

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



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



Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par

OUSSAD Massinissa

OUKALI Lynda

Thème

***Etude de la Station d'Emallage poudre EP27
avec intégration d'un périphérique décentralisé
ET 200S et élaboration d'une plate-forme de
Supervision.***

Mémoire soutenu publiquement le 30/06/ 2016 devant le jury composé de :

Mme HEDJAM .O

MAA, UMMTO, Présidente

Mme BOUDJEMAA.F

MAA, UMMTO, Encadreur

Mr BOUGUEDOUR.B ET Mr. KLALLECHE.M

ENIEM, Co-Encadreurs

Mr CHELLI.T

MAA, UMMTO, Examineur

Mme BOUKENDOUR.O

MAB, UMMTO, Examinatrice

Remerciements

Arrivé au terme de ce travail, Une pensée pieuse à Dieu qui a éclairé notre chemin et mené vers la concrétisation de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre profond respect pour notre promotrice Madame Boudjemaa Fadhila enseignante au département automatique pour son aide et suivi durant l'élaboration de ce travail.

Nous remercions Mr Bougueddour et Mr Klalleche et Mr Feddag et tout le personnel du service maintenance à l'unité cuisson à l'ENIEM qui nous a toujours accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience.

Nous remercions également toute les personnes qui nous ont soutenu et encouragé pour aller au bout de ce travail, en particulier nos familles.

Nos derniers remerciements vont aux membres de jury qui nous ferons l'honneur de juger ce travail, d'apporter leurs réflexion et suggestions scientifiques.

SOMMAIRE

Préface

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

Chapitre I : Description et fonctionnement de la station EP27.

I.1 Introduction.....	2
I.2 Les différentes parties de la machine EP27	2
I.2.1 Système de chargement	2
I.2.2 Système Filtres	4
I.2.3 Base et cabine	6
I.2.4 Cabine nettoyage crochets	7
I.2.5 Groupe de traitement d'air comprimé	8
I.2.6 Convoyeur.....	8
I.3 Instrumentations.....	8
I.3.1 Actionneurs	8
I.3.2 Pré- actionneur	11
I.4 Capteurs	13
I.4.1 Pressostat	13
I.4.2 Cellule Photo-électrique	13
I.4.3 Micro-rupteur	14
I.5 Pulvérisation électrostatique	14
I.6 Effet venturi	15
I.7 Fonctionnement.....	15
I.8 Conclusion	18

Chapitre II : Modélisation et programmation sur l'automate.

II.1 Introduction	19
II.2 Définition d'un Grafset	19
II.3 Modélisation de la station EP27	19
II.4 Définition d'un automate programmable industriel (API)	21
II.4.1 Architecture des automates	21
II.4.2 Choix d'un automate	22
II.5 Configuration matérielle de la station EP27	23
II.5.1 Le système de périphérie décentralisée ET 200S	23
II.5.2 Configuration matérielle du S7 300 et du ET 200S	25
II.5.3 Configuration réseau	27
II.5.4 PROFINET IO	27
II.6 Structure d'une programmation.....	28

SOMMAIRE

II.6.1 Programme linéaire	28
II.6.2 Programme structuré.....	28
II.7 Exemple du programme d'EP27 (OB1)	30
II.8 Conclusion	33

Chapitre III : Plate-forme de supervision sous WinCC.

III.1 Introduction	36
III.2 Définition de la supervision Industrielle	36
III.3 Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible	36
III.4 Avantage de WinCC flexible dans SIMATIC STEP 7	37
III.5 Intégration de WinCC	37
III.6 Plate -forme de supervision de la station EP27	38
III.6.1 Vue d'Accueil	39
III.6.2 Vue des Boutons de Commande	39
III.6.3 Vue des Recettes et Système Barriere.....	40
III.6.4 Vue Système de Chargement	40
III.6.5 Système Filtre.....	41
III.6.6 Vue Cabine Emailage.....	41
III.6.7 Vue Cabine Nettoyage Crochets	42
III.6.8 Vue des Alarmes	42
III.7 Conclusion	43
Conclusion générale	44
Références Bibliographique	45
ANNEXE A	
ANNEXE B	

Préface

1. Présentation et organisation de l'ENIEM :

L'Entreprise Nationale des Industries Électro Ménagères (ENIEM) C'est une entreprise publique économique constituée le 2 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise SONELEC. Son siège social se situe au chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou, les unités de production Froid, Cuisson, et Climatisation sont implantées à la zone industrielle d'Aissat Idir de Oued-Assi, à la distante de 7 km du chef-lieu de la Wilaya. Elle possède l'expérience de plus de 30 ans dans la fabrication, la production et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils de ménagers domestiques :
- Les petits appareils ménagers.
- Les lampes d'éclairage.
- Les produits sanitaires.

L'entreprise s'est organisée par centres d'activités stratégiques qui se composent de 4 unités de production, une unité commerciale, une unité de prestations ainsi que d'une filiale dont le capital est 100% ENIEM voir organigramme (**figure 1**).

En vue d'améliorer la qualité de produit et de former une classe travailleuse qualifiée notamment de concurrencer les leaders mondiaux de l'électroménager, depuis sa création l'ENIEM n'a cessé de chercher à automatiser ses différentes installations. C'est en 1987 qu'elle a débuté l'expérience des installations automatisées grâce à TOSHIBA, après la mise en œuvre de la chaîne R1 entièrement automatique, ce qui lui a valu la marque ISO 9002 en 1998, et c'est dans la même année qu'elle s'est équipée d'une nouvelle installation automatique pilotée par un automate SIEMENS puis en 2005 une autre installation commandée par un automate SCHNEIDER .

Préface

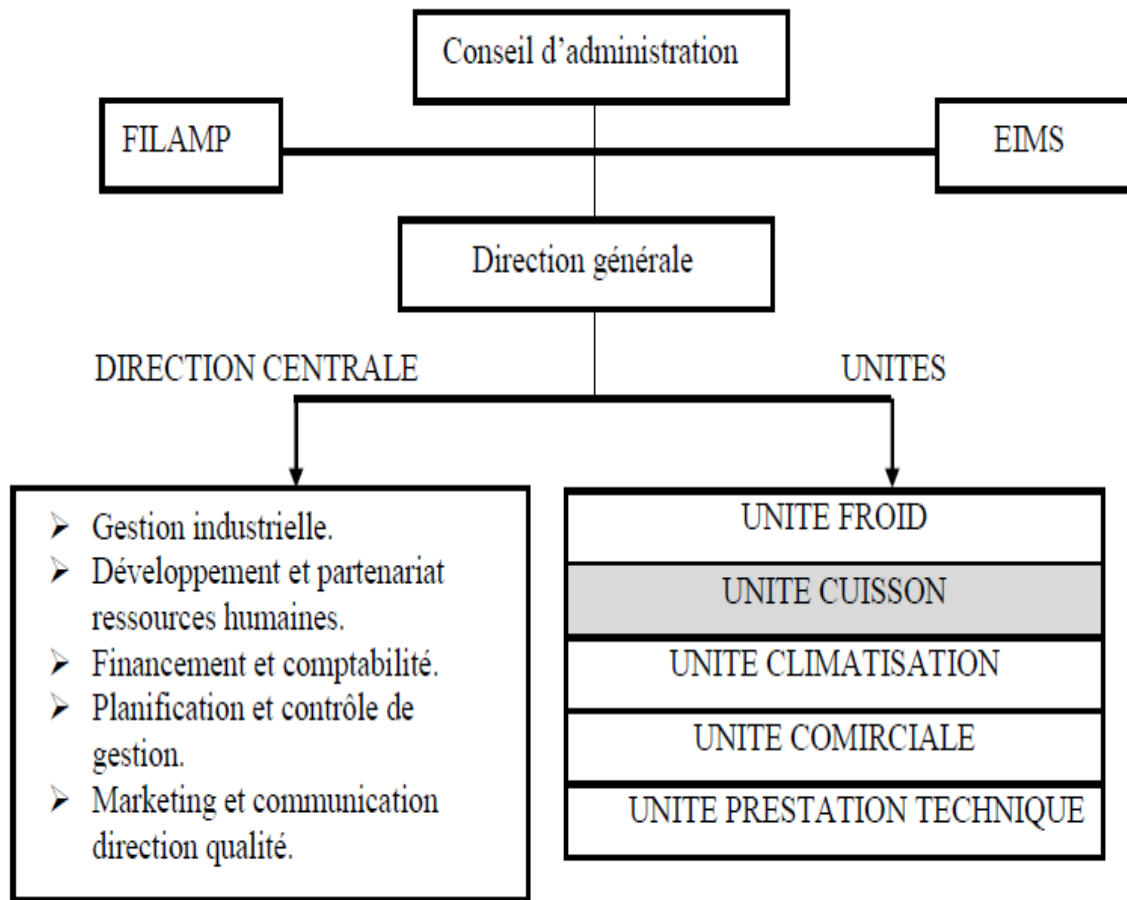


Figure 1: Organisation générale de l'entreprise.

2. Présentation et organisation de l'unité cuisson :

L'unité cuisson est spécialisée dans la production des différents types de cuisinières. Cette unité est organisée en une direction, un secrétariat, un assistantat sécurité industriel, trois départements et trois services en staff.

2.1. Les départements de l'unité cuisson :

❖ Département technique et maintenance :

Il soutient tous les départements et services dans l'accomplissement de leur tâches, il est structuré comme suit :

- service d'étude et développement produits.
- Service méthodes fabrication.
- Service maintenance.

❖ Département commercial :

Son rôle est l'approvisionnement en matières premières, composantes et matières auxiliaires de différentes structures de production, il est structuré comme suit :

- Service transit et douanes.

Préface

- Service achat.
- Service gestion des stocks.

❖ **Département production :**

Sa mission est de transformer les matières premières en produits finis, il est constitué de:

- Service ordonnancement production.
- Service fabrication tôlerie.
- Service fabrication mécanique.
- Service traitement et revêtement surface (notre lieux de travail).
- Service montage final.

2.2. Services de l'unité cuisson :

Elle a deux tâches essentielles :

- ✓ Inspection matière première en prélevant les échantillons.
- ✓ Élaboration des gammes de production.

❖ **Service finances et comptabilité :**

Ce service a deux tâches principales:

- ✓ Gestion et suivi des ressources financières de l'unité.
- ✓ La comptabilité de l'unité.

❖ **Services des ressources humaines :**

Il applique toutes les procédures de gestion relativement à cette tâche, comme le recrutement [12].

Introduction Générale

Avec l'automatisme, on pense souvent au monde de l'industrie. Ceci est légitime, c'est là que l'on trouve principalement les API (Automate Programmable Industriel). Mais de nos jours, l'automatisme est présent dans tous les systèmes aussi bien le tapis roulant de la caisse de grande surface que les portes automatiques des magasins.

Les raisons présentées pour justifier une automatisation se limitent à l'augmentation de la productivité. Sur base d'information recueillie sur le terrain, nous pouvons affirmer qu'il existe plusieurs raisons d'automatiser un environnement de production.

L'automatisme permet de faire effectuer à des machines des tâches les plus pénibles, répétitives et dangereuses parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain.

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM), constitue l'une des plus importantes unités industrielles de l'Algérie. Elle est spécialisée dans l'industrie électroménagère.

L'usine s'est engagée dans une démarche intégrant la protection de l'environnement et la garantie de qualité du produit et de la sécurité au travail, qui lui a permis, aujourd'hui, d'être dans les normes environnementales Internationale et c'est dans ce cadre qu'elle a remplacé une station d'émaillage liquide électrostatique qui représente 94,980 tonnes de boues aqueuses contenant de la peinture par une station d'émaillage poudre qui est plus écologique .

La station d'émaillage poudre à pulvérisation électrostatique est implantée à l'ENIEM à la fin de l'année 2015 ce qui implique l'inaccessibilité à son programme vu qu'elle est toujours sous garantie, ce qui nous a poussé à choisir ce thème d'étude. Notre but est de modéliser la station et de lui élaborer une solution programmable avec l'intégration d'une plate-forme de supervision.

Notre projet est subdivisé en trois chapitres, représentés comme suit :

Le premier chapitre est consacré à l'étude des différentes parties de la station et son fonctionnement tout en respectant l'enchaînement des événements.

Le second chapitre est destiné à la modélisation sous Grafcet et la programmation élaborée avec l'automate S7 300 et un système de périphérique décentralisé ET 200S.

Le troisième chapitre est consacré au développement d'un système de supervision et de contrôle sous le logiciel WinCC, qui est indispensable pour la supervision des procédés complexes.

Enfin, le mémoire termine par une conclusion générale.

I.1 Introduction:

La machine étudiée dans notre projet est la station d'émaillage automatique nommée EP27 à l'unité cuisson destinée à peindre les pièces des cuisinières. La peinture se fait par des pistolets qui pulvérisent la poudre sur les différentes pièces et qui s'accroche par effet électrostatique.

Cette machine occupe une place très importante dans la chaîne de production des cuisinières. Dans ce chapitre, nous allons décrire son fonctionnement et les éléments qui la composent.

I. 2- Les différentes parties de la machine EP27 :

La station d'émaillage est composée de :

- Un système de chargement (Big-Bag, vanne rotative, bac EP).
- Un système filtre (filtre absolu, filtre en lamelle, tamis, bac de travail).
- Une cabine email.
- Une cabine nettoyage crochets.
- Un système de traitement d'air.

