels.

Il ressemble à un schéma électrique (Figure 3.12), facile et compréhensible, il est présenté en forme logique, souvent utilisé dans la programmation. Il est composée de trois types d'éléments de langages :

- Les entrées : ou contacts qui permettent de lire la valeur ou la variable. Il existe deux types d'entrées : Normalement ouvert, Normalement fermé.
- Les sorties ou bobines qui permettent d'écrire la valeur.
- Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées [28].

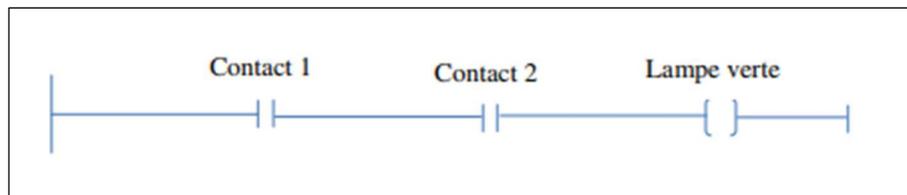


Figure 3.12 : Présentation d'un schéma CONT.

3.8.2 Langage liste d'instruction (IL)

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans cette programmation, 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 évoluées (paramètres de blocs et accès structurés aux données).

Tableau 3.3 : fonction et instructions d'action de langage IL [29].

Désignation	Fonctions
LD	Le résultat est égal à l'opérande (load : lire la valeur).
LDN	Le résultat est égal à l'inverse de l'opérande (contact ouverture).
AND	ET logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
ANDN	ET logique entre le résultat et précédent et l'état inverse de l'opérande.
OR	OU logique entre le résultat et précédent et l'état de l'opérande.
ORN	OU logique entre le résultat et précédent et l'état inverse de l'opérande.
XOR, XORN	OU exclusif.
Instructions d'action	
ST	L'opérande associé prend la valeur de la zone de test.
STN	L'opérande associé prend la valeur inverse de la zone de test.
S	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.
R	L'opérande associé est mis à 1 lorsque le résultat de la zone de test est à 1.

3.8.3 Langage Grafcet

L'éditeur Grafcet (graph fonctionnel de commande étapes-transitions) permet de représenter graphiquement et de façon structuré le fonctionnement d'un automate séquentiel.

Autrement dit, le Grafcet est donc un langage graphique représentant le fonctionnement d'un automate par un ensemble :

- d'étapes auxquelles sont associées des actions ;
- de transitions entre étapes auxquelles sont associées des conditions de transition (réceptivités) ;
- des liaisons orientées entre les étapes et les transitions.

3.8.4 Langage littéral structuré (ST)

L'éditeur de langage liste d'instruction permet l'écriture de traitements logiques et numériques sous forme structurée.

Cet éditeur dispose de fonctionnalités telles que :

- les saisies et visualisation des opérands sous forme de symboles et de repère.
- l'aide à la saisie des instructions de la bibliothèque.
- l'affichage en couleur des mots clefs du langage et des commentaires [30].

3.9 Conclusion

L'automate programmable utilisé dans notre application est un SIEMENS S7-1200. Ses caractéristiques techniques ainsi que son mode de fonctionnement ont été présentés dans ce chapitre. Le module SIWAREX WP231 est un module de pesage. Selon ses avantages, ce module est le mieux adapté à notre application.

Chapitre 4 : Réalisation Pratique &
Tests

4.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter et expliquer les étapes de notre réalisation pratique.

Pour cela, nous allons suivre la démarche suivante :

- Présentation du GRAFCET du système réalisé.
- Programmation du PLC S7 1200 avec le logiciel Step7 sous TIA Portal V15
- Programmation de l'interface utilisateur avec le logiciel WINCC sous TIA Portal V15.
- Et enfin, la réalisation du schéma électrique de l'armoire.

4.2 Elaboration du GRAFCET de contrôle de poids

Afin de décrire les différentes étapes que nous avons élaborées pour le contrôle de poids, nous avons fait appel au langage de Grafcet pour détailler le fonctionnement correspondant.

4.2.1 Principe de fonctionnement

Lorsqu'on Actionne le commutateur de démarrage puis le bouton de réarmement, le convoyeur se met en marche. Aussitôt alors commence l'étape de vérification des caisses de produit fini.

A la fin de ce convoyeur, on y trouve :

- un capteur optique pour la détection de la caisse.
- une balance qui fait le pesage des caisses à contrôler après une durée de temps (temps de stabilité de pesage).

A noter que le convoyeur s'arrête uniquement si une deuxième caisse arrive pendant qu'une caisse est en cours de test, ce qui provoque l'allumage du voyant rouge.

- Si le poids de la caisse est dans la gamme de tolérance, la caisse suivante pousse la caisse actuelle vers la sortie et un nouveau cycle démarre.
- Si le poids de la caisse n'est pas dans la gamme de tolérance alors le voyant orange s'allume, un employé intervient et procède à la correction du poids en ajoutant ou en enlevant un paquet. La caisse sera totalement enlevée dans le cas où la correction est impossible puis il appuie sur le bouton de réarmement.

4.2.2 Grafcet

Pour reproduire au mieux le cycle de fonctionnement du système de contrôle de poids, on utilisera un modèle de représentation séquentielle dont le grafcet est donné sur la Figure 4.1.

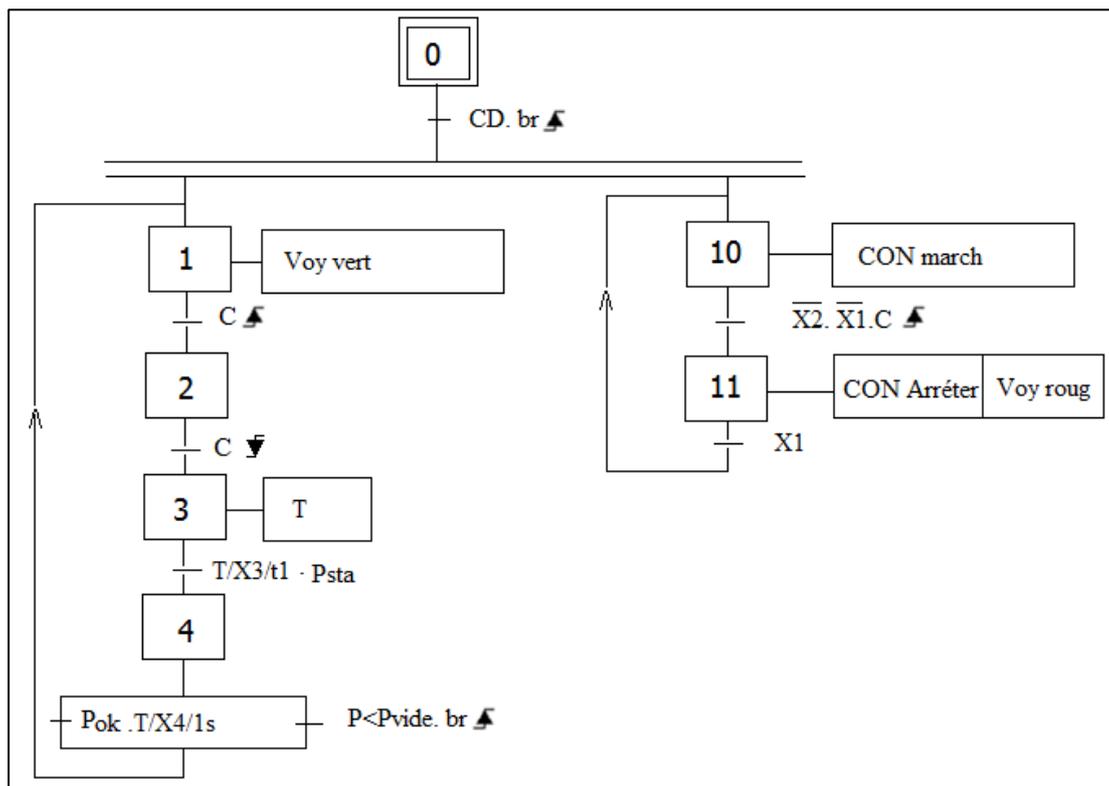


Figure 4.1 : GRAFCET du système de contrôle de poids

Les variables utilisées dans le modèle graphique sont définies comme suit :

CD : Commutateur de Démarrage.

br : bouton de réarmement en front montant.

C : détecteur des caisses.

P : Poids de la caisse.

Psta : Poids stable.

Pvide : aucune charge au-dessus de la balance.

Pok : le Poids de la caisse est dans la gamme de tolérance ($P_{min} < P < P_{max}$).

t 1 : temps de stabilité de la caisse.

voy vert : voyant vert = système en marche

voy rouge : voyant rouge = système en arrêt.

Les étapes de déroulement du GRAFCET sont comme suit :

Etape 0 : étape initiale qui correspond à l'attente de l'appui sur le bouton de réarmement pour démarrer le convoyeur.

Etape 1 : attente de l'arrivée de la caisse

Etape 2 : attente sorti de la caisse hors la zone du détecteur.

Etape 3 : attente stabilité

Etape 4 : comparaison

Etape 10 : démarrage du convoyeur et allumage

Etape 11 : Arrêt du convoyeur et allumage du voyant rouge.

4.3 Programmation de l'automate S7-1200

4.3.1 Description du programme

Afin de répondre au besoin du cahier de charge et à l'exigence du process, nous avons développé un programme afin d'arriver à la solution d'automatisation recherchée.

Pour cela, nous avons réparti le travail en cinq phases essentielles :

- La première phase : consiste à choisir la configuration matérielle requise en définissant la CPU ainsi que les modules introduits dans notre projet.
- La deuxième phase : concerne à attribuer une liste des mnémoniques à chaque adresse d'entrée/sortie physiques ou variable statique.
- La troisième phase : est la plus importante. Elle permet de développer

le programme d'exécution en utilisant toutes les blocs fonctionnels et blocs de données nécessaires au déroulement du processus.

- La quatrième phase : consiste à réaliser une supervision. Cette dernière, sert à visualiser le processus de manière à être compréhensible par l'utilisateur et cela par l'attribution d'une explication pour chaque étape.
- La dernière phase : comprend la phase de configuration et d'étalonnage du module de pesage.

4.3.2 Configuration matérielle

Nous avons procédé tout d'abord à la création de la configuration des appareils utilisés pour notre programme. Soient les composantes suivantes : une CPU (Figure 4.2), une Interface Homme Machine HMM (pour notre projet, nous avons utilisé le système PC 'WinCC RT ADVAVCED') (Figure 4.4) et un module de pesage SIWAREX wp 231 (Figure 4.3).