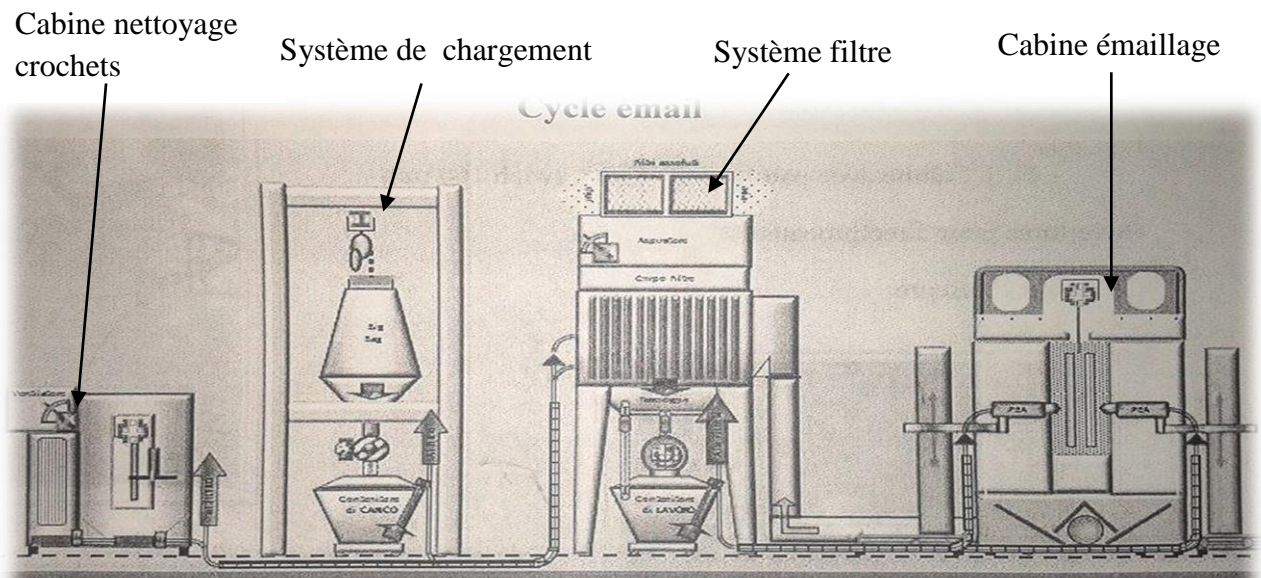
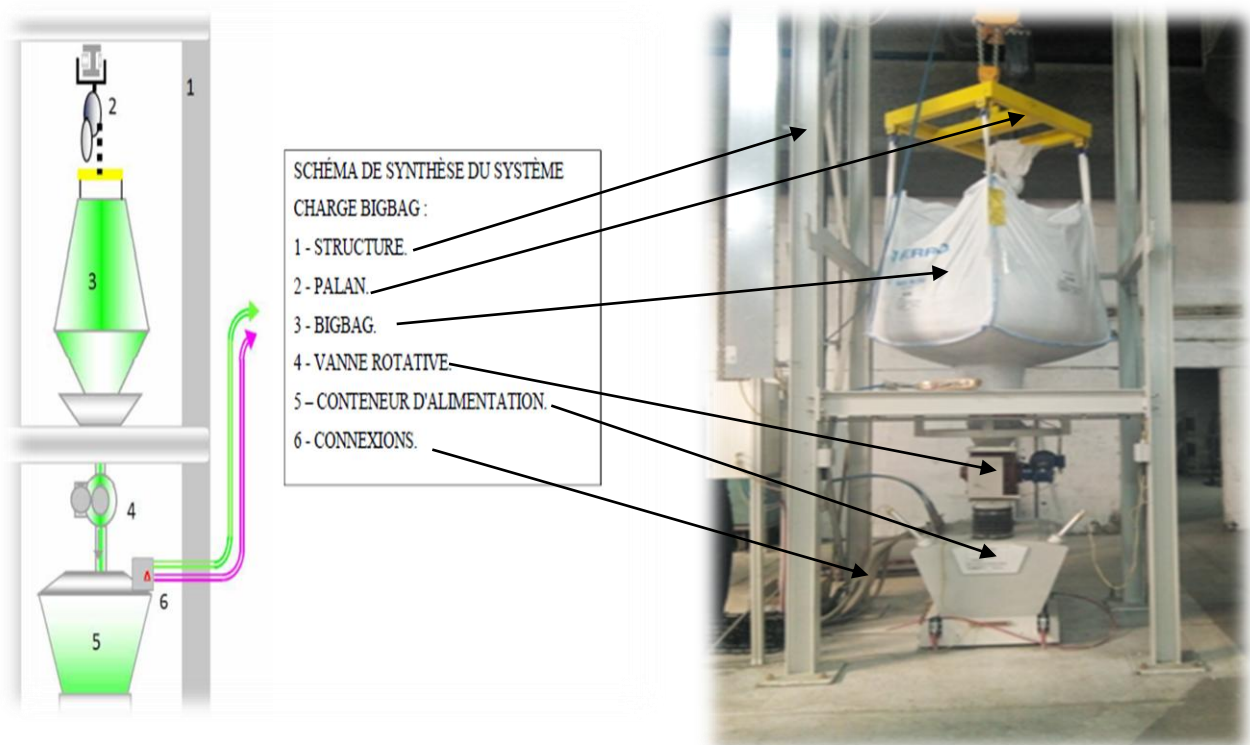


Figure I.1 : Les différentes parties de la machine EP27.

I.2.1. Système de chargement (BIG-BAG) :

Le système de chargement sert à charger la matière première (poudre) comme le montre la **Figure I.2**. Ce système est composé de :

- Un support métallique où sont posés les éléments mentionnés ci-dessous
- Un BIG BAG qui veut dire grand sac en français où se trouve la poudre vierge.
- Un palan où s'accroche le sac.
- Une commande manuelle qui sert à commander les deux moteurs asynchrone l'un pour le soulèvement l'autre pour la translation du sac.
- Une vanne rotative qui alimente le bac EP (émaillage poudre).



(a) Figure I.2 : système de chargement (b)
a: schéma synoptique, b:image réelle

- Un Bac EP aussi appelé conteneur d'alimentation fluidisé en acier comme le montre le **figure I. 3**, ce bac se situe au-dessous du Big-Bag où se stock la poudre venant du sac à travers la vanne rotative avant d'être transmise ailleurs. Le bac EP est composé de :
- Quatre pompes d'attaque qui alimentent le système filtre.
 - Deux pompes d'extraction d'air de barbotage alimentées en continu.
 - Deux sondes de niveau minimum et maximum.
 - Une électrovanne de barbotage qui est alimentée en continu d'air comprimé pour créer le barbotage afin que la poudre sera agitée dans le bac [2].

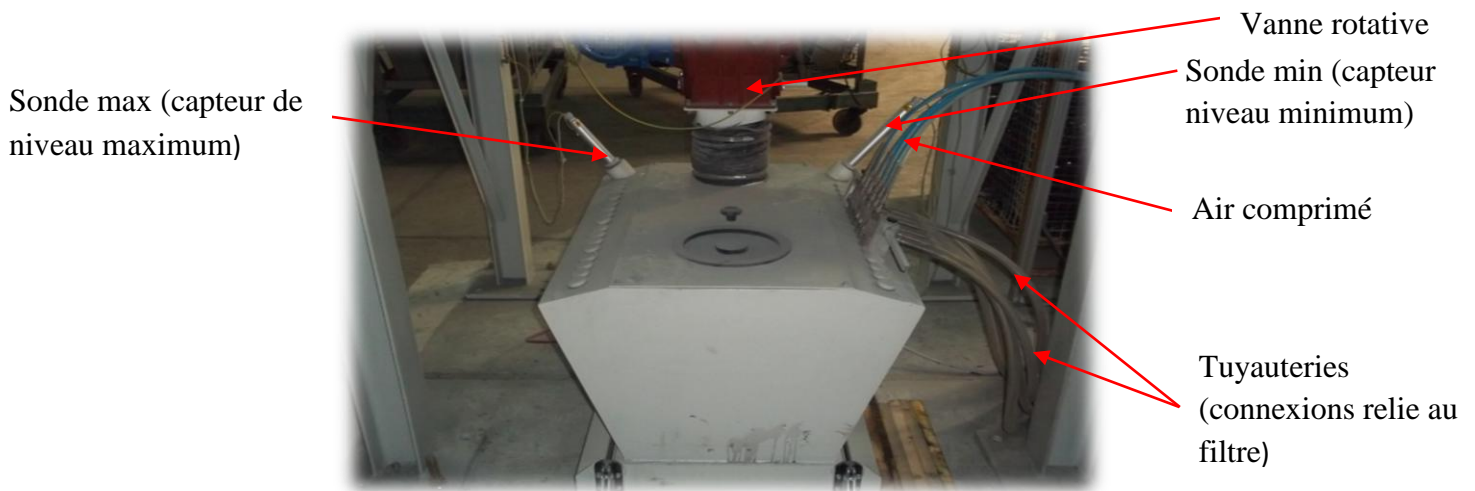


Figure I.3 : bac EP

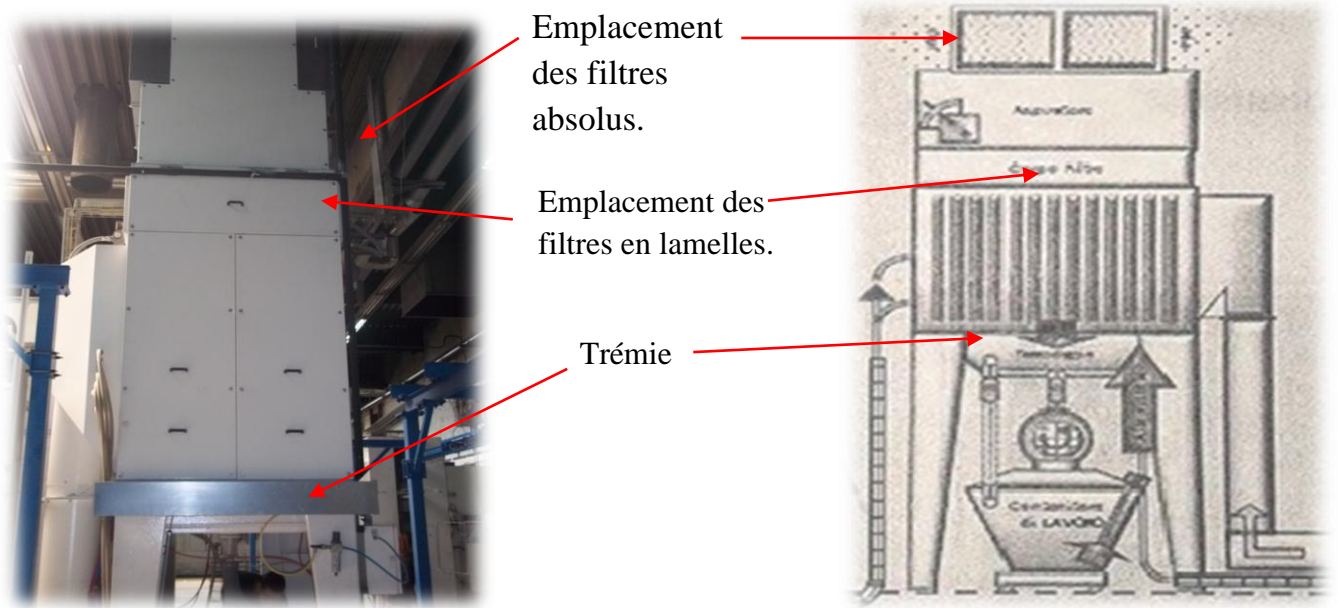
I.2.2 Système Filtres:

Le système filtre comme le montre la **Figure I. 4** est doté d'une structure métallique, qui reçoit la poudre venant du bac EP afin que celle-ci soit filtrée est prête à être utilisée, ce système est composé de :

- Un Ventilateur aspirateur: son rôle est d'aspirer la poudre vers le haut.
- Quatre Filtres absolus : Qui se trouvent au-dessus des filtres en lamelles leurs principales fonctions est d'éviter que la poudre se propage vers l'extérieur (**figure I .6**)
- Un corps du filtre (**figure I.7**): Il se trouve au fond du filtre, placé entre le caisson et les pieds du support. C'est dans cette structure que le système à lamelles est situé.
- Un compartiment de seize Filtres en lamelles (**figure I .7**): Ils se trouvent entre les filtres absolus et la trémie, son rôle est de filtrer la poudre en la séparant des différentes particules.
- Une électrovanne de barbotage : qui se trouve au bas du filtre, alimentée en continu son rôle est de barboter la poudre.
- Une trémie fluidisée en acier : elle sert à rendre plus simple la récupération de la poudre.
- Une vanne (décharge trémie) qui étrangle le passage de la poudre vers le tamis.
- Un bac de travail fluidisé en acier (**figure I .5**), Situé au-dessous du système filtre où se stock la poudre filtrée qui est prête à être utilisée dans le processus d'émaillage.

Le système est composé de :

- Un tamis rotatif équipé d'un moteur et qui joue le rôle d'un deuxième filtre après les filtres en lamelles.
- Douze pompes d'attaque pour alimenter douze pistolets.
- Un kit vidange où les mauvaises particules sont éjectées.
- Deux sondes de niveau minimum et maximum [2].



(b)

Figure I.4 : système filtre

(a)

a : schéma synoptique, b: image réelle

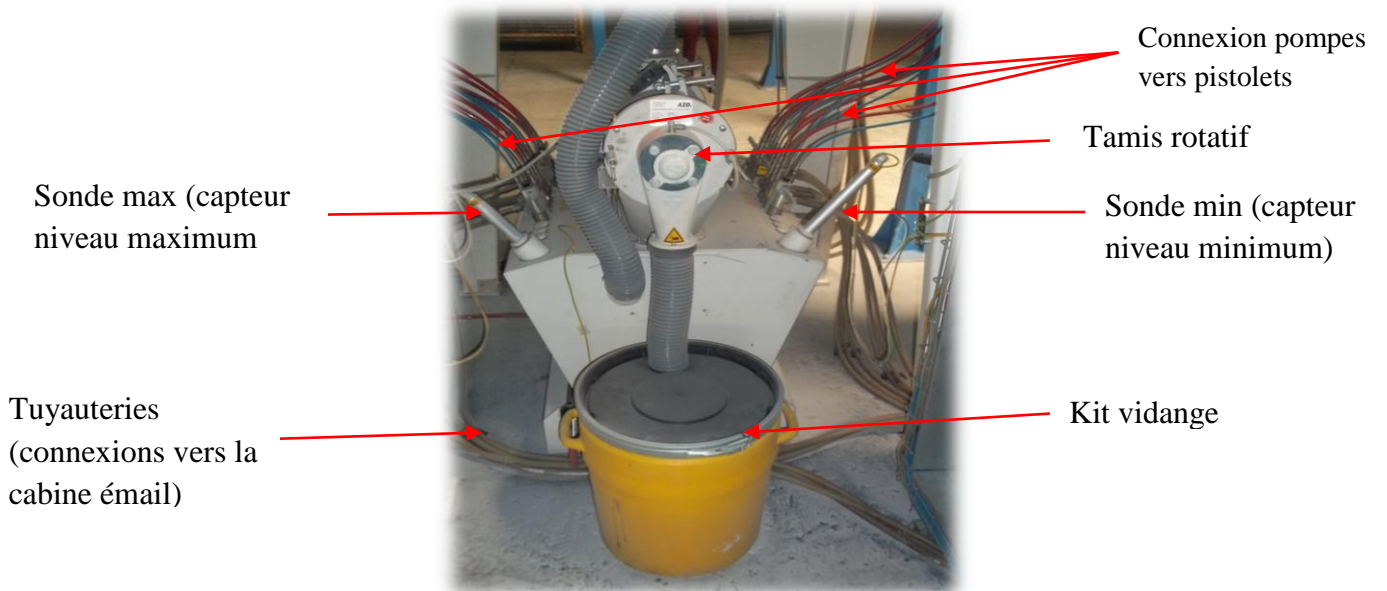


Figure I.5 : Bac de travail.

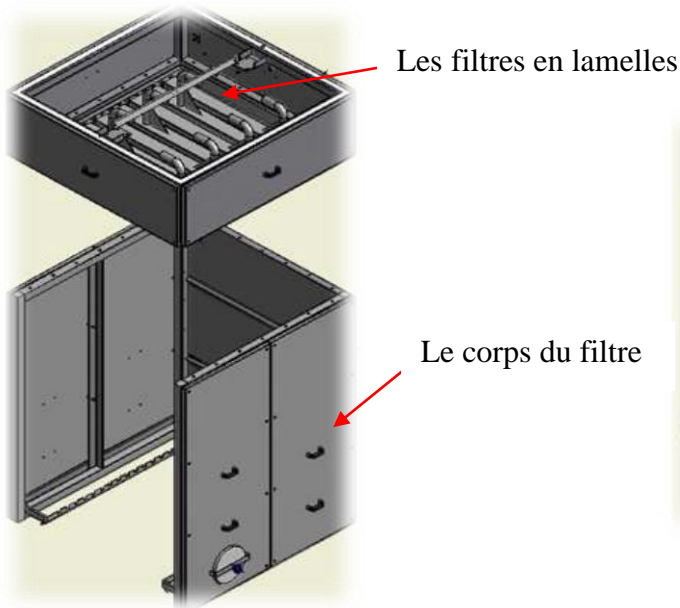


Figure I .7 : filtres en lamelles et le corps du filtre

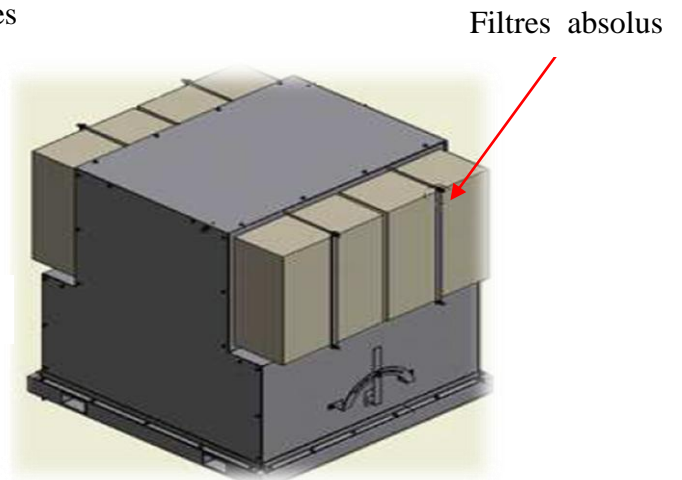


Figure I .6 : Filtres absolus

I.2.3 Base et cabine :

La base et la cabine sont fabriquées à partir de panneaux en PVC, ses composants et accessoires sont en acier [2].

a .Cabine email:

C'est une cabine avec parois en PVC ,160 mm qui possède deux ouvertures pour deux reciprocateurs et aussi un éclairage intérieur, c'est là que la pièce sera émaillée par les pistolets fixes et mobiles [2].

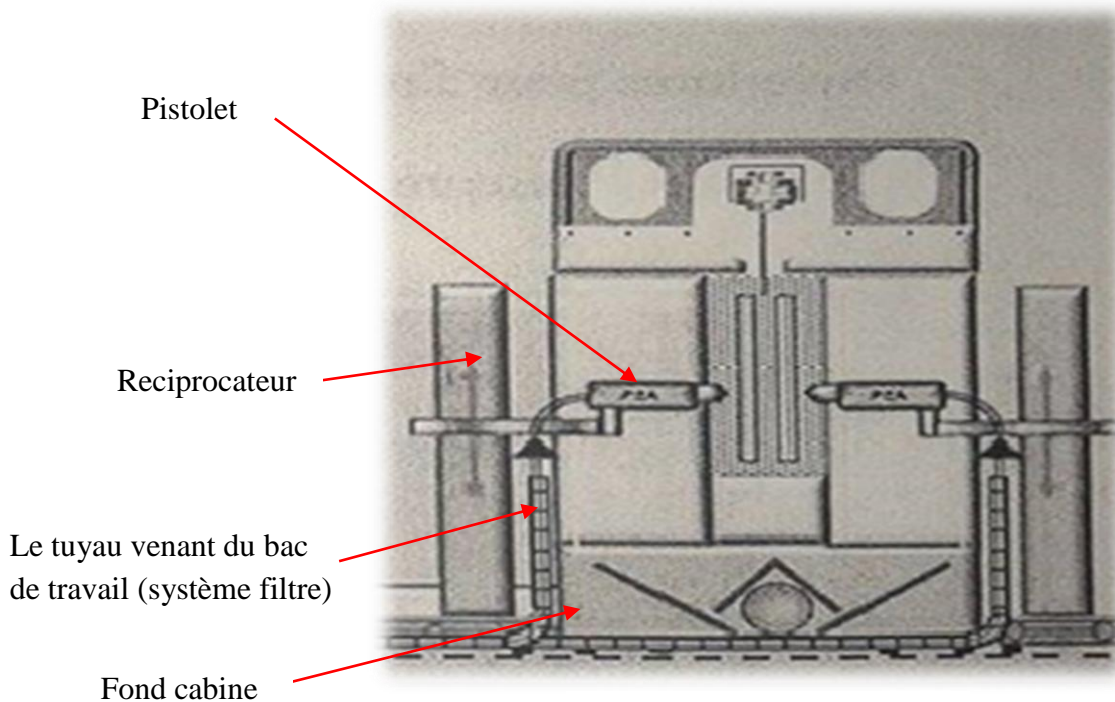


Figure I.8: Cabine émail.

b .Fond cabine (base):

Réaliser avec un canal aspirant central et ouvrable pour faciliter l'opération de nettoyage. Il comporte des orifices d'extraction pour la récupération de la poudre en continu vers le système filtre pour être à nouveau utilisée [2] .

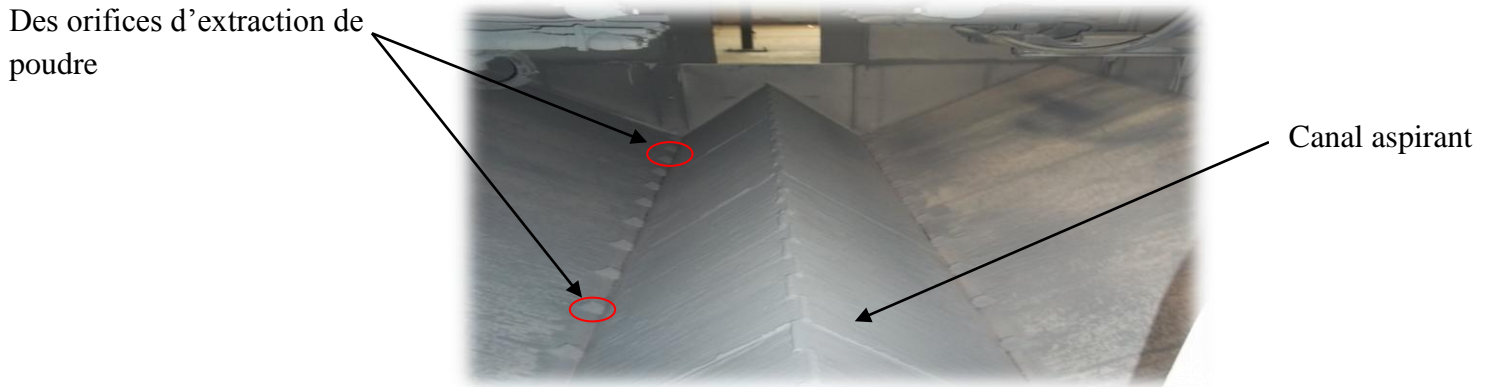


Figure I.9: Fond cabine.

I.2.4 Cabine nettoyage crochets:

Sert à nettoyer les crochets à l'aide d'un moteur pneumatique ; qui les secoue pour récupérer la poudre restante sur ses bornes, afin d'être transmise vers le système filtre pour être utilisée à nouveau [2] .

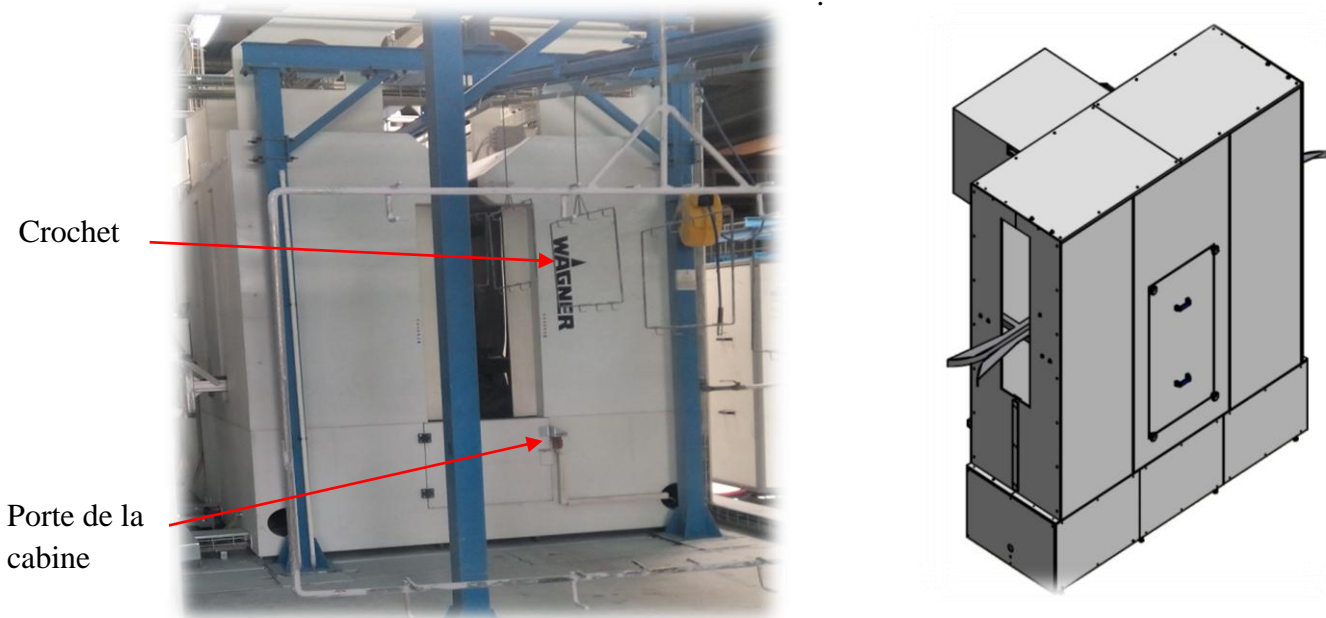


Figure I.10: cabine nettoyage crochets

I.2.5 Groupe de Traitement d'Air Comprimé (GTAC) :

Sert à traiter l'air venant du compresseur afin de le rendre plus sec possible, et dépourvu de tout agent agressif et polluant [2]. Le GTAC se compose de :

- *Un filtre d'huile.
- * Une résistance de pré et post chauffage.
- *Un humidificateur.
- * Un déshydrateur.



Figure I.11: Groupe de traitement d'air.

I.2.6 Convoyeur:

La station possède une ligne de convoyage installée à des hauteurs variables entre 2m50cm et 3m implantée sur des structures métalliques tout au long du cycle d'émaillage, équipée d'un tachymètre et d'un moteur asynchrone.



Convoyeur.

Figure I.12: Convoyeur.

I.3 Instrumentations:

I.3.1 Actionneurs:

a. Moteur asynchrone :

Est un moteur à courant alternatif pour lequel la vitesse de rotation de l'arbre est différente de la vitesse de rotation du champ tournant.