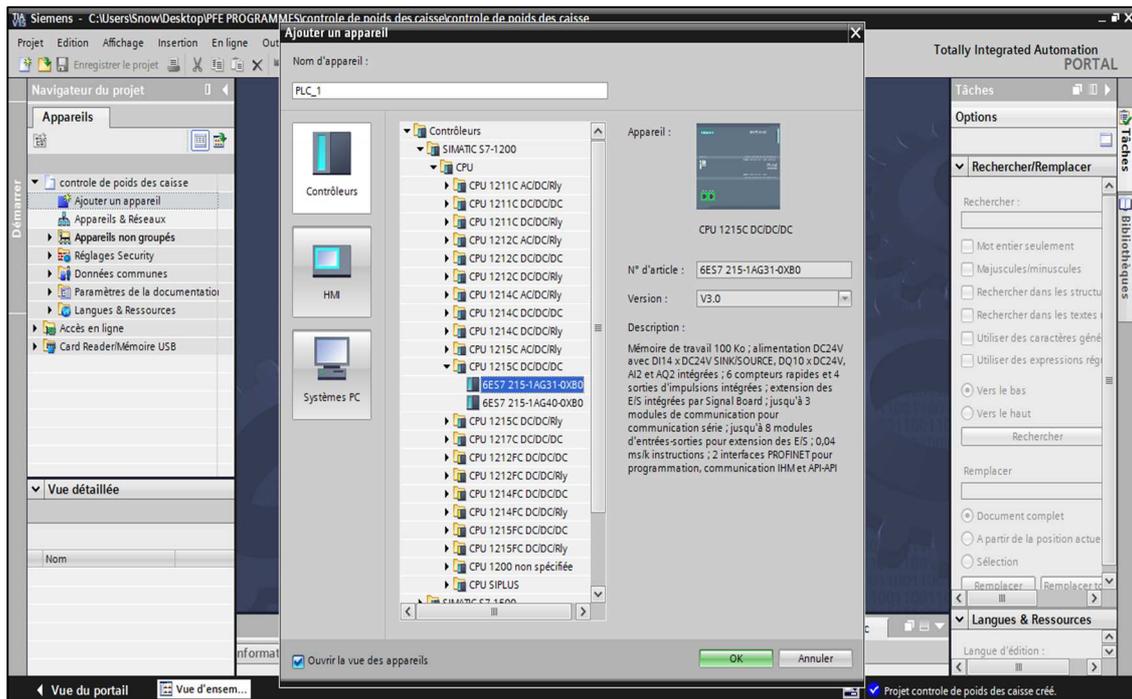


Figure 4.2 : Boîte de dialogue « ajouter un CPU »

A partir de TIA Portal V12, SIWAREX WP231 est intégré par défaut en tant que module technologique S7-1200 dans le profil matériel.

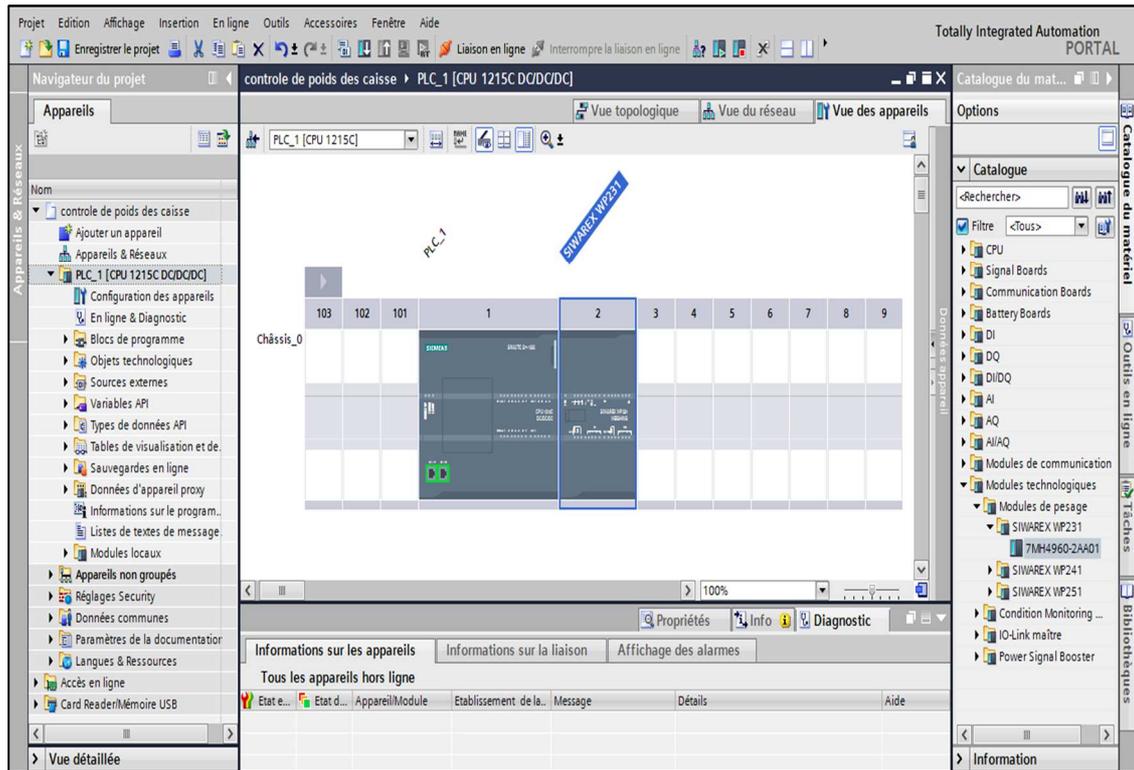


Figure 4.3 : la configuration du SIWAREX et du CPU

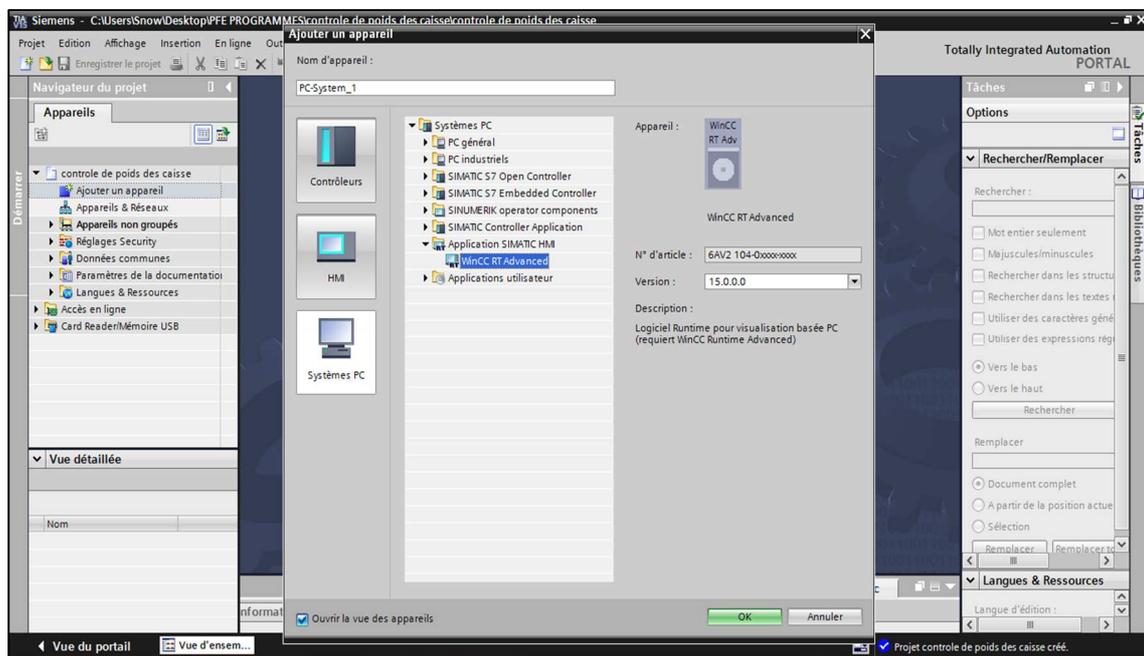


Figure 4.4 : Boite de dialogue « ajouter WinCC RT ADVANCED »

4.3.3 Configuration de la CPU pour la communication PROFINET

Dans un réseau PROFINET, chaque appareil doit comporter une adresse IP (protocole internet). Cette adresse permet à l'appareil de transmettre des données dans

un réseau (Figure 4.5). Une fois qu'on a configuré la CPU, nous sommes prêt à configurer nos liaisons réseau, dans le portail "appareils & Réseaux".

Une fois la configuration achevée, nous avons chargé le projet dans la CPU. A noter que toutes les adresses IP sont configurées lorsque nous chargeons le projet dans la CPU.

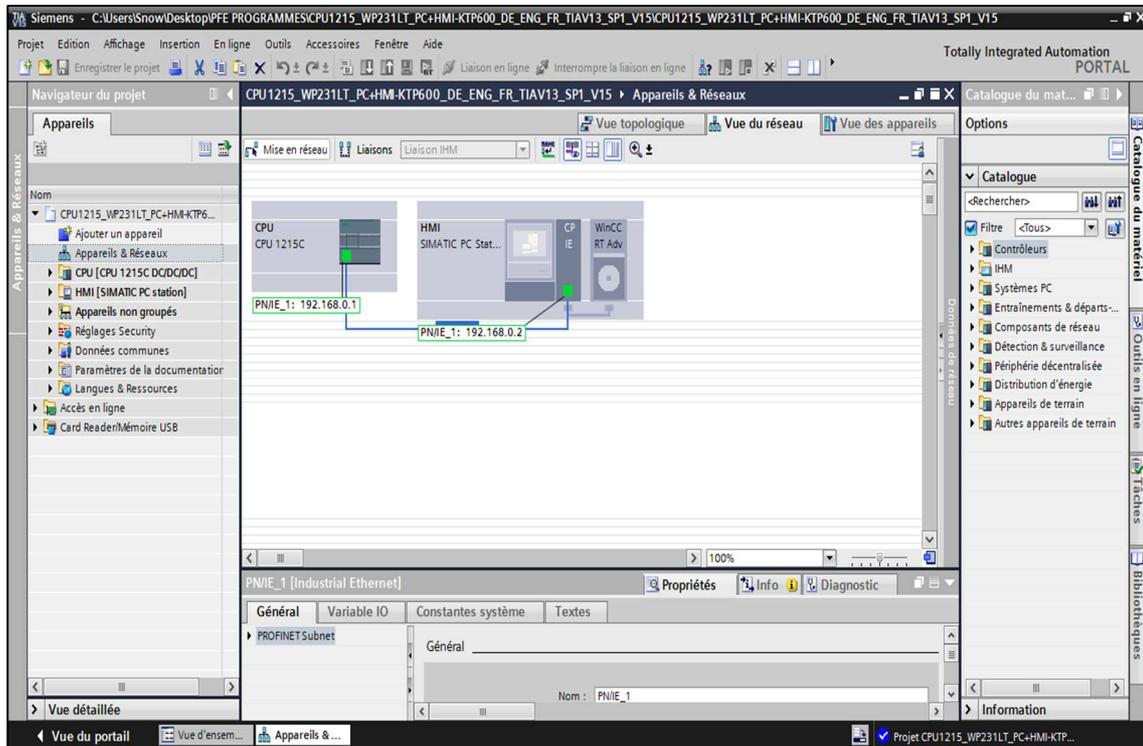


Figure 4.5 : Configuration des liaisons réseau entre une CPU et HMI

4.3.4 Programme utilisateur

a. Tables de mnémoniques

D'après la liste des capteurs et actionneurs utilisés dans notre projet et pour que l'automate soit en liaison avec la partie opérative et coordonne la succession et le déroulement des étapes, il faudra qu'il y ait un échange d'informations en permanence avec la partie opérative et ce à travers les différents capteurs et pré-actionneurs qu'on doit relier à l'automate dans des emplacements spécifiques qui correspondent à des adresses physiques sur les entrées et les sorties de l'automate.

Avant de commencer la programmation, il est préférable de créer une table de mnémoniques dans laquelle nous avons attribué à chaque opérande, une mnémonique et un commentaire afin de faciliter la compréhension et l'organisation de l'application.

La figure (Figure 4.6) suivante représente notre table de mnémonique créée dans le projet.

Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibil...	Commentaire
15	Poids instantané	Standard-Variablen...	Real	%MD200	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	pesée stable	Standard-Variablen...	Bool	%M210.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Alarme Siwarex	Standard-Variablen...	Bool	%M210.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	etap 0	Standard-Variablen...	Bool	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	etap 1	Standard-Variablen...	Bool	%M10.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	etap 2	Standard-Variablen...	Bool	%M10.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	etap 3	Standard-Variablen...	Bool	%M10.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	etap 4	Standard-Variablen...	Bool	%M10.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	etap 10	Standard-Variablen...	Bool	%M10.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	etap 11	Standard-Variablen...	Bool	%M10.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	bouton demarage	Standard-Variablen...	Bool	%I20.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	bouton réarmement	Standard-Variablen...	Bool	%I20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	bouton arrêté urg	Standard-Variablen...	Bool	%I20.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	capteur présence de caisse	Standard-Variablen...	Bool	%I20.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	voyant orange	Standard-Variablen...	Bool	%Q30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	voyant rouge	Standard-Variablen...	Bool	%Q32.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	convoyeur	Standard-Variablen...	Bool	%Q33.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	Poids dans la marge	Standard-Variablen...	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	tolérance max	Standard-Variablen...	Real	%MD31	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	tolérance MIN	Standard-Variablen...	Real	%MD36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	<-ajouter>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure 4.6 : Table des mnémoniques

b. Structure du programme utilisateur

Après avoir déclaré les mnémoniques, on entame maintenant le programme d'exécution. La méthode la plus efficace pour une bonne organisation de projet est de créer des fonctions et d'attribuer à chacune une tâche particulière à exécuter.

La structure de projet en un ensemble de fonctions est montrée sur la (Figure 4.7) qui suit :

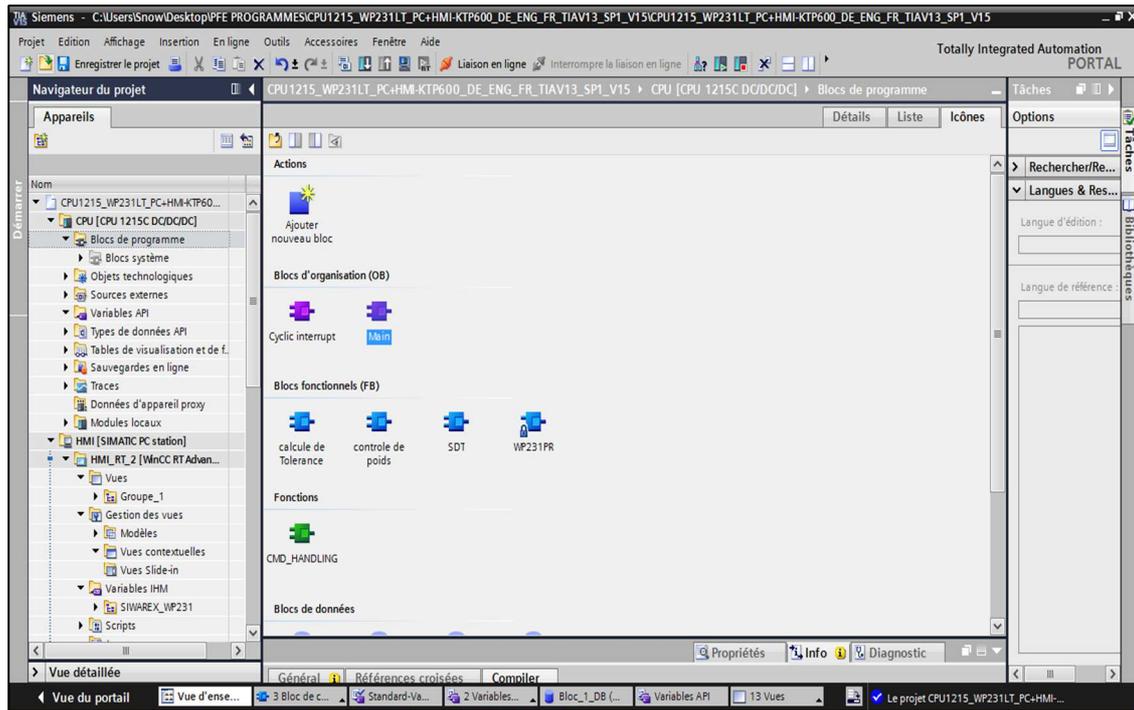


Figure 4.7 : structure du programme

➤ Blocs d'organisation OB

- **[OB1]** : est un bloc de code obligatoire. Il fournit la structure de base pour notre programme utilisateur. Il est défini par défaut pour l'exécution cyclique et l'appel d'autres blocs.
- **[OB35]** : OB d'alarme cyclique permettant de démarrer des programmes indépendamment du traitement cyclique du programme, dans des intervalles de temps périodiques définis. Il est Fourni par le constructeur du module de pesage.

➤ Blocs fonctions (FC)

- **[FC30]** : CMD bloque de manipulation pour la succession et le déroulement des étapes et le bon fonctionnement de l'API. Il est fourni par le constructeur module de pesage.

• Blocs fonctionnels (FB)

- **[FB2] contrôle de poids** : dont l'interprétation est donnée par le grafcet de la Figure 4.8.

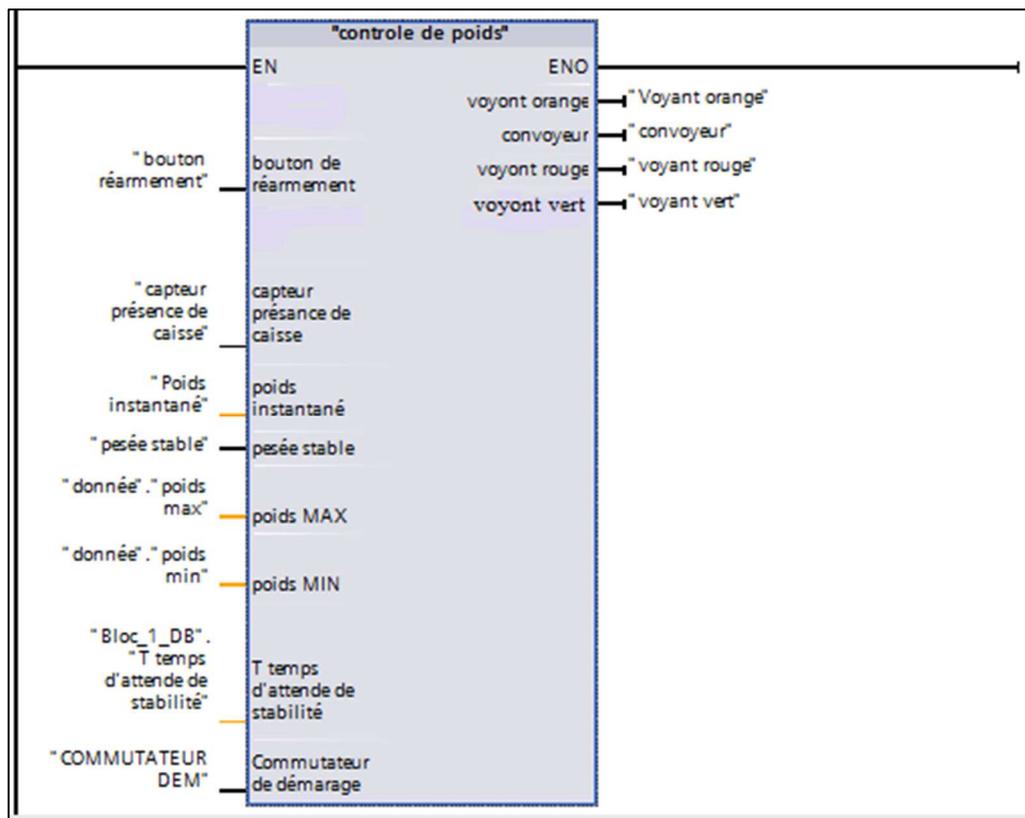


Figure 4.8 : Bloc 1 [FB2] contrôle de poids.

- Démarrage du convoyeur :

La figure 4.9 illustre que l'appui sur le bouton du commutateur de démarrage et le bouton de réarmement font désactiver l'étape initiale "étape0" et active "étape 10" « démarrage de convoyeur » et "étape 1" « attente du caisse ».

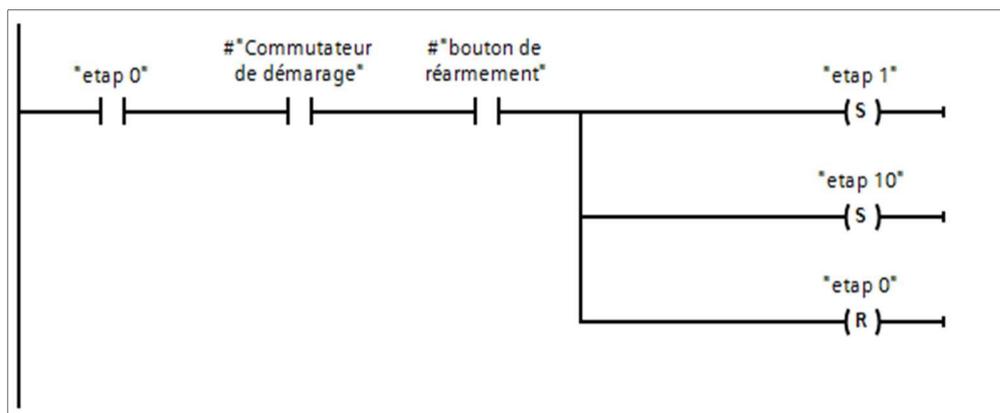


Figure 4.9 : Démarrage du système

- **Détections des caisses :**

La figure 4.10 présente la détection de la caisse et provoque la désactivation de "étape 1" et active "étape 2".