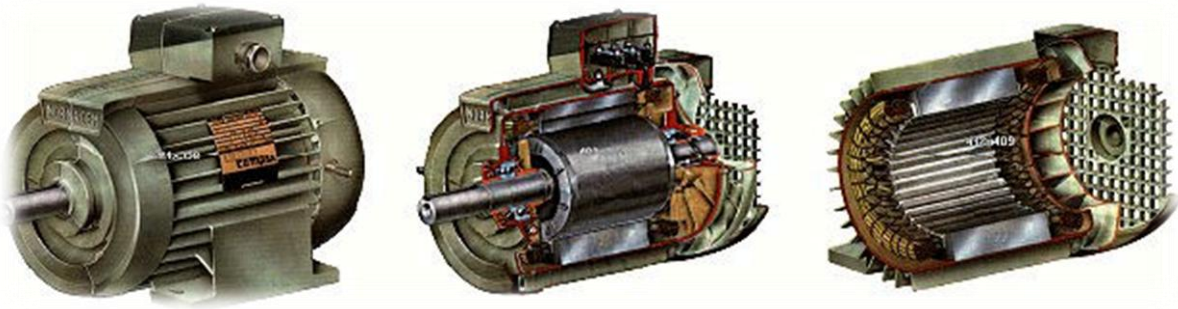


Figure I.13: Moteur asynchrone.

Il est constitué d'un rotor qui est la partie mobile et d'un stator qui est la partie fixe

Le moteur asynchrone est le moteur industriel par excellence.

Il existe deux types de moteurs asynchrone : moteur à cage et un moteur a rotor bobiné, nous on s'intéresse au moteur à cage d'écureuil dans ce cas, les encoches contiennent des barres reliées aux deux extrémités par des anneaux de court-circuit. L'ensemble forme une cage d'écureuil [3] .

b. Variateur de vitesse :

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence (**figure I.14**).

Ils permettent :

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

La consigne de vitesse est en général fournie sous forme d'une tension de 0 à 10V [4] .



Figure I.14: variateur de vitesse. (Siemens V20)

c. Pompe pneumatique :

Les injecteurs de poudre WAGNER se basent sur le principe venturi pour transporter la poudre de revêtement hors d'un réservoir vers les pistolets. Pour se faire, WAGNER mise sur le transport volatile pour garantir une sortie constante de la poudre sans crachotement. Le transport volatile permet aussi d'avoir une forte dynamique du réglage de la quantité, ce qui est une condition essentielle pour certaines applications. Le réglage de la quantité de poudre se fait par modification de l'air de transport et de dosage. Les appareils de commande WAGNER offrent l'avantage de régler le bon rapport automatique entre l'air de transport et de dosage grâce à des régulateurs de précision.

Ainsi, les injecteurs WAGNER se caractérisent par une manipulation et un entretien simples. Ceci assure à l'utilisateur d'avoir une grande sécurité de précision [2].



Figure 1.15:Pompe Venturi.

d. Vérins pneumatiques à double effet :

Il représente l'un des appareils le plus utilisé dans les applications pneumatiques. L'air comprimé agit d'une façon alternative sur les deux faces d'un piston, de manière à utiliser le vérin dans les deux sens de déplacement, soit en poussant, soit en tirant [5].



Figure I.16: Vérins double effet.

I.3.2 Pré- actionneur :

a. Distributeur:

C'est un organe dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre la source d'air comprimé et les vérins, il est inséré entre la source et les actionneurs.

Il est caractérisé par:

- Le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5.
- Le nombre des modes de distribution ou position (case) : 2 ou 3.
- Le type de commande ou de pilotage assurant le changement de position : Simple pilotage avec rappel par ressort, ou double pilotage avec rappel au centre par ressort dans le cas des distributeurs à trois positions.
- La technologie de pilotage : Pneumatique ou électropneumatique.

Dans chaque case ou position, les voies sont figurées par des flèches indiquant le sens de circulation d'air [6] .



Figure I.18:Distributeur.

b. Les électrovannes :

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit.

Il existe deux types d'électrovannes : "tout ou rien" et "proportionnelle ", dans notre station nous avons des électrovannes « tout ou rien » soit ouverte ou fermé [6].



Figure I.17: Electrovanne.

c. Contacteur:

Un contacteur est un appareil mécanique ayant une seule position de repos, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service.

Les contacteurs les plus usuels sont actionnés à l'aide d'un électroaimant alimenté par une tension auxiliaire dite : tension de commande.

Les contacteurs ont pour fonction de commander la marche ou l'arrêt d'un moteur, ou encore d'assurer un mode de démarrage ou de freinage.

Les contacteurs sont souvent associés à des relais de protections des moteurs contre les surcharges [7].



Figure I.19: Contacteur.

d. Relai :

Est un appareil électromagnétique qui protège le moteur contre la surcharge et la surintensité et informer la partie commande grâce à des contacts à ouverture ou fermeture avec l'excitation d'une bobine.

Le relais thermique utilise un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilation différents.

Le bilame s'incurve lorsque sa température augmente ce qui provoque l'ouverture ou la fermeture des contacts.



Figure I.20: Relais.

I.4 Capteurs:

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique).

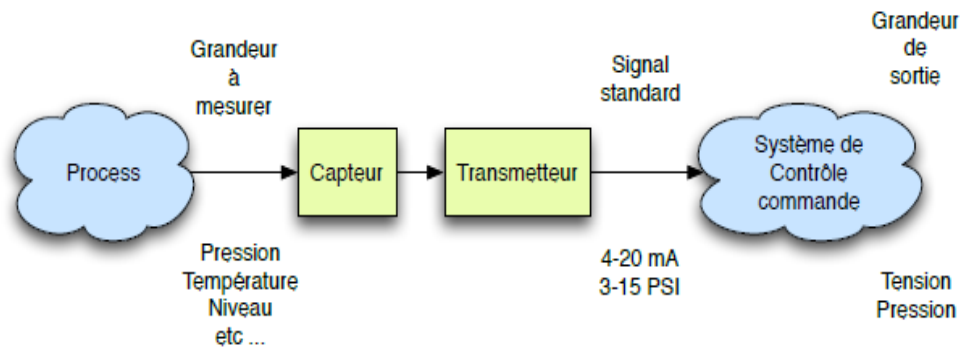


Figure I.21: Exemple d'un capteur dans une chaîne de mesure

I.4.1 Pressostat:

Le pressostat (**figure I.22**) est un appareil qui est utilisé pour détecter la présence de pression d'un circuit pneumatique. Il est constitué d'une membrane sur laquelle s'exerce la pression. La membrane actionne un jeu de contacts électrique. D'après sa position on peut alors savoir si il y a de la pression ou non. Les pressostats peuvent être réglés en fonction de la pression minimale à contrôler [5].

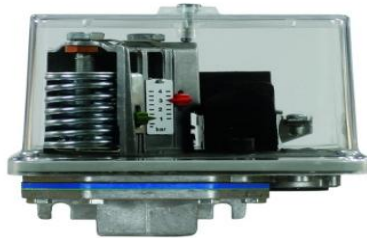


Figure I.22: pressostat.

I.4.2 Cellule photo-électrique (système barrière):

Les capteurs de proximité photoélectrique permettent la détection d'une cible qui affecte la trajectoire d'un faisceau lumineux.

Un détecteur de proximité photoélectrique exige un émetteur et un récepteur à rayonnement lumineux, l'émetteur assure d'avoir un signal que le récepteur pourra distinguer de l'ensemble des signaux lumineux (éclairage, soleil ...) qu'il reçoit.

Il existe plusieurs configuration possible pour les détecteurs de proximité photo-électrique (**figure I.24**).dans notre station ils ont utilisé la méthode de la barrière (système barrage).

La méthode de la barrière (**figure I.23**), consiste à mettre l'émetteur et le récepteur face à face. En l'absence d'objet, le faisceau envoyé par l'émetteur est reçu par le récepteur. Lorsqu'un objet se présente il coupe le faisceau et le récepteur ne reçoit plus de lumière, la coupure du faisceau lumineux par l'objet provoque donc sa détection [8].

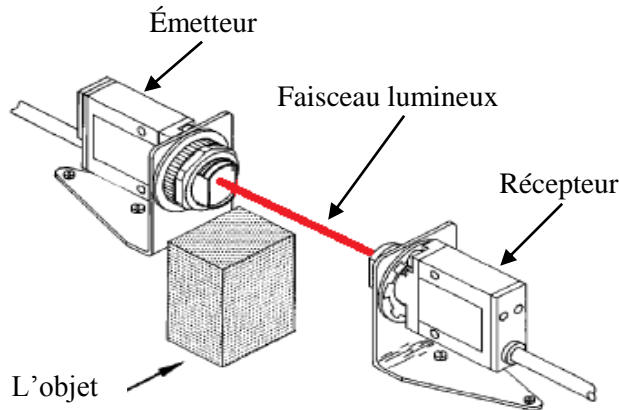


Figure I.23: Méthode de la barrière.

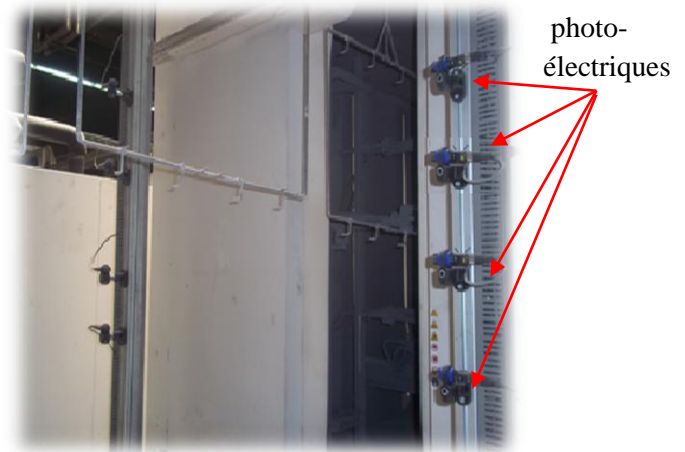


Figure I.24: cellules photo-électriques dans la station EP27.

I.4.3 Micro-rupteur:

Est un commutateur de très petite dimension sensible à faibles variations de pression. Lorsqu'une force est appliquée, un circuit électrique est fermé(ou ouvert), et le courant électrique est exploité comme signal de sortie.

C'est un système très simple, peu onéreux et facile à installer. Les contacts électriques sont entièrement mécaniques, ils sont fiables et offrent de bonnes conditions de sécurité, sa fréquence de communication est limitée. Des communications rapides peuvent endommager les contacts mécaniques .les capteurs ne doivent pas être installés dans des lieux humides. La tension de travail doit être comprise entre 12et 24v [7].



Figure I.25: Micro-rupteur.

I.5 Pulvérisation électrostatique :

Pulvérisation électrostatique améliore le taux de transfert du produit sur la pièce à protéger .le gain en produit peut atteindre de 25 à 30%.

Le jet de poudre est chargé électriquement (pôle négatif) avec la pièce reliée à la masse (pôle positif). Ce type de polarisation est adopté par tous les constructeurs et justifié par les résultats obtenus avec la majorité des produits pulvérisés. Le boîtier de contrôle doit impérativement être relié à la masse. La pièce à traiter doit être reliée à la terre par une tresse ou mise en contact direct par câble avec la masse du boîtier de contrôle.

Le boîtier de contrôle transforme la tension du réseau en basse tension continue réglable de 3 à 12V pour alimenter le pistolet. Celui-ci contient une génératrice haute tension miniaturisée,

réglable de 20 à 85KV, à faible intensité de 125mA maximum, relie à une électrode logée dans le canon.

Le boîtier dispose d'un Système de sécurité qui autorise l'effet électrostatique uniquement lorsque le pistolet est en action et qui réduit automatiquement la tension lorsqu'on s'approche de la masse.

Le champ électrostatique crée modifie la trajectoire des particules qui sont attirées par toute la surface de la pièce avec un effet de contournement permettant d'atteindre les faces cachées [6].

I.6 Effet venturi :

Le générateur de vide à effet venturi est aussi appelé « éjecteur » ou plus communément « venturi ». L'air comprimé filtré et non lubrifié est injecté à travers d'une buse de faible diamètre où il accroit sa vitesse.

On obtient par effet venturi entrainement des molécules d'air dans la cavité entourant la buse, créant ainsi une dépression dans la chambre correspondante.

Pour atténuer le bruit, l'air comprimé d'entrée et l'air aspiré de l'utilisation sont évacués à l'extérieur au travers d'un silencieux.

L'air comprimé doit être de bonne qualité .Il est conseillé d'utiliser des filtres avec un élément en papier éliminant les impuretés supérieures ou égales à 5µm [6].

I.8 Fonctionnement de la station EP 27:

❖ **Les modes de fonctionnement** : la station possède trois modes de fonctionnement:

- **Mode 01:** Ce mode nous permet de réaliser soit la recette 01 ou 02 ou 03 et qui nécessite l'activation de système barrage et le système by-pass automatique.
- **Mode 02:** Ce mode nous permet de réaliser la recette 04 (grille) qui nécessite l'activation du by-pass automatique sans système barrage.
- **Mode 03:** Ce mode nous permet le nettoyage et le remplacement des crochets, car chaque pièce à son propre crochet, il nous permet aussi le nettoyage des pistolets .Ce mode nécessite uniquement le by-pass manuel.

Remarque : la recette contient le nombre de pistolets et l'état des reciprocateurs selon la superficie et la dimension de la pièce. La station possède 04recettes :

- ✓ **Recette 01:** Qui correspond à la pièce numéro 01 sa surface demande l'activation des pistolets mobiles suivant: 01, 02, 04 et 05 et les deux reciprocateurs.
- ✓ **Recette 02:** Qui correspond à la pièce numéro 02 sa surface demande l'activation des pistolets mobiles 01, 02,04 et 05 et des pistolets fixes 01,04 et les deux reciprocateurs.
- ✓ **Recette 03:** Qui correspond à la pièce numéro 03 sa surface demande l'activation de tous les pistolets fixes 01, 02, 03, 04,05 et 06.
- ✓ **Recette 04:** Qui correspond à la pièce grille sa surface demande l'activation de tous les pistolets fixes et mobiles vu la complexité de sa forme.