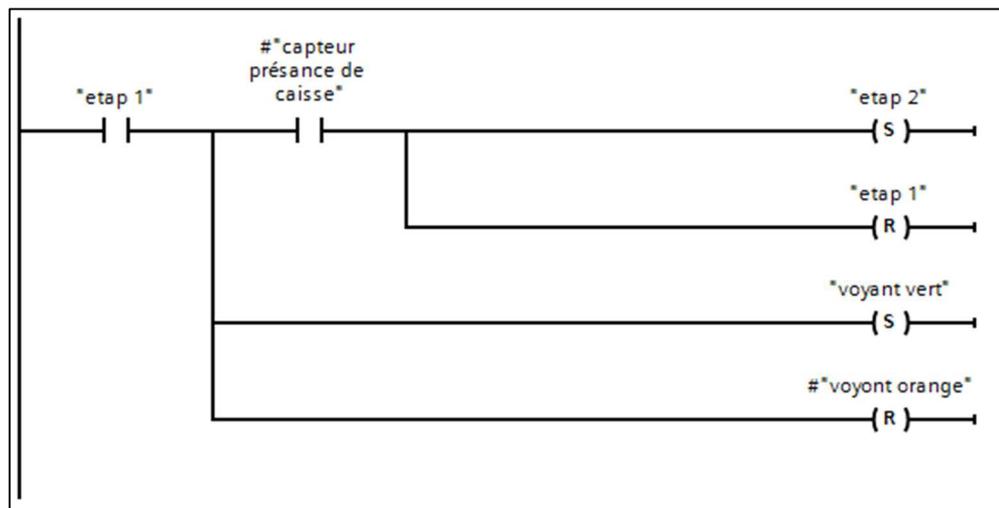


Figure 4.10 : détection de la caisse

- **Stabilité de la caisse :**

Cette action est réalisée lors de l'activation de l'étape 2 et lorsque temps de stabilisation s'écoule et que la caisse devient stable au-dessus de la balance. L'étape 3 s'active alors et l'étape 2 se désactive (Figure 4.11)

TOF time : L'instruction "Retard à la retombée" de la Figure 4.11 permet de retarder la mise à 0 du paramètre Q de la durée programmée PT. Le paramètre Q est mis à 1 lorsque le résultat logique (RLO) dans le paramètre IN passe de "0" à "1" (front montant).

Le temps programmé PT commence à s'écouler lorsque l'état logique du paramètre IN passe de nouveau à 0.

Le paramètre Q reste à "1" tant que la temporisation PT s'exécute. Une fois le temps PT écoulé, le paramètre Q est remis à 0.

Si l'état logique du paramètre IN passe à "1" avant que la durée PT ne soit écoulée, la temporisation est remise à "0". L'état logique du paramètre Q reste à 1.

- Pesée stable : indique que la caisse est stable au-dessus de la balance.

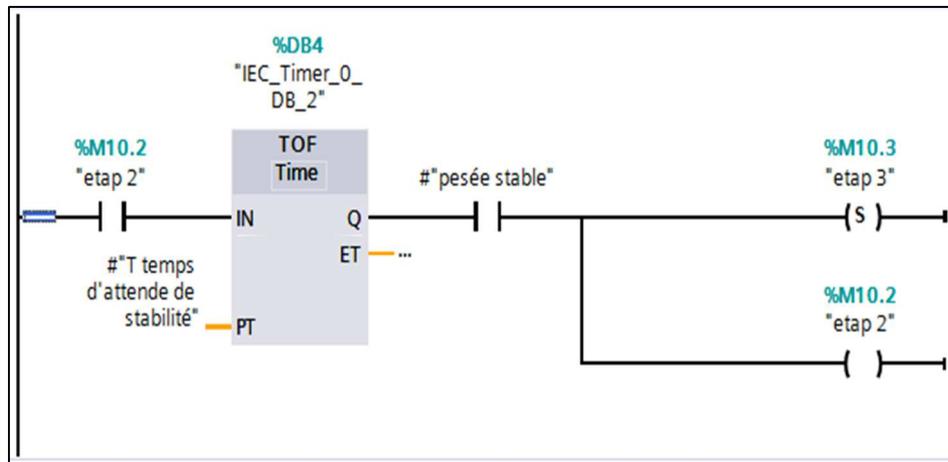


Figure 4.11 : Stabilité de la caisse

- La Comparaison :

IN RANGE : A l'aide de l'instruction "Valeur dans la plage" représentée dans la Figure 4.12 , nous pouvons tester si la valeur à l'entrée VAL se trouve dans une plage déterminée.

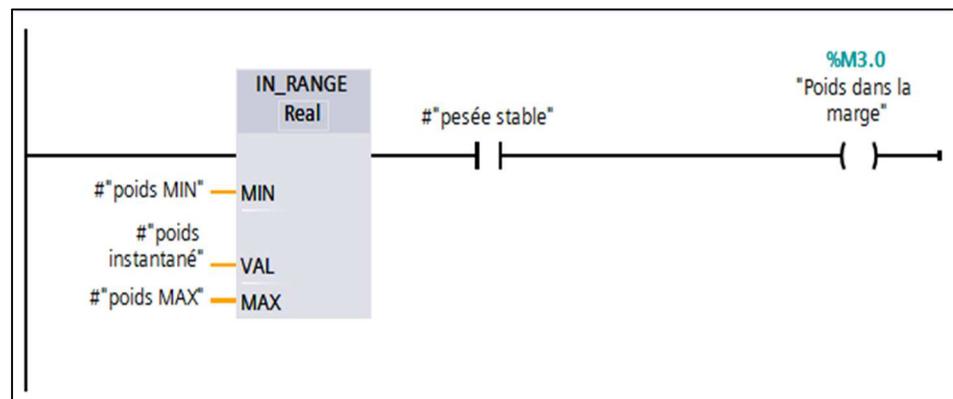


Figure 4.12 : l'instruction IN RANGE "Valeur dans la plage"

La Figure 4.13 illustre si le poids est dans la marge alors "étape 3" se désactive et active "étape 1." Ainsi un nouveau cycle démarre.

Si le poids est en dehors de la marge alors "étape 3" se désactive et active "étape 4", le voyant orange s'allume.

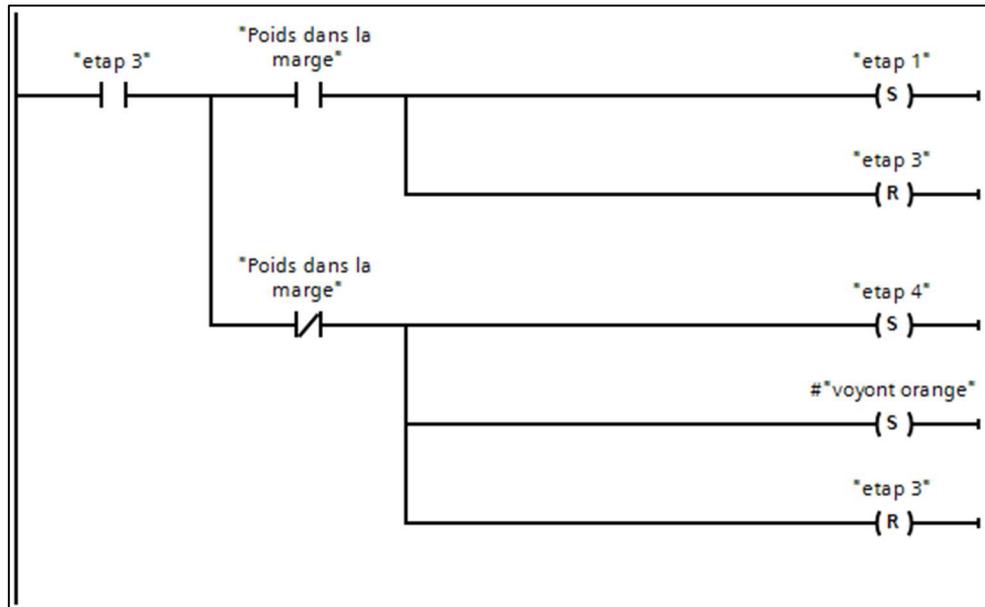


Figure 4.13 : comparaison

- **Réparation manuelle :**

Une réparation manuelle rapide provoque la désactivation de "étape 4" et l'activation de " étape 1". Sinon l'employé enlève la caisse et appuit sur le bouton réarmement pour activer "étape 1" et désactiver "étape 4" (Figure 4.14).

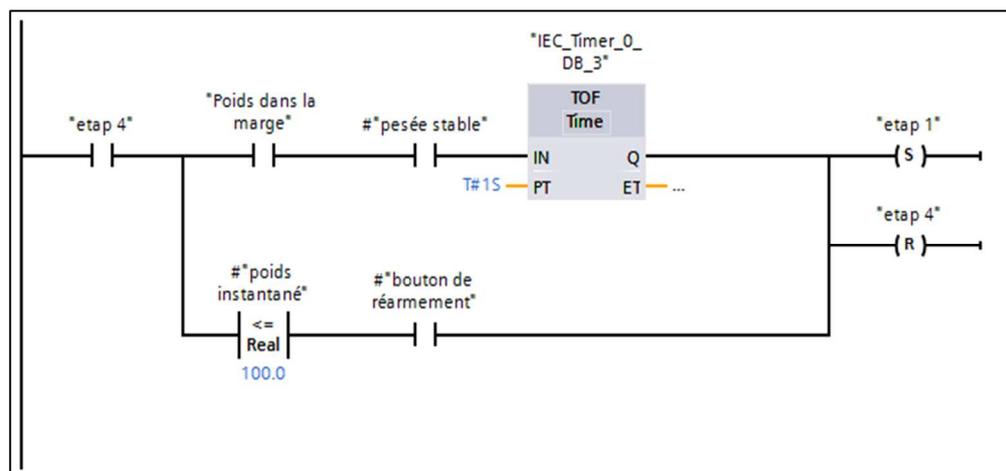


Figure 4.14 : Correction manuelle

- **L'Arrêt du convoyeur :**

Le convoyeur s'arrête seulement si une caisse est détectée par le capteur pendant le pesage d'une autre caisse (Figure 4.15).

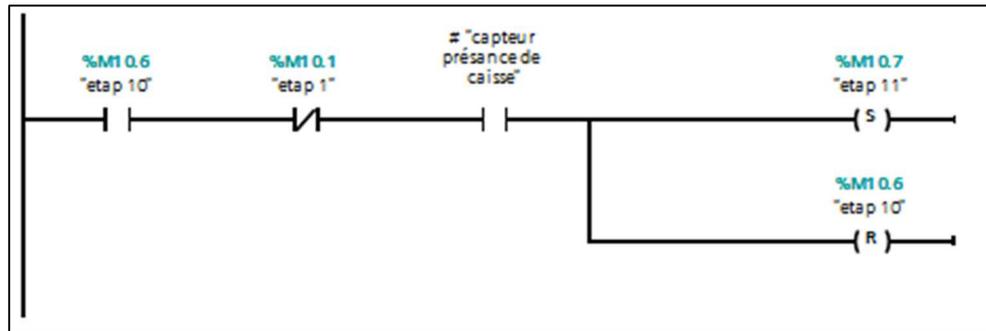


Figure 4.15 : L'Arrêt du convoyeur

- Les actions :

Les Figures 4.16 et 4.17 montrent la mise en marche et la mise en arrêt du convoyeur et les voyants.

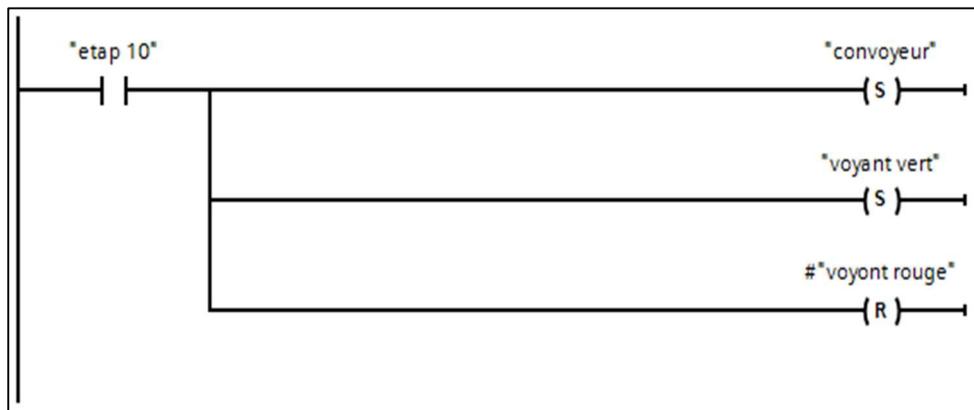


Figure 4.16 : Mise en marche du convoyeur et les voyants

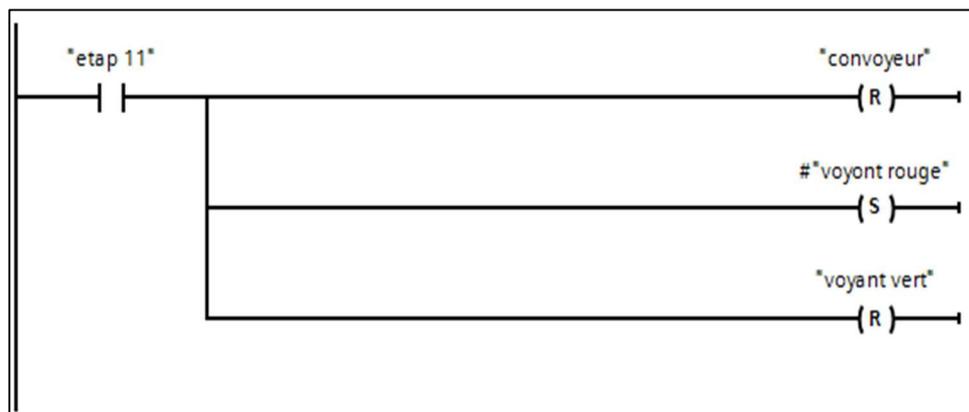


Figure 4.17 : Mise en arrêt du convoyeur et les voyants

- **[FB3]** calcul de tolérance : est un bloc fonction pour calculer les limites tolérées maximale et minimale. La Figure 4.18 illustre la formule du calcul.

Dans ce bloc, on a utilisé les fonctions arithmétiques de multiplication, division et d'addition.

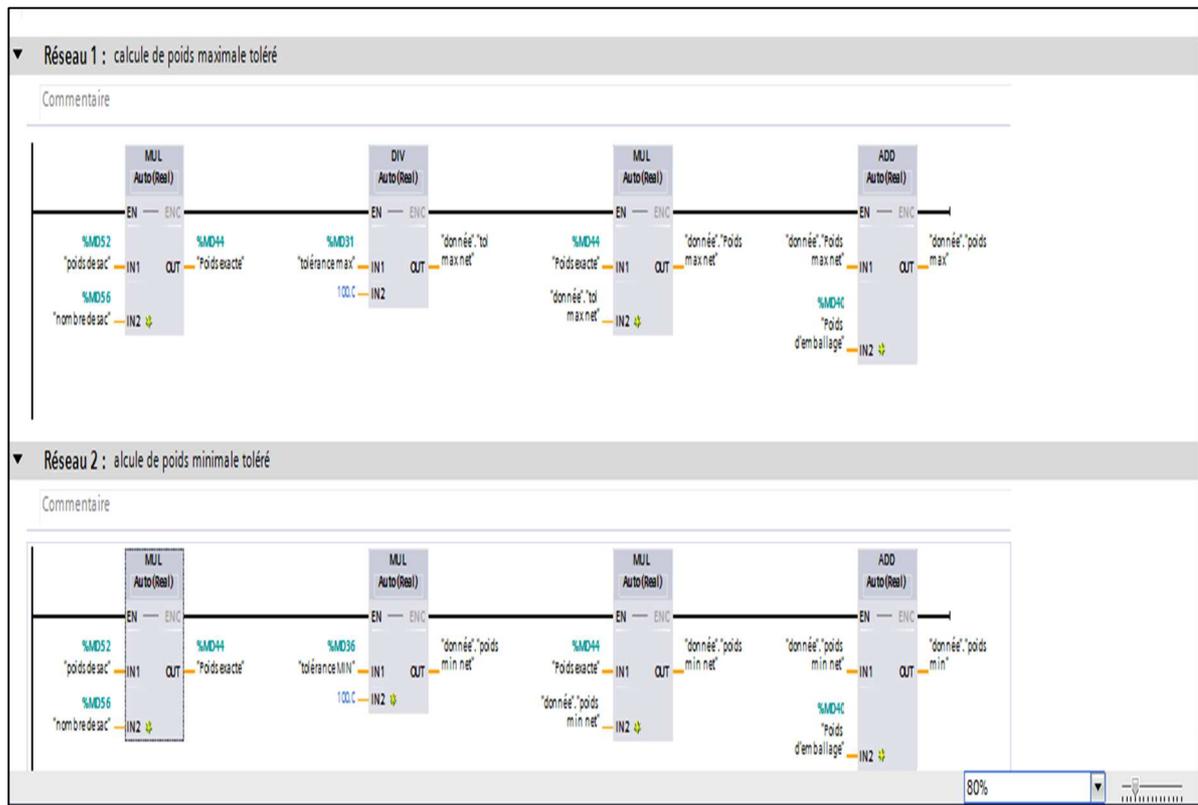


Figure 4.18 : calcul de tolérance.

- **[FB1]** : Le bloc fonction SDT (Secure Display Transfer) envoie l'enregistrement de données à un appareil à distance (Siwarex wp231) afin d'établir la connexion, d'envoyer les données et recevoir les données. Il est fourni par le constructeur.
- **[FB231]** : bloc de SIWAREX. Il concerne le module de pesage SWAREX WP231 qui est fourni par le constructeur.

4.4 Interface de supervision HMI

Dans notre projet, l'interface de supervision HMI est réalisée pour piloter et contrôler les différentes opérations.

Nous allons présenter les étapes suivies pour la création de cette supervision et qui est répartie comme suit :

- Déclaration des variables avec leurs mnémoniques.
- Création des vues d'interface.

Ces étapes seront illustrées par des figures pour comprendre aisément le fonctionnement.

4.4.1 Déclaration des variables

Les variables permettent de communiquer, c'est à dire d'échanger des données entre les composants d'un process automatisé, un pupitre opérateur et un automate. La Figure 4.19 illustre une présentation de la déclaration des variables utilisées.

The screenshot shows the Siemens SIMATIC Manager interface. The main window displays a table titled 'Standard-Variablenabelle' with the following columns: Nom, Type de données, Connexion, Nom API, Variable API, Adresse, and Mode d'accès. The table lists various variables used in the HMI, such as 'Bloc_1_DB_poids instantané', 'etape 0', 'etape 1', 'etape 2', 'etape 3', 'Tolérance MAX', 'Tolérance MIN', 'WP231PR_DB_DR03_RESERVED...', 'poids de sac', 'nombre de sac', 'poids emballage', 'poids net', 'poids exacte', 'etape 4', 'etape 10', 'etape 11', 'poids MAX', 'poids MIN', and '<ajouter>'. Each variable is associated with a data type (Real, Bool, String), a connection (HMI_Verbindun...), an API name (CPU), and an API variable name (e.g., 'Bloc_1_DB.'poids instant...'). The 'Mode d'accès' column shows '«accès symboliq...»' for most variables.

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès
Bloc_1_DB_poids instantané	Real	HMI_Verbindun...	CPU	Bloc_1_DB.'poids instant...		«accès symboliq...
Bloc_1_DB_Temps d'attente d.	Time	HMI_Verbindun...	CPU	Bloc_1_DB.'Temps d'att...		«accès symboliq...
etape 0	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 0"		«accès symboliq...
etape 1	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 1"		«accès symboliq...
etape 2	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 2"		«accès symboliq...
etape 3	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 3"		«accès symboliq...
Tolérance MAX	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Tolérance MAX"		«accès symboliq...
tolérance MIN	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Tolérance min"		«accès symboliq...
WP231PR_DB_DR03_RESERVED...	String	HMI_Verbin...	CPU	WP231PR_DB_DR03.RE...		«accès symboliq...
poids de sac	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"poids de sac"		«accès symboliq...
nombre de sac	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"nombre de sac"		«accès symboliq...
poids emballage	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Poids d'emballage"		«accès symboliq...
poids net	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Poids net"		«accès symboliq...
poids exacte	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Poids exacte"		«accès symboliq...
etape 4	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 4"		«accès symboliq...
etape 10	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 10"		«accès symboliq...
etape 11	Bool	HMI_Verbindun...	CPU	"etap 11"		«accès symboliq...
poids MAX	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Poids max"		«accès symboliq...
poids MIN	Real	HMI_Verbindun...	CPU	"Poids MIN"		«accès symboliq...
<ajouter>						

Figure 4.19 : variables HMI

4.4.2 Création des vues

Dans notre projet, nous pouvons créer plusieurs vues. Chacune est définie afin de présenter un process particulier à visualiser sur l'écran par l'utilisateur.