❖ Démarrage:

- Au départ il faut actionner le sectionneur principale situé dans l'armoire (ANNEXE B) qui sera accompagner par l'allumage du pupitre (HMI), ensuite nous appuyons sur :
 - Activer filtre et cabine.
 - Activer le cycle de Big-Bag.
 - Activer conteneur de travail.
 - Activer les crochets.
 - Sélectionner la recette souhaitée.



Figure I.26 : positionnement des pistolets mobiles.



Figure I.27 : positionnement des pistolets fixes.

- Ensuite nous choisissons le mode du By-pass (automatique ou manuelle).
- Enfin dès que le système est prêt nous appuyons sur le bouton marche cycle convoyeur pour démarrer l'installation, le convoyeur démarre 5 secondes après le démarrage de la station.

❖ Système de Chargement Big-Bag:

Au départ il faut charger le sac Big-Bag à l'aide d'une commande manuelle, une fois qu'il est positionné sur le palan, la vanne rotative s'ouvre lorsque le niveau bas du conteneur EP est détecté, une fois atteindre le niveau haut, la vanne rotative sera inhibée jusqu'au nouvel ordre. La poudre est extraite du bac EP en utilisant le principe de barbotage qui se réalise par l'électrovane 25Y2, cette dernière est actionnée du pupitre et qui fonctionne en continu durant tout le cycle.

Ensuite la poudre sera véhiculée via des tuyaux vers le système filtre à l'aide de six pompes dont quatre sont des pompes d'attaque commandées par l'électrovane 25Y1 et deux pour

l'extraction de l'air de barbotage (excédent de poudre) commandées par l'électrovanne 25Y3 en continu actionnée du pupitre.

❖ **Système filtre :**

Lorsque le niveau bas du Bac de travail est détecté il fait appel aux quatre pompes d'attaque du Bac EP pour envoyer la poudre au filtre, elle sera aspirée du bas du système filtre jusqu'au haut à l'aide d'un ventilateur aspirateur (14M1) pour passer par des filtres en lamelles.

Ensuite la poudre sera transmise directement via une vanne de décharge trémie au tamis rotatif afin d'extraire les différentes particules de la poudre. La bonne poudre passe directement vers le bac de travail tandis que la mauvaise sera éjectée vers la corbeille.

Quand le niveau haut est détecté les quatre pompes d'attaque, l'électrovanne décharge trémie et le tamis seront désactivés.

❖ **Cabine émaillage :**

Lorsque nous appuyons sur le bouton démarrage cycle convoyeur. Après 5 secondes le convoyeur entame sa course pour arriver à la cabine où les pièces seront pulvérisées à l'aide de 12 pistolets dont six sont fixes commandés respectivement par les électrovannes (27Y1,27Y2,27Y3,27Y4,27Y5,27Y6) et six mobiles commandés respectivement par les électrovannes (28Y1,28Y2,28Y3,28Y4,28Y5,28Y6) portés sur deux reciprocateurs 1 et 2 .

Les pistolets pulvérisent à condition que la pièce soit bien présente et que le niveau minimum du bac de travail n'est pas détecté.

Le fond de la cabine est lié au système filtre par un canal aspirant pour récupérer la poudre perdue à l'aide d'un ventilateur aspirateur filtre (14M1) qui est activé en continu durant tout le cycle.

❖ **Cabine nettoyage crochet:**

Dès que la pièce est émaillée l'opérateur l'enlève et la place sur un autre convoyeur pour atteindre le four où elle sera traitée entre 800 à 850°C durant 20 à 30 minutes, tandis que les crochets continueront leurs trajets vers la cabine nettoyage crochets où ils seront nettoyés à l'aide d'un moteur pneumatique (13M1) qui marche en continu durant tout le cycle.

La poudre est récupérée aussi en continue dans cette cabine par un aspirateur (13M2) à l'aide des deux électrovannes 26Y4 et 26Y5.

❖ **Contraintes:**

_ Si le capteur du niveau max du bac EP ne détecte pas de poudre pendant 6 minutes précise une anomalie (LED 18) sera affichée au tableau de commande appelant l'opérateur de vérifier le système de chargement.

_ Les pistolets seront activés 5 secondes après la détection de la photocellule et inhibés 5 secondes après la pulvérisation (uniquement pour le mode 01)

_ Les pistolets seront arrêtés lorsque la poudre n'est plus délectée dans le bac de travail.

_ Le tamis rotatif est équipé de deux capteurs de sécurité en cas où le tamis s'ouvre y'aura un arrêt directe de la machine.

- _ La porte de la cabine est équipée d'un micro-rupteur de protection s'il est détecté la station doit s'arrêter immédiatement.
- _ Les deux lignes du bloc EPG S2 (**ANNEXE A**) sont équipées de deux pressostats pour vérifier la pression car si cette dernière est inférieure à 4,5 Bar y'aura un arrêt automatique et une alarme sera affichée.
- _ Le système Big-Bag est équipé d'un pressostat pour vérifier la pression.
- _ Le fonctionnement des pistolets est conditionné par la présence ou non des pièces à émailler à l'aide de 04 paires de capteurs laser (Système Barrière).
- _ Si après 1 minute y a pas de pièces et que le niveau bas de bac EP est détecté, il y'aura une signalisation (LED 20).

I.9 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait l'étude générale sur les différents composants de la station, où nous avons expliqué le fonctionnement, ce qui nous a permis de mieux la comprendre afin de pouvoir la modéliser sous Grafset et lui élaborer un programme sous Step 7, tout en respectant le fonctionnement et prendre en considération toutes les contraintes. c'est ce que nous allons voir dans le chapitre suivant.

II.1-Introduction:

Tout système automatisé fait appel à une représentation formelle qu'on appelle modèle. Il existe plusieurs modèles pour structurer un système de production donné. Parmi les modèles les plus utilisés le GRAFCET ; qui est un outil simple à concevoir, à comprendre et à modifier pour d'autres fins. Tout en respectant les contraintes du cahier des charges voulues. Après la modélisation de notre station d'émaillage l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300, et avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter les Automates Programmables Industriels et la structure adaptée.

II.2 Définition d'un Grafcet :

Le GRAFCET (**GRA**phe **FON**ctionnel de **COM**mande **ETA**pes **TRANS**itions) est un outil graphique de représentation de cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel.

La description du fonctionnement d'un automatisme logique peut alors être représentée graphiquement (**Figure II.1**) par un ensemble :

- d'étapes aux quelles sont associées des actions.
- de transitions aux quelles sont associées des réceptivités
- de liaisons (ou arcs) orientées,

Un tel ensemble (graphe ou diagramme) est appelé Grafcet [7].

Exemple :

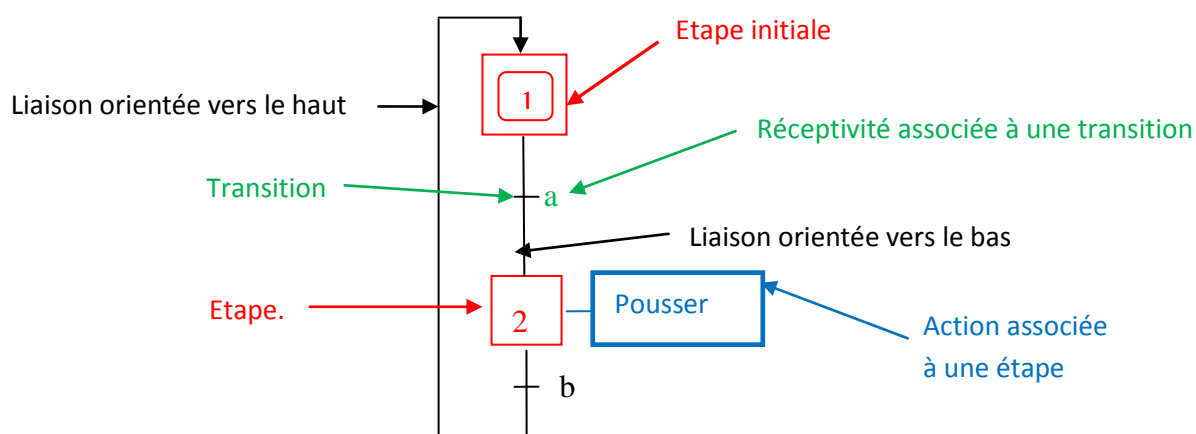


Figure II.1 : Représentation général d'un Grafcet

II.3 Modélisation de la station EP27 :

❖ **Niveau 1** : Spécifications fonctionnelles.

Ce niveau décrit le comportement de la partie commande ; Cette description est établie par des spécifications fonctionnelles permettant de comprendre ce que l'automatisme doit faire, face aux différentes situations pouvant se présenter.

Le grafcet niveau 1 de la machine EP27 est donné à la **figure II.2**.

❖ **Niveau 2** : Spécifications technologiques.

Ce niveau décrit la partie opérative pour décrire précisément comment l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble qu'il constitue avec son environnement, des spécifications technologiques ont été apportées en complément des spécifications fonctionnelles. Cela permettra un automatisme pilotant réellement la partie opérative.

Le grafcet niveau 2 de la machine EP27 est donné à la **figure II.3 [10]**.

II.4 Définition d'un automate programmable industriel (API) :

L'API est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus. Ils sont conçus pour être exploités par les ingénieurs, dont les connaissances en informatique et langage de programmation peuvent être limitées. La création et la modification des programmes de l'API ne sont pas réservées aux seuls informaticiens. Les concepteurs de l'API l'ont prés programmé pour que la saisie du programme de commande puisse se faire à l'aide d'un langage simple et intuitif. La programmation de l'API concerne principalement la mise en œuvre d'opération logique et commutation, par exemple, si A ou B se produit, alors allumé C, ou si A et B se produisent alors allumé D. Les dispositifs d'entrée (c'est-à-dire des capteurs, comme des interrupteurs), et les dispositifs de sortie (c'est-à-dire des moteurs, des vannes,...etc.) du système sont connectés à l'API [11].

II.4.1 Architecture des automates :

a. Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- Les API compact intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. On distinguera (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...). Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.
- Les API modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) qui sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où la puissance et la capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires [12].



Figure II.4:Automate modulaire (Modicon).

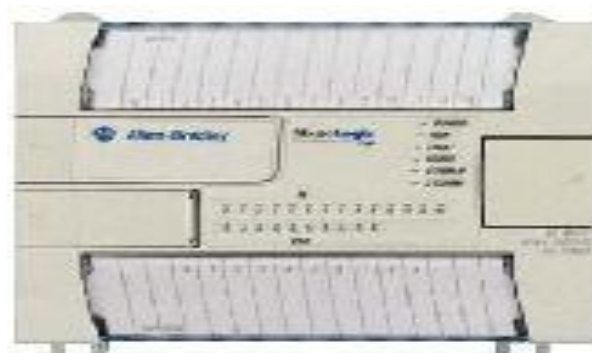


Figure II.5:Automate compact (Allen-Bradley).

b. Aspect intérieur :

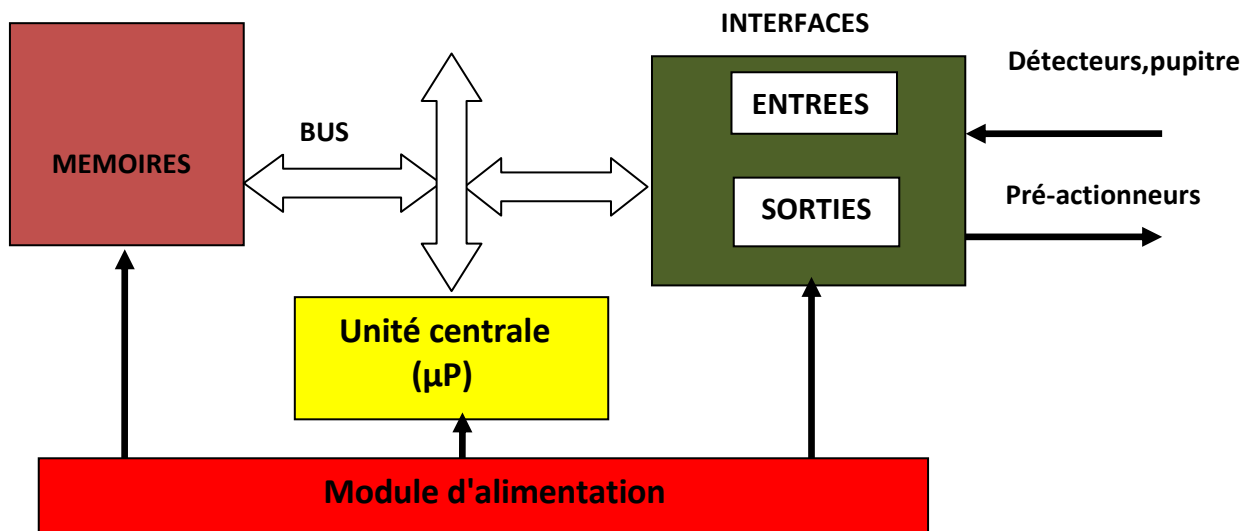


Figure II.6 : Structure interne d'un automate

- Module d'alimentation : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- Unité centrale : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- Le bus interne : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- Mémoires : Elles permettent de stocker le système (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM).

Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

- Interfaces d'entrées / sorties :

a-Interface d'entrée : Elle permet de recevoir les informations du pupitre ou de la partie opérative.

b -Interface de sortie : Elle permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation de la partie opérative [12].

II.4.2 Choix d'un automate :

L'automaticien pour définir un automate programmable industriel doit préciser :

- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.
- Le nombre et la nature des entrées et sorties.
- Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale de la taille de la mémoire utilisateur et les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).

- ❖ En dépend de ces caractéristique le concepteur a jugé utile d'utiliser un automate qui répond au cahier des charges et qui est: ***L'Automate Programmable Industriel S7 300 et un système de périphérique décentralisé ET 200S.***

II.5 Configuration matérielle de la station EP27 :

Notre station possède 38 sorties et 45 entrées numériques avec 03 entrées analogiques, qui sont réparties comme suit :

- ✓ ET 200S : 30 Entrées /22 Sorties.
- ✓ S7 300 : 15 Entrées/16 Sorties et 03 Entrées analogiques.

Lors de la configuration d'une installation, les entrées et sorties situées entre le processus et l'automate programmable sont souvent centralisées dans ce dernier.

Lorsque les distances s'allongent entre les entrées/sorties et l'automate programmable, le câblage peut devenir très compliqué, voire confus, et les perturbations électromagnétiques ambiantes peuvent affecter la fiabilité de l'ensemble. Pour ce type d'installation, il est recommandé d'utiliser des systèmes de périphéries décentralisés :

- la CPU de l'automate se trouve au point central
- Les systèmes de périphéries décentralisées fonctionnent de manière décentralisée sur le site concerné [5].

Nous avons opté pour une configuration décentralisée comme le constructeur la fait, et qui est composée d'un automate S7 300, équipé d'une CPU 314C- 2PN/DP avec un périphérique décentralisé ET 200S qui comporte des modules d'entrées et de sorties avec une téléportation non intelligente (sans CPU).

Pour la configuration réseau utilisée nous l'avons aussi gardé comme l'a fait le constructeur et c'est le réseau Ethernet (PROFINET).

II.5.1 Le système de périphérie décentralisée ET 200S :

a) Définition:

L'ET 200S est un système de périphérie décentralisé à haute modularité et flexibilité permettant de relier les signaux du processus à une commande centralisée via un bus de terrain. Il prend en charge les bus de terrain PROFIBUS DP et PROFINET IO. Il est doté d'un degré de protection IP 20 [4].

b) Pré-câblage:

Les connexions intégrées facilitent et accélèrent l'installation tout en réduisant les coûts. Pour les systèmes modulaires, le montage s'effectue sur un rail. Les modules y sont accrochés et enfichés les uns contre les autres.

Les capteurs et actionneurs se connectent simplement à un bus en faisant abstraction des faisceaux câbles séparés, des répartiteurs et des chemins de câbles. Le câblage est plus simple, plus clair, moins sujet aux erreurs et moins coûteux.

En cas de défaillance, les modules électroniques sont remplaçables sous tension en cours de fonctionnement (hot swapping). La station reste opérationnelle, évitant les frais considérables occasionnés par l'arrêt et le redémarrage de l'installation. Le remplacement des composants s'effectue sans dé-câblage [5].

③ Embase pour modules d'alimentation et modules électroniques : il assure la liaison électrique et mécanique des modules ET 200S. Les embases sont disponibles dans les versions suivantes :

- pour modules d'alimentation pour modules électroniques
- avec borne à vis
- avec borne à ressort avec Fast Connect (connectique rapide sans dénudation) [5].

II.5.2 Configuration matérielle du S7 300 et du ET 200S :

La configuration matérielle consiste en la disposition de profilés support ou châssis (racks), de modules et d'appareils (S7-300 et ET-200S). Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut enficher un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. Pour notre système, nous avons choisi une configuration matérielle pour le S7 300 **Figure II.9** et une autre pour le ET 200S **Figure II.10** [5] :

 **S7-300** équipé de:

- 01 Module d'alimentation PS 307 2A.
- 01 CPU 314-C 2 PN/DP qui est composé d'éléments intégrés :
 - MPI/DP.
 - PN-IO.
 - Port 1.
 - Port 2.
 - DI24/DO16.
 - AI5/AO2.
 - Comptage.
 - Positionnement.

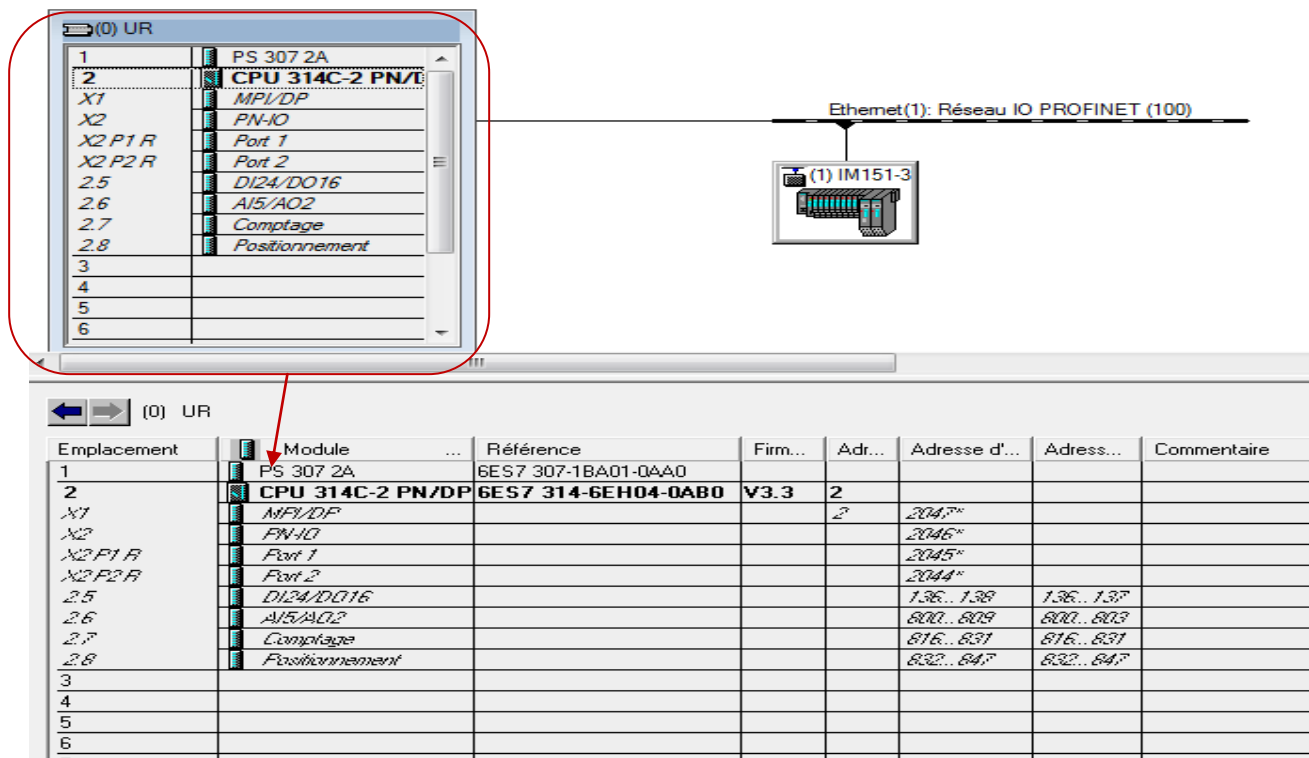


Figure II.9 : configuration matérielle de S7 300

Le Périphérie Décentraliser ET-200S équipé de:

- 01 Coupleur IM151-3PN.
- 02 Alimentations PM-E DC24V.
- 04 Modules d'Entrer 08DI DC24V.
- 03 Modules de Sortie 08DO DC24V 0.5A.

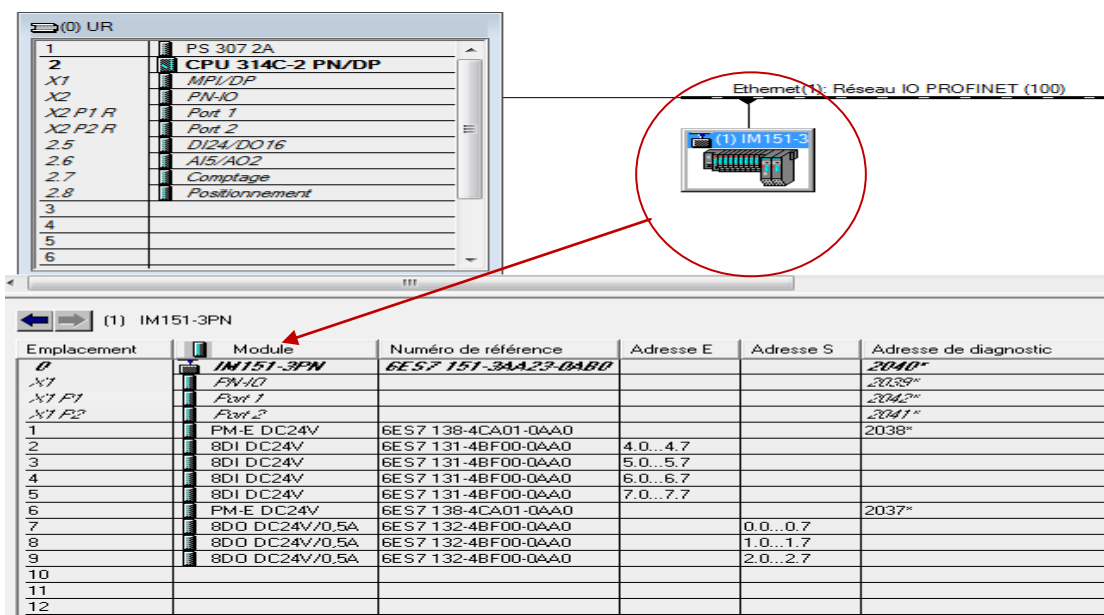


Figure II.10 : configuration matérielle de L'ET 200S

II.5.3 Configuration réseau :

- ✓ La CPU technologique possède deux interfaces :
- Une interface MPI/DP qui est prévue pour le raccordement d'autres constituants SIMATIC, par ex. PG, OP, automates S7 et stations périphériques décentralisées. Son utilisation en tant qu'interface DP autorise la configuration de réseaux sur de grandes étendues géographiques.
- Une interface PN-IO pour relier la CPU au réseau profinet
 - ✓ L'ET 200S possède une interface PN/DP.
 - ✓ Le HMI possède une interface HMI-IE PN.

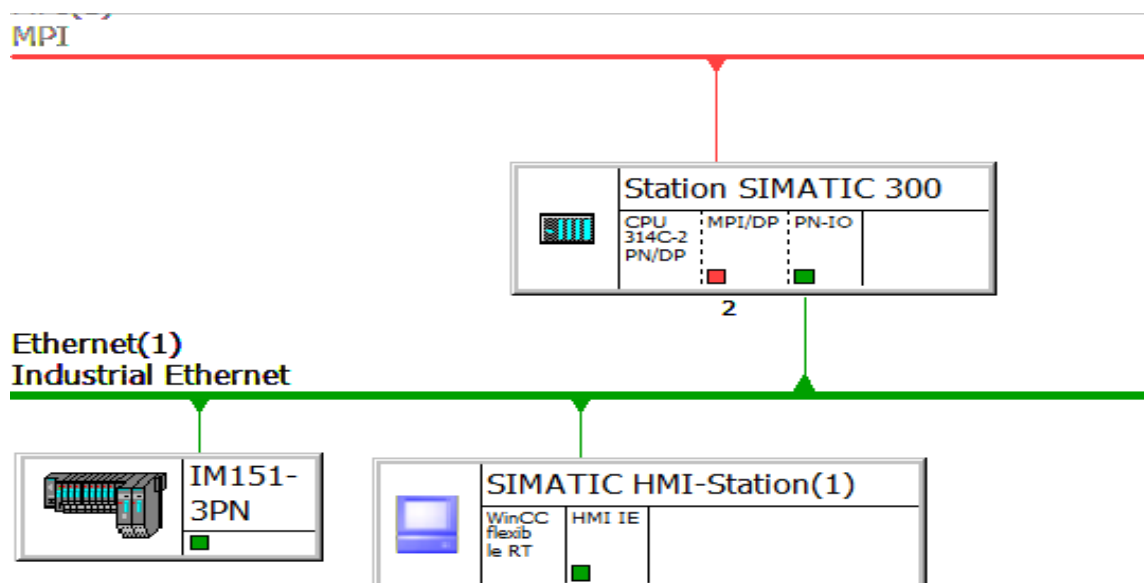


Figure II.11 : configuration réseau

II.5.4 PROFINET IO :

a) Définition :

Les CPU dont le nom se termine par "PN" disposent d'une interface PROFINET.

Profinet est un modèle ouvert de communication, d'automatisation et d'ingénierie multi constructeur permettant l'intégration directe d'équipements raccordés à des réseaux de cellule Ethernet, d'îlots existants sur PROFIBUS ou d'autres bus de terrain. PROFINET gère les fonctions temps réel nécessaires aux tâches d'automatisation industrielle et aux applications de hautes performances.

PROFINET IO permet l'intégration directe des appareils de terrain sur Ethernet ; pour cela, le modèle producteur/consommateur remplace la méthode d'accès maître esclave de PROFIBUS DP. En matière de communication, tous les constituants d'un réseau Ethernet sont traités de façon démocratique, avec une bande passante partagée de manière égalitaire. La configuration sert néanmoins à définir l'affectation des appareils de terrain à un automate centralisé, l'interface utilisateur bien connue de PROFIBUS étant transférée

dans les périphériques PROFINET : c'est en effet au niveau de la périphérie décentralisée que les signaux sont lus et transmis à l'automatisme qui les traite, puis renvoie ses sorties [4].

- PROFINET IO: Distingue trois catégories d'équipements :
 - Un **Contrôleur** sur lequel s'exécute le programme automate
 - Des **Périphériques décentralisés** rattachés au contrôleur ;
 - Un **Superviseur**, outil de programmation ou PC doté de fonctions de mise en service et de diagnostic [4].