Les vues créés sont :

- Vue initiale
- Vue paramètre

Par la suite, nous traiterons en détails toutes les vues citées précédemment.

a. Vue initiale

La figure 4.20 est la première vue qui apparait juste après le démarrage du pupitre. C'est à partir de cette vue, qu'on peut accéder aux vues créés précédemment (paramètres). Et à travers le bouton de tarage, on peut aussi tarer la balance.

On trouve dans cette vue : Poids de la caisse, poids maximal toléré, poids minimal toléré, Date et heure.

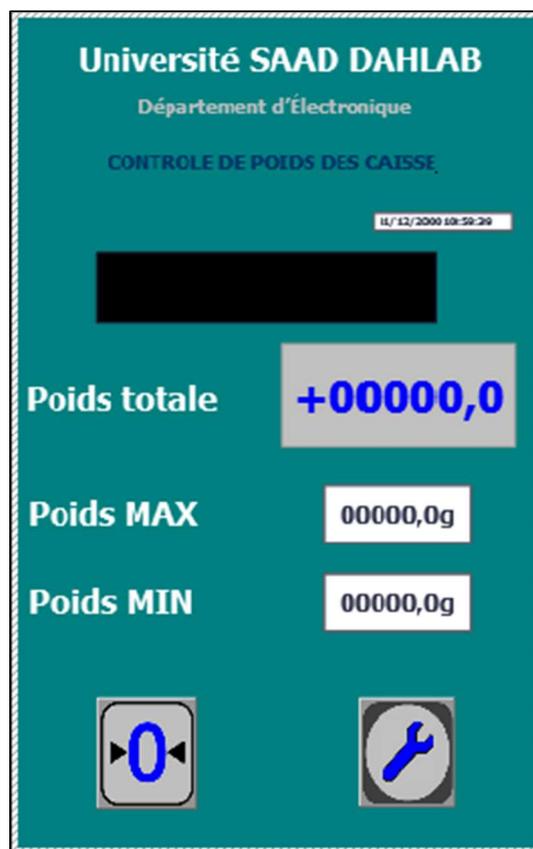


Figure 4.20 : vue initiale

b. Vues paramétrage

C'est des vues fournies par le constructeur du module de pesage WP231. Depuis ces vues, l'utilisateur peut accéder à la mise en service de l'étalonnage, à visualiser les diagnostics, au réglage de l'heure et de la date.

Nous avons modifié cette vue pour nous permettre de saisir le poids d'emballage, le nombre de sacs par caisse, le temps de stabilité, et la tolérance maximale et minimale (Figure 4.21).

Menu principal	
Poids de sacs	000g
Nombre de sacs	00
Poids d'emballage	00000g
Temps de stabilité	0s
Tolérance MAX	000,0%
Tolérance MIN	00,0%

1.0 Mise en service
2.0 Diagnostique
3.0 Langue, date et heure

➔

Figure 4.21 : Menu principal du paramétrage

- **Mise en service :**

La mise en service s'effectue avec l'opérateur et le logiciel "Ready for use" raccordé directement sur l'électronique de pesage fourni par le constructeur. Le pupitre communique directement via la CPU SIMATIC S7-1200.

Pour effectuer la mise en service, nous sélectionnons dans le menu principal la fonction "1.0 Mise en service", puis "1.2 Mise en service rapide". Nous sommes alors guidés à travers les différentes tâches pour définir les paramètres principaux (Figure 4.22).

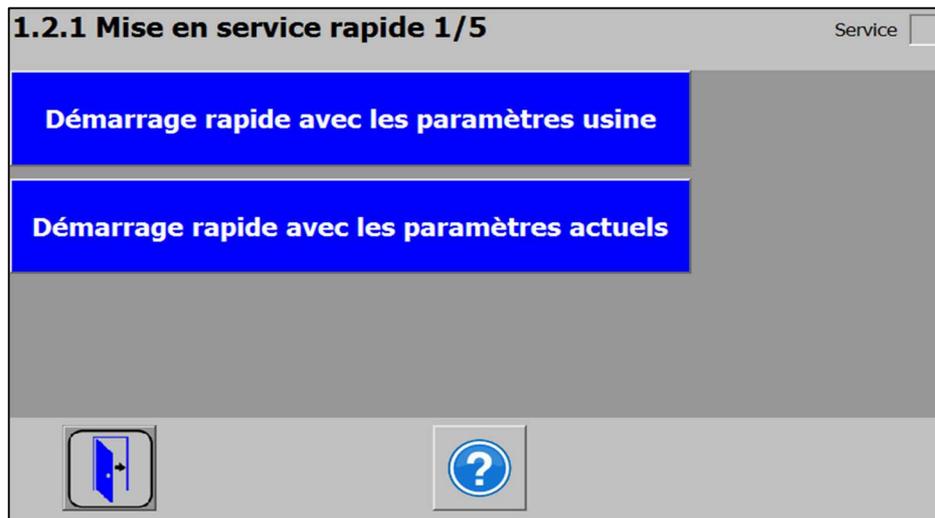


Figure 4.22 : Mise en service

La mise en service rapide prend comme base les paramètres par défaut (Figure 4.23). C'est pourquoi ces paramètres en cours doivent être réinitialisés avant la mise en service rapide. Le mode de maintenance est d'abord activé, suivi du rétablissement des paramètres par défaut.

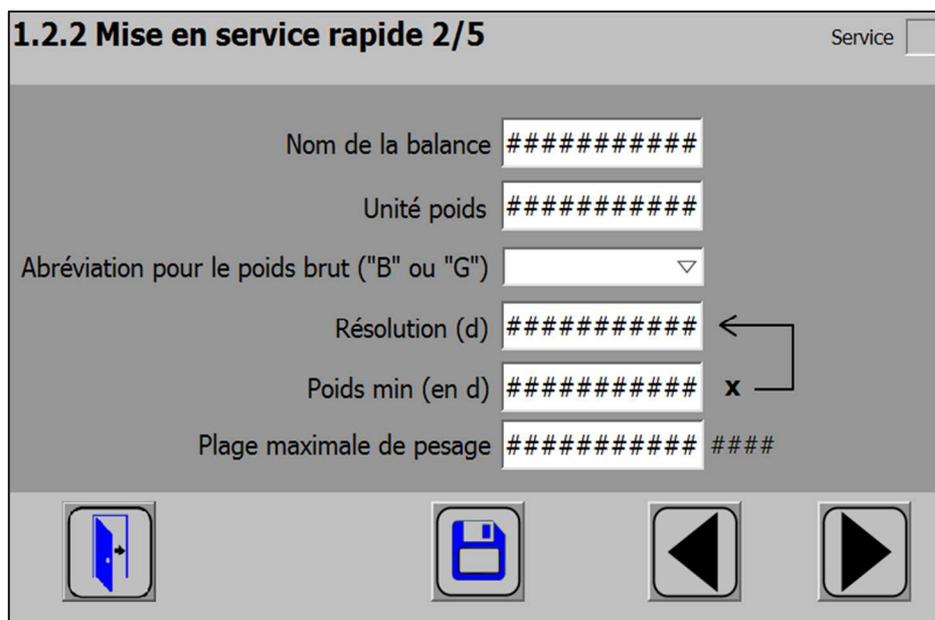


Figure 4.23 : Mise en service (paramétrage)

- la méthode d'étalonnage :

L'étalonnage se fait avec des poids étalons (Figure 4.24).

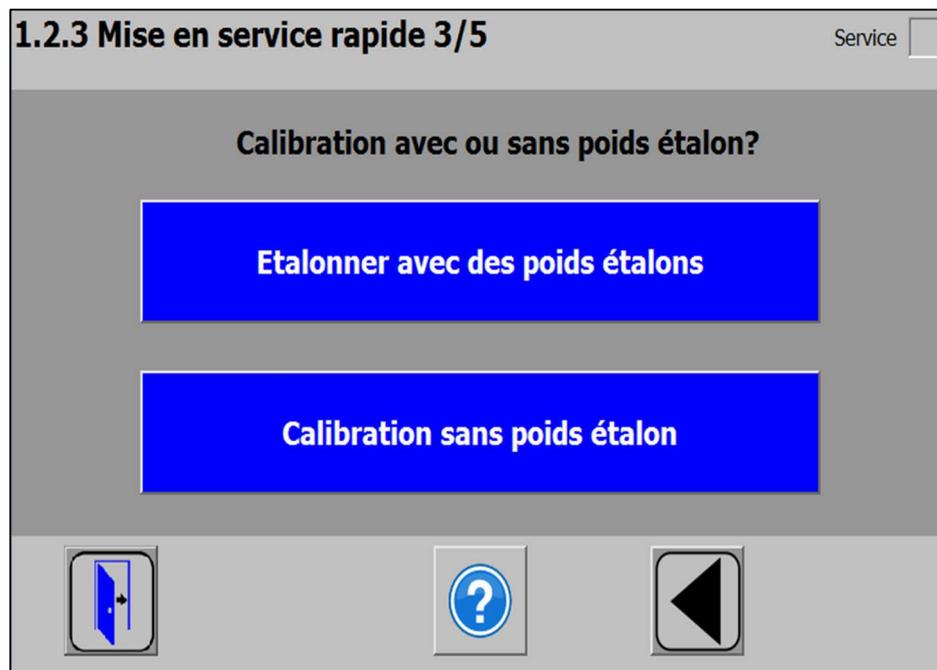


Figure 4.24 : méthode d'étalonnage

- On saisit les poids étalons à placer sur l'unité de pesage lors de l'opération d'étalonnage.
- Lorsque l'unité de pesage n'est pas vide et que son contenu actuel est connu, on définit un "Poids étalon 0" plus le contenu actuel de l'unité de pesage.
- Lorsque l'unité de pesage est vide, ce paramètre est défini à 0 kg. Le "poids étalon 1" est défini typiquement (Figure 4.25).

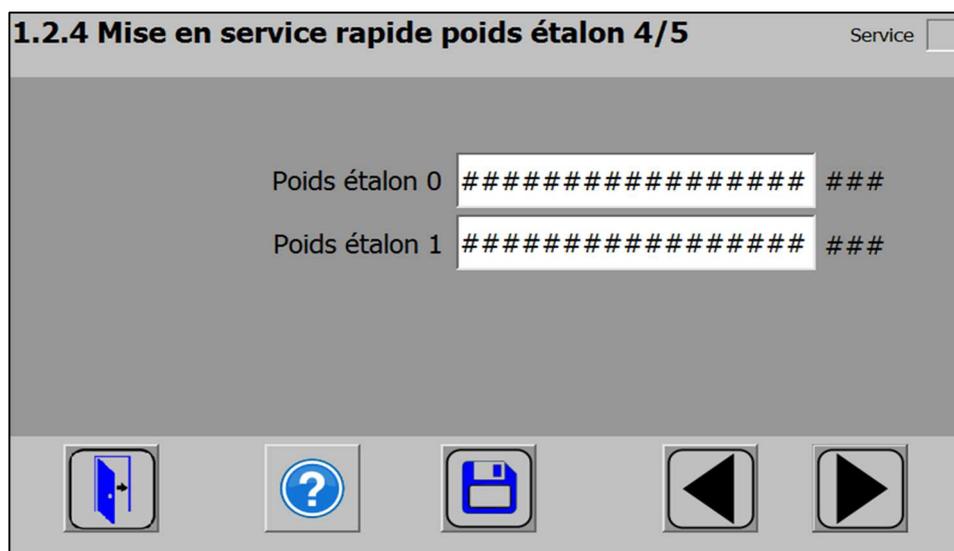


Figure 4.25 : l'étalonnage

Pour terminer la mise en service rapide, nous exécutons les commandes de tarage :

- On exécute la commande "Définir le poids étalon 0". Le "poids étalon 0" s'affiche alors à l'écran (Figure 4.26).
- On place le "poids étalon 1" sur l'unité de pesage et on exécute la commande "Définir le poids étalon 1" (Figure 4.26).
- L'étalonnage de l'unité de pesage étant terminé, on clique sur l'icône la "maison" pour revenir à l'écran d'accueil.

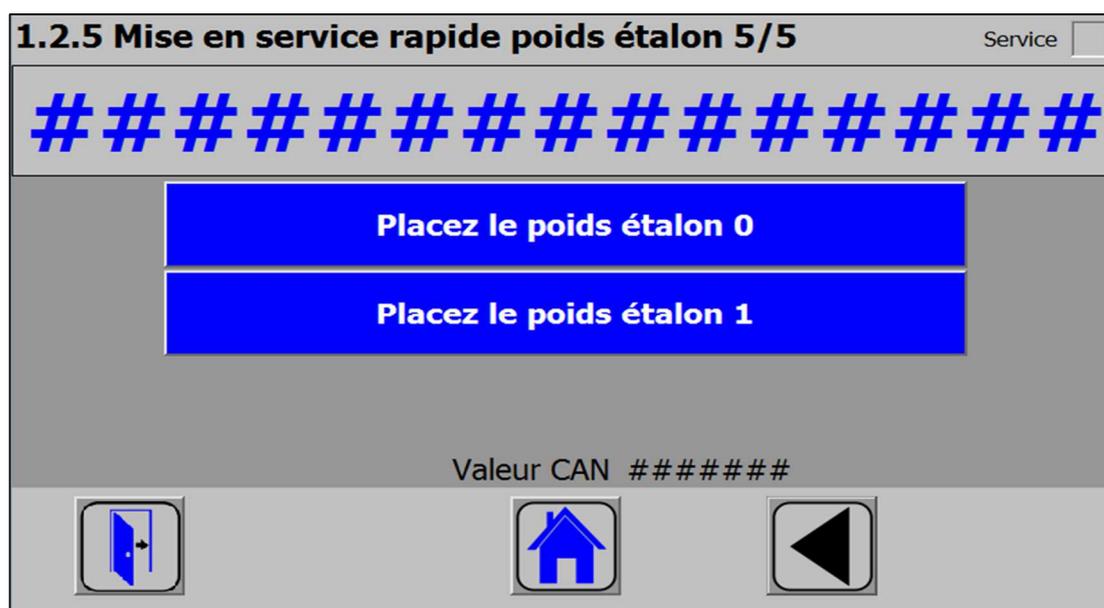


Figure 4.26 : l'étalonnage

- **Vérification de l'unité de pesage après l'étalonnage**

Si l'unité de pesage est juste utilisée à des fins d'exploitation interne, une simple vérification suffit.

Pour cela, nous exécutons les étapes suivantes :

- L'unité de pesage n'est pas chargée et elle indique "0 kg".
- On place un étalon de vérification connu sur l'unité de pesage.
- On vérifie l'affichage.
- Si un deuxième étalon de vérification connu est disponible, on le place également sur l'unité de pesage.
- On vérifie si l'affichage de l'unité de pesage correspond à la somme des étalons de vérification.
- On enlève l'étalon de vérification de l'unité de pesage.
- On vérifie alors si l'affichage de l'unité de pesage indique de nouveau "0 kg" [31].

- **Diagnostic :**

Cette fenêtre contient l'état de la balance (tara, les limites de la balance, erreur d'horloge), courbe du poids et informations sur le module (numéro de commande, numéro de série, support e-mail, support téléphone).

- **Langue, Date et Heure :**

C'est pour permettre de régler la langue, la date et l'heure sur l'écran.

4.5 Schéma et câblage électrique

La figure suivante (figure 4.27) présente le schéma électrique d'alimentation de notre système.

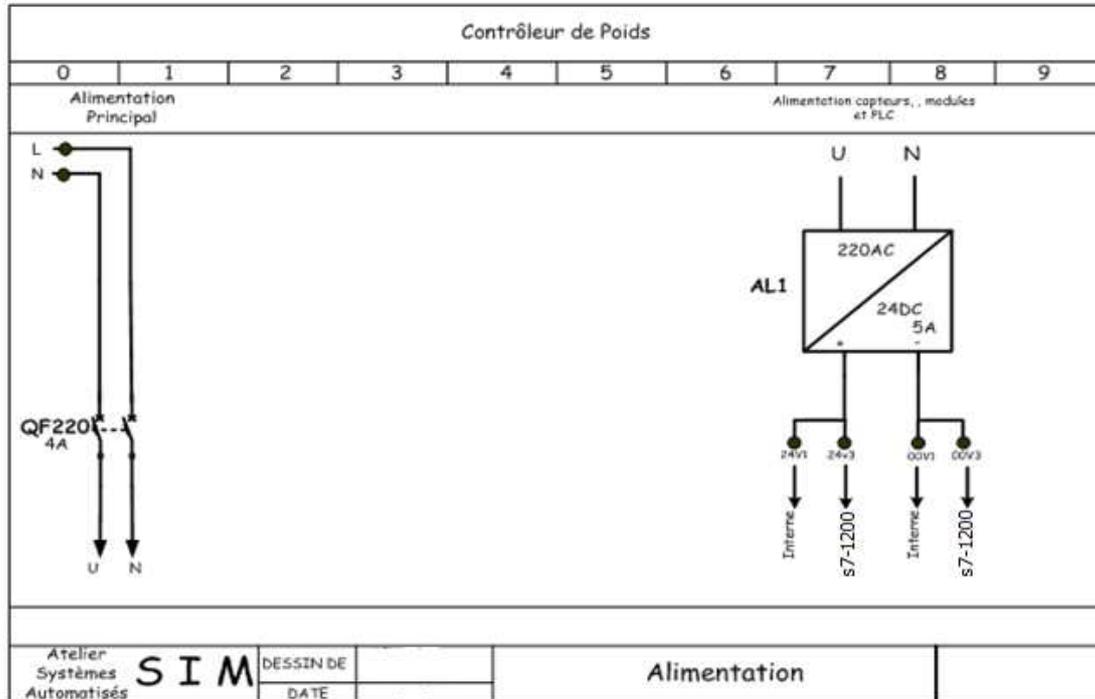


Figure 4.27 : Schéma de câblage de l'alimentation.

Les figures suivantes (Figures 4.28 et 4.29) présentent le schéma électrique entrée et sortie de notre API.

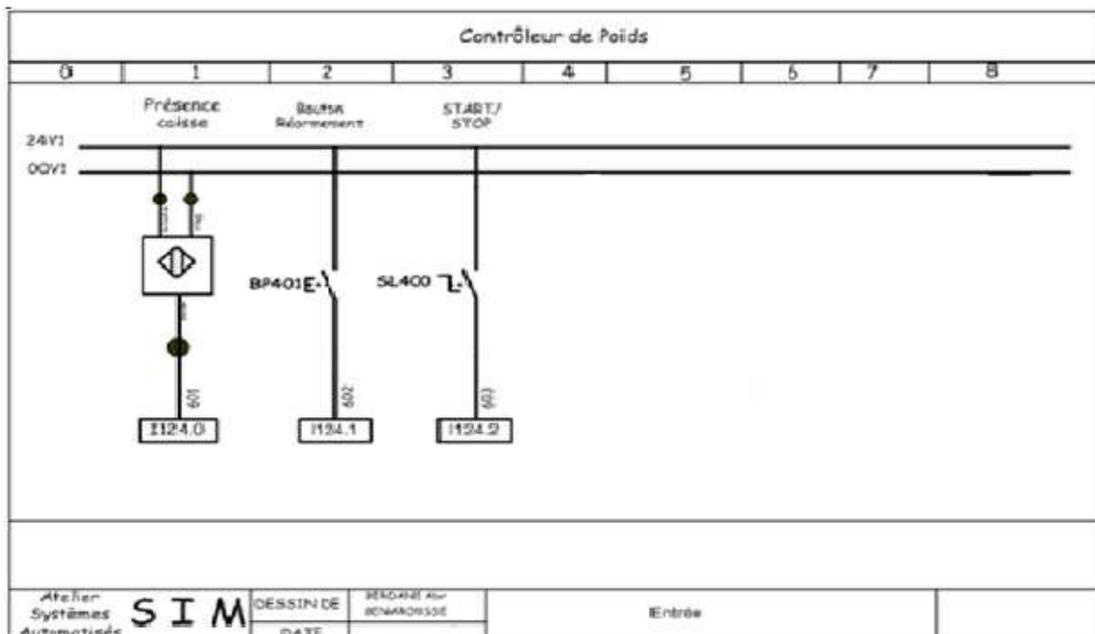


Figure 28 : les entrées API.