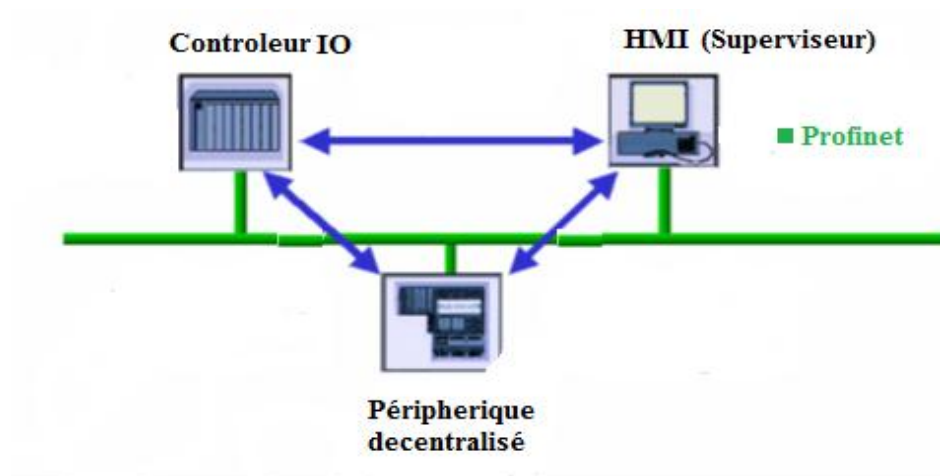


Figure II.12: Les différents équipements de PROFINET

II.6 Structure d'une programmation :

IL existe deux structures de programmation:

II.6.1 Programme linéaire :

Il est utilisé pour des commandes simples et de volumes moins importants. Les multiples opérations et instructions de différentes fonctions sont stockées dans un seul bloc d'organisation (OB1) qui traite cycliquement le programme [4].

II.6.2 Programme structuré:

Pour les automatismes complexes, le programme utilisateur est subdivisé en fonctions principales que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FB, FC), ces fonctions sont chargées dans OB1.

Le bloc OB1 contient le programme principal qui sera exécuté par la CPU, ce bloc fait appel aux autres blocs pour délivrer les données correspondantes, et dès que la CPU termine l'exécution du programme stocké dans le bloc appelé, elle poursuit l'exécution du programme du bloc appelant. Ce genre de traitement de programme est utilisé lorsque le procédé à automatiser est complexe, car il permet de simplifier l'organisation, la gestion et le test du programme.

Dans notre cas on a utilisé une programmation structurée qui comporte un bloc OB1 et un bloc FB **Figure II.13** [5].

a) Création d'un programme utilisateur:

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement de signaux de commande d'une installation ou d'un processus. Il est affecté à un module programmable (CPU par exemple) et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs.

Un programme utilisateur devra être exécuté dans une CPU S7, est essentiellement, constitué de blocs. Il contient, en outre, des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou à la mise en réseau du système. En fonction de l'application, nous pouvons créer, dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- ✚ blocs d'organisations (OB) ;
- ✚ blocs fonctionnels (FB) ;
- ✚ fonctions (FC) ;
- ✚ blocs de données (DB) ;
- ✚ des blocs souvent utilisés en relevant du système tel que les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions systèmes (SFC) sont intégrées au logiciel.

Mais avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet dans lequel les données et le programme utilisateur à créer seront structurés [4].

b) Bloc utilisateur:

Le STEP 7 offre les blocs utilisateurs suivants pour la programmation structurée :

- **Bloc d'organisation (OB) :** Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels de bloc indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.
- **Bloc fonctionnel (FB) :** Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB. Nous pouvons affecter plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via des instructions d'appels de bloc.
- **Fonction (FC) :** Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.
- **Blocs de données (DB) :** Les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables types de données. Il existe deux types de blocs de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données et les DB d'instance qui sont affectées à un FB donné [4].

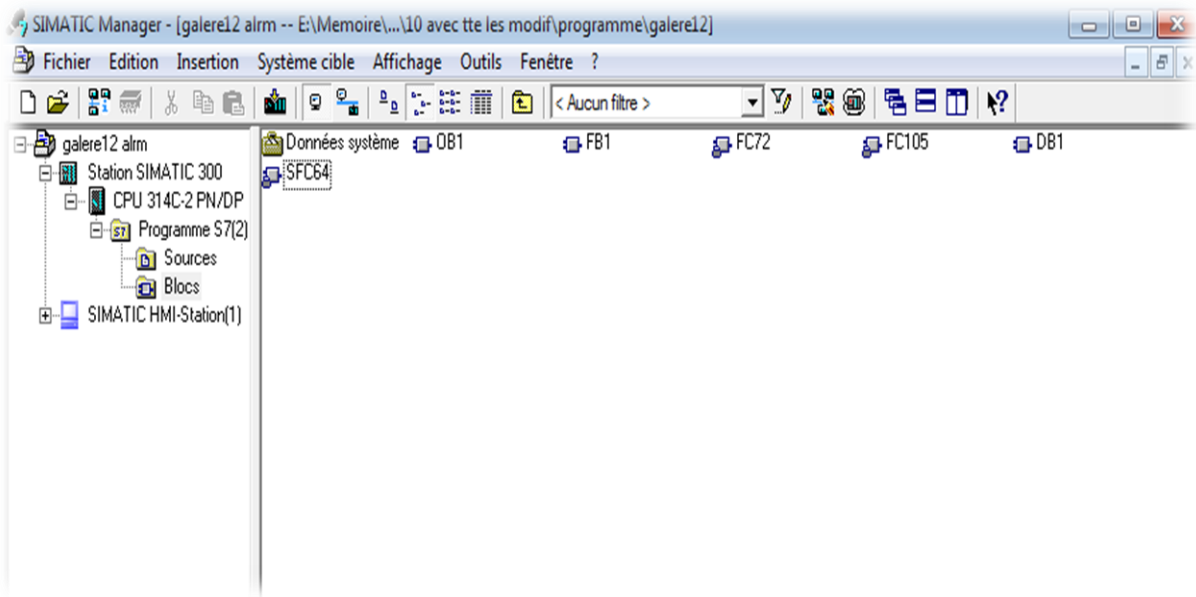


Figure II.13 : Différents blocs utilisés dans le programme de fonctionnement e la machin EP27

II.7 Exemple du programme d'EP27 (OB1):

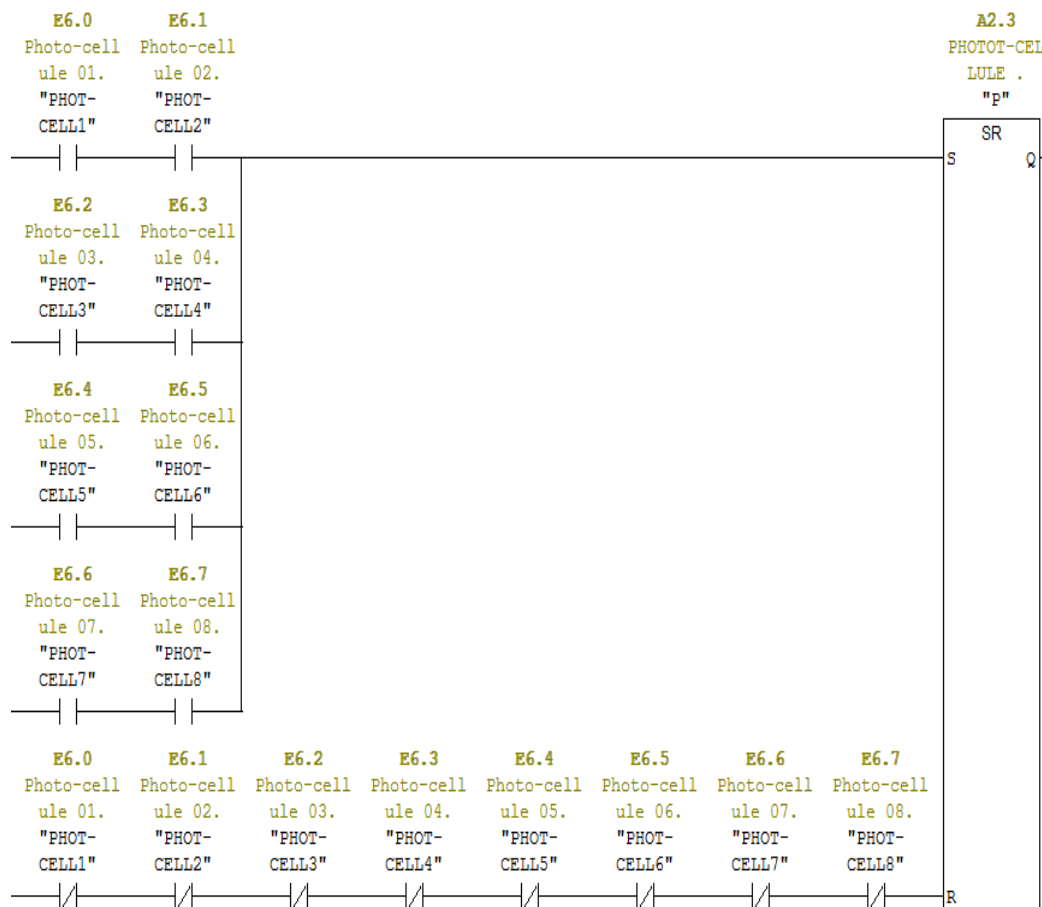


Figure II.14 : Exemple 1

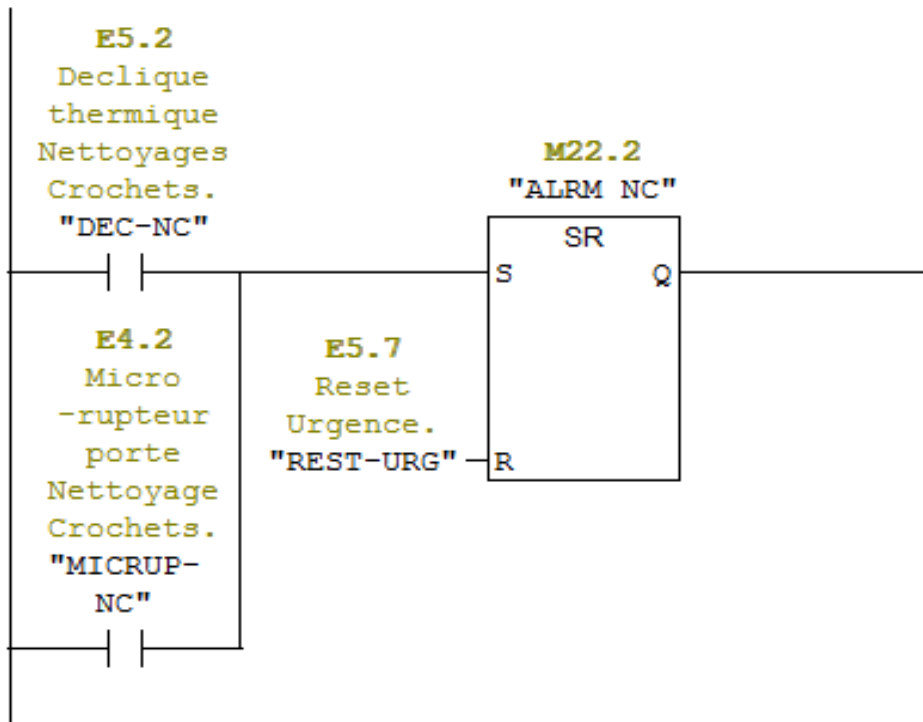


Figure II.15 : Exemple 2

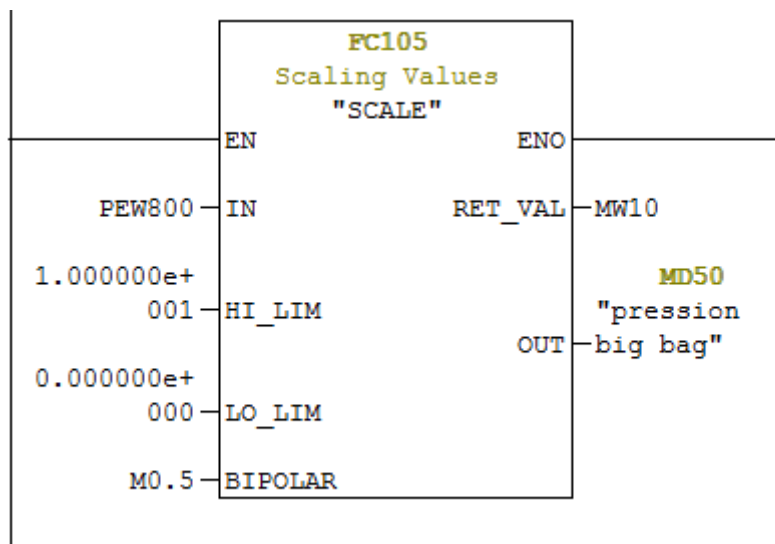


Figure II.16: Exemple 3

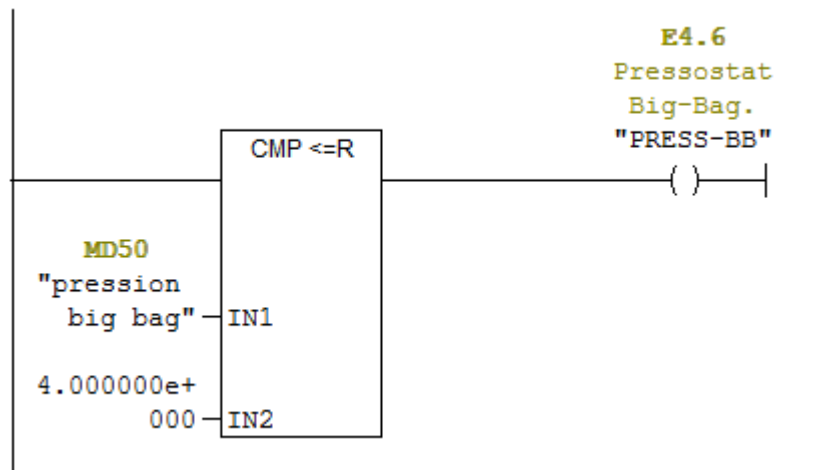


Figure II.17 : Exemple 4.