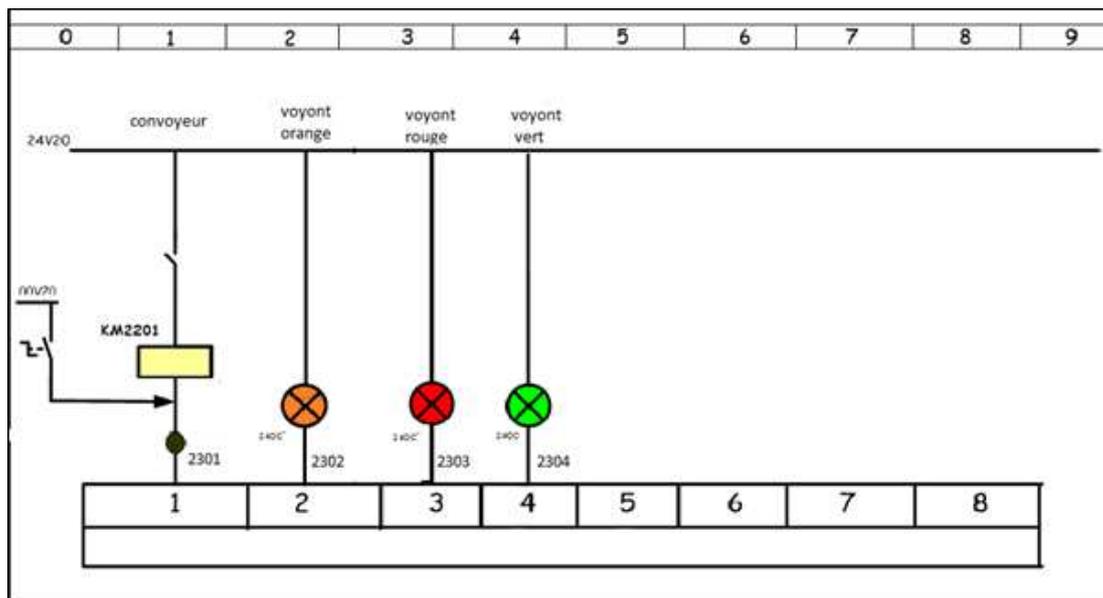


Figure 4.29 : Les sorties API.

La Figure 4.30 présente le câblage du module de pesage et des cellules de charges.

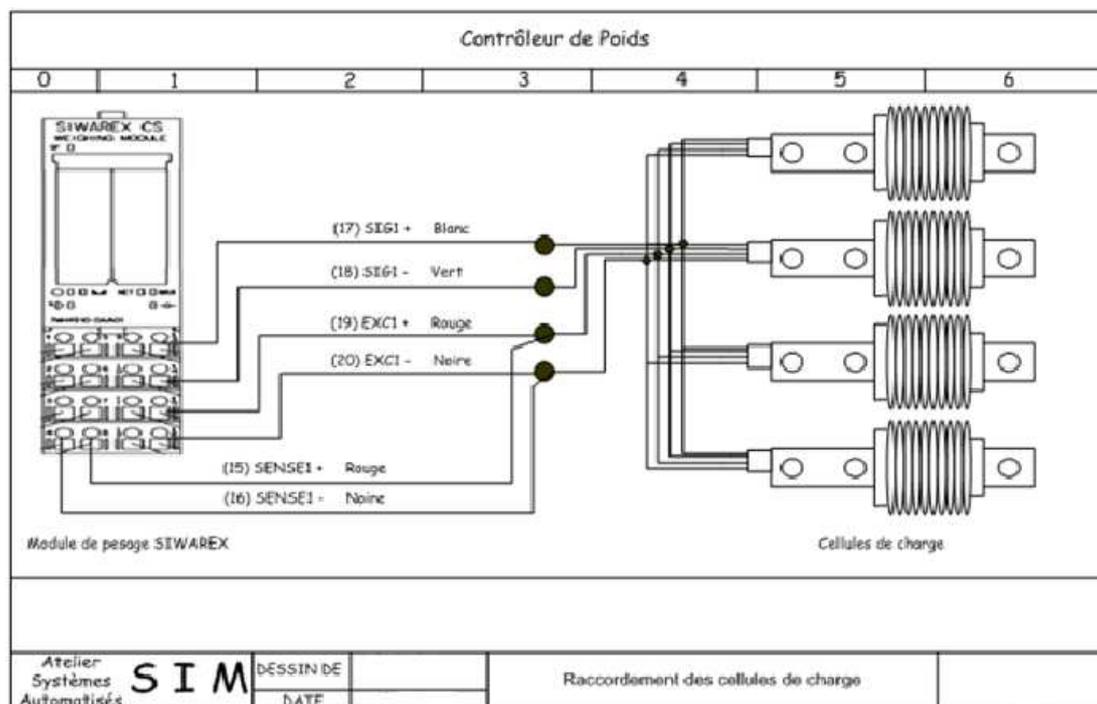


Figure 4.30 : Câblage SIWAREX et cellules de charge.

4.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre réalisation pratique en commençant par le Grafset de fonctionnement, passant par la programmation en langage « LADDER » et la supervision « système-PC » avec TIA PORTAL.

Nous avons alors expliqué la mise en service et la vérification et enfin nous avons donné le schéma de câblage correspondant.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'accomplissement de ce projet de fin d'études m'a permis de mettre en œuvre mes connaissances pratiques et théoriques acquises durant tout mon stage.

Ce projet a permis d'étudier, de modifier et aussi de programmer un système de contrôle de poids des produits alimentaires en ligne de production, à base d'un automate programmable le **Siemens S7 1200**.

D'une manière générale, ce travail m'a permis d'augmenter et enrichir mes expériences pratiques dans le domaine d'électrotechnique, le câblage des coffrets électrique, la maintenance industrielle et la sécurisation de système.

Ainsi, j'ai enrichi mes connaissances dans le domaine de l'automatisme en procédant à :

- La programmation des API.
- L'utilisation du logiciel TIA PORTAL.

Néanmoins j'ai rencontré quelques obstacles pendant la réalisation de ce projet et qui sont :

- La difficulté de l'installation du logiciel TIA Portal V12 en Windows 10.

Certes, il y a d'autres améliorations qui peuvent être appliquées dans le futur telles qu'une correction ou réparation automatique des produits.

Enfin nous espérons que l'élaboration de ce mémoire servira de support pour les promotions à venir.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] "Présentation du groupe SIM", <http://groupesim.com>
- [2] "Le pesage industriel", <https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/guide-du-pesage-industriel>
- [3] "Machine de dosage", <http://www.mom-packaging.com/machine-de-dosage-de-poudre-ponderale>
- [4] "Le département Matériel de conditionnement d'ADN Pesage", <file:///C:/Users/Snow/Downloads/VISEN.pdf>
- [5] "Les trieuses-pondérales", <http://casselfrance.fr/nos-produits/trieuses-ponderales>
- [6] "L'Office National de Métrologie Légale (ONML) ", <http://www.onml.dz>
- [7] "Organisation Internationale de Métrologie Légale", OIML R 111-1, édition 2004 (F)
- [8] A. Belissaoui, "Automatismes industriels", <http://slideplayer.fr/slide/4784927/>
- [9] N.Agsous & C.Mékéri, "Gestion Automatique des silos de stockage des produits finis (Pâtes Agro-alimentaires", Mémoire de Master en Électronique, Spécialité Automatique, Département d'électronique, USDB 1, Algérie, 2015/2016
- [10] "Brevet Professionnel de Maintenance des Systèmes Mécaniques Automatisés Génie Automatique". http://www.lpmei.com/cd_bac_mei/Ressources/1-%20Ressource%20Electrotechnique/Composants%20de%20commandes%20electrotechnique.doc
- [11] "Convoyeur", <https://fr.wikipedia.org/wiki/Convoyeur>
- [12] "Les Détecteurs Tout ou Rien", http://lycees.acrouen.fr/maupassant/site2/BEPME/sujet04_05/comm_%20tech/Presentation/Doc_eleve/12_detecteurs.pdf
- [13] "Compact Photoelectric Sensor with Built-in Amplifier : E3Z-D82 2M", <https://www.ia.omron.com/product/item/503/?print=true>
- [14] " Les différents types de capteurs", Cours de : Capteurs et actionneurs en instrumentation, <http://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch12-les-differents-types-de-capteurs.pdf>

Bibliographie

- [15] "Conception et réalisation d'un robot mobile à base d'arduino", Mémoire de Master en Instrumentation, Département d'électronique, Université Amar Telidji, Laghouat, Algérie, par : TAKHI Hocine, R.ATTACHI 2014
- [16] "Capteur de force", https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur_de_force
- [17] D. Courcy et L. Gubo, "Les Jauges de Contraintes", https://www2.ac-lyon.fr/etab/lycees/lyc-69/descartes/IMG/pdf/Dylan_Lea_3_-_jauge.pdf
- [18] "Introduction aux cellules de charge", https://www.omega.ca/prodinfo_fr/LoadCells.html
- [19] " The Leading Experts In Weighing & Dosing ", <http://pdf.directindustry.com/pdf/penko-engineering-bv/type-sb2/118831-615948.html>
- [20] G. Michel, " Les API : Architecture et Application des Automates Programmables Industriels", édition DUNOD, Paris , 1987.
- [21] H. AYAD, "Cours PLC", Master 2, Automatique et Systèmes, Département d'électronique, USDB1, Algérie, 2015.
- [22] " BROCHURE: Siemens.com/simatic-s7-1200 ", <https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/basic-controller/s7-1200/cpu/pages/default.aspx>
- [23] "Automate programmable S7-1200 ", Manuel système, 04/2012.
- [24] " Module de pesage SIWAREX WP231",<https://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/fr/systemes-de-pesage-et-de-dosage/SIWAREX-weighing-electronics/platform-hopper-scale/Pages/weighing-module-siwarex-wp231.aspx>
- [25] " Logiciel TIA PORTAL ", Logiciel système pour SIMATIC S7-300/400 - Fonctions standard et fonctions système Volume 1/2 Manuel de référence.
- [26] " Simatic WinCC dans le TIA PORTAL", <https://www.industry.siemens.com/topics/global/fr/tia-portal/hmi-sw-tia-portal/wincc-tia-portal-es/pages/default.aspx>
- [27] " SIMATIC WinCC , Supervision de process avec Plant Intelligence ", Brochure 2009 https://w5.siemens.com/web/sk/sk/produkty_sluzby/industry/automatizacne_systemy/priemyselne_auto_sys/simatic_wincc/Documents/brochure_simatic-wincc_fr.pdf
- [28] N. Tayssir SGHAIER , "Automatiser un filtre de poussière", Mémoire de licence appliquée en Informatique Industrielle Systèmes Embarqués, Institut supérieur informatique de Medenine (Tunisie), THELB, 2011

Bibliographie

- [29] "L'Automate Programmable Industriel", <http://pamelard.electro.pagesperso-orange.fr/fichier%20pdf/automatisme/Les%20automates%20industriels%20programmables%20elev.pdf>
- [30] "PL7 Micro/Junior/Pro Présentation rapide de PL7"
<https://readthedocs.web.cern.ch/download/attachments/21178144/Tquick.pdf?version=1&modificationDate=1246433731000&api=v2>
- [31] "Systèmes de pesage : Electronique de pesage SIWAREX WP231", Siemens Manuel, 07/2014.