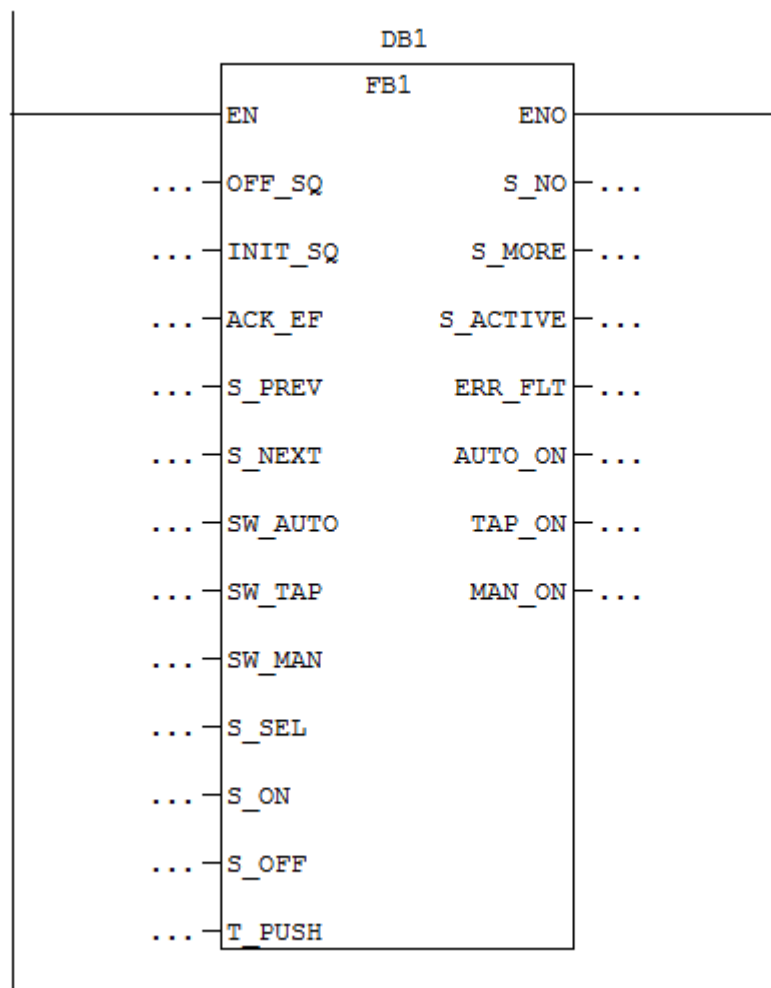


Figure II.18 : Exemple 5.

II.8 Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons modélisé notre station avec l'outil Grafcet, qui nous a servi à identifier les fonctions nécessaires au bon fonctionnement de la station, et nous a facilité le passage de la description à la modélisation, afin d'aborder la programmation de la partie opérative, qui pilotera le procédé.

Ensuite, nous avons fait la présentation des automates programmables Industriels en général et celui de S7 300 en particulier avec un périphérique décentralisé ET 200S. Qui ont été choisis pour le pilotage de la station d'émaillage.

Le réseau Profinet nous assure de faire une commande fiable et de diminuer beaucoup le câblage, ainsi une téléportation non intelligente des entrées /sorties distribuer dans le réseau décentralisé.

III.1 Introduction:

Autrefois, pour pouvoir suivre chaque phase du procédé et intervenir dans le cas échéant, il fallait câbler les voyants, interrupteurs et boutons poussoirs. Lorsqu'il s'agissait de procédés complexes, il fallait avoir recours à des synoptiques coûteux. Ces solutions appartiennent maintenant au passé. En effet, avec le développement de l'informatique il est devenu possible de traiter des données dans le domaine industriel, grâce à des vues préalablement créées et configurées, et à l'aide d'un logiciel adéquat.

La supervision se place au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est donc important de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate les informations sur le procédé nécessaire pour une éventuelle prise de décision.

Cette présentation passe par les images synthétiques qui représentent un ensemble de vues.

Le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

Dans ce chapitre, nous allons découvrir le logiciel de programmation WinCC flexible 2008 à travers les différentes étapes de programmation.

III.2 Définition de la supervision Industrielle :

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmable.

Elle présente plusieurs avantages pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande. Elle permet grâce à des vues créées, et configurées au préalable à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires au processus, aussi permet de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes :

- Assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...etc.).
- répondre à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance [13].

III.3 Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible :

WinCC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface-Homme-Machine) très performant développé par SIEMENS, qui est caractérisé par sa flexibilité, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé par un composant hors SIEMENS. Il s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : l'affichage numérique, une bibliothèque complète de

symboles IHM, un affichage de texte et courbes, un champ d'édition de valeurs du process,...etc [13].

III.4 Avantage de WinCC :

- Permet de visualiser le process et de concevoir l'interface graphique destinée à l'opérateur.
- Permet à l'opérateur de surveiller le process. Pour ce faire, le process est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état du process évolue, l'affichage est mis à jour.
- Permet à l'opérateur de commander le process.
- Lorsqu'un état de process devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement.

L'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.

- Les alarmes et valeurs de process peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC. Ceci permet de documenter la marche du process et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer différents programmes pour piloter le process ou exploiter des données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre process. Le système supporte de nombreuses configurations.

La gamme des configurations s'étend du système monoposte aux systèmes répartis à plusieurs serveurs en passant par les systèmes client-serveur.

- La configuration WinCC peut être modifiée à tout moment même après mise en service. Les projets existants n'en sont pas affectés.
- WinCC est un système IHM compatible avec le réseau Internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance) [5].

III.5 Intégration de WinCC flexible dans SIMATIC STEP 7:

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

WinCC s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi du temps et on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie [13].

Pour intégrer WinCC flexible dans SIMATIC Step 7 on fait un clic sur le bouton droit de la souris sur notre projet step7, puis sur *insérer un nouvel objet* et enfin on sélectionne *SIMATIC HMI station* comme le montre la **Figure III.1**.

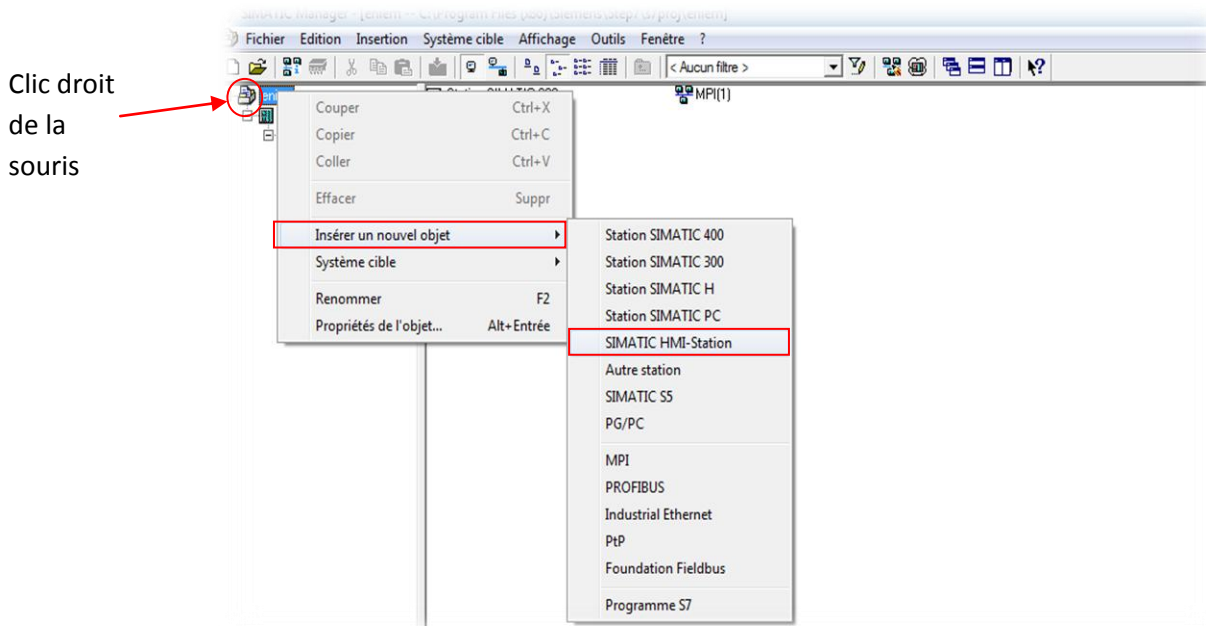


Figure III.1 : Intégration de WinCC avec SIMATIC STEP 7

Une fois qu'on a cliqué sur SIMATIC HMI station on aura la figure suivante:

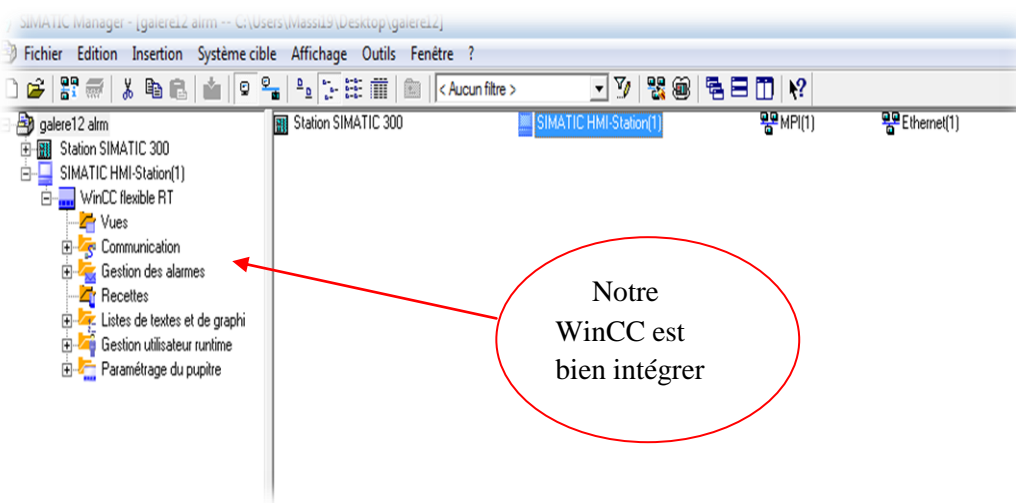


Figure III.2 : WINCC intégré dans STEP 7

III.5 Plate-forme de supervision de la station EP27 :

Pour ce faire on crée la vue d'accueil, qui contient les boutons de navigation à partir desquels on peut choisir la vue à visualiser parmi les sept vues que nous avons développé pour la station :

- Vue d'Accueil.
- Vue des Boutons de Commande.
- Vue des Recettes et Système Barrière.
- Vue Système de Chargement.

- Vue Système Filtre.
- Vue Cabine Emaillage.
- Vue Cabine Nettoyage Crochets.
- Vue des Alarmes.

III.5.1 Vue d'Accueil:

Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation qui serviront à basculer vers les autres vues.

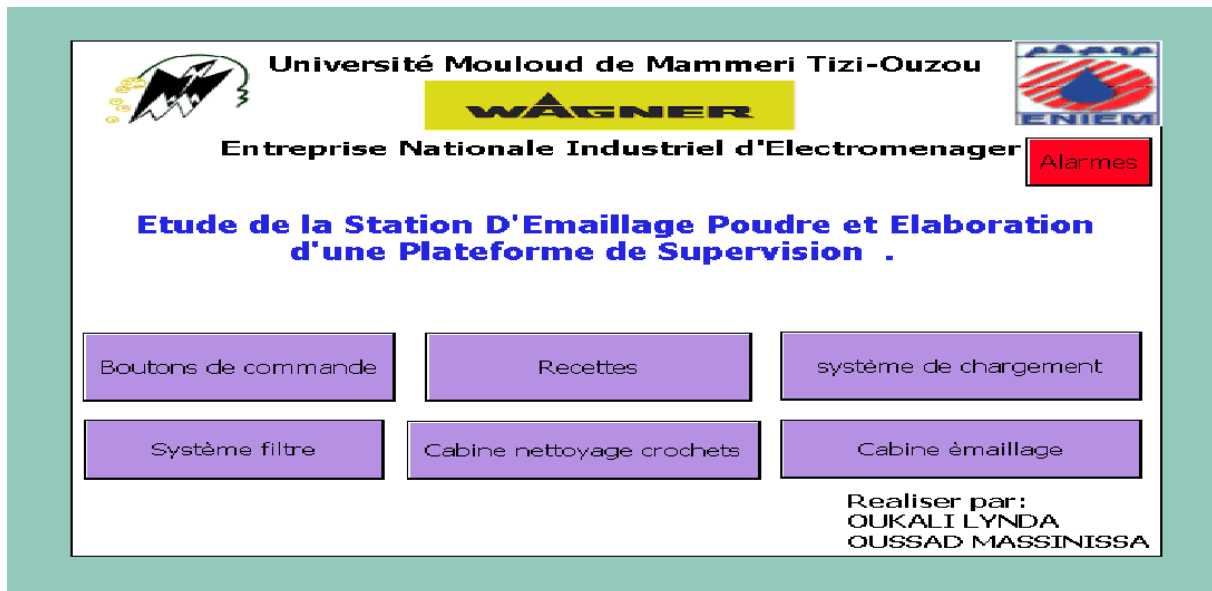


Figure III.3 : Vue d'Accueil.

III.5.2 Vue des Boutons de Commande:

Cette vue comporte quatre boutons d'activation/désactivation des quatre systèmes de notre station.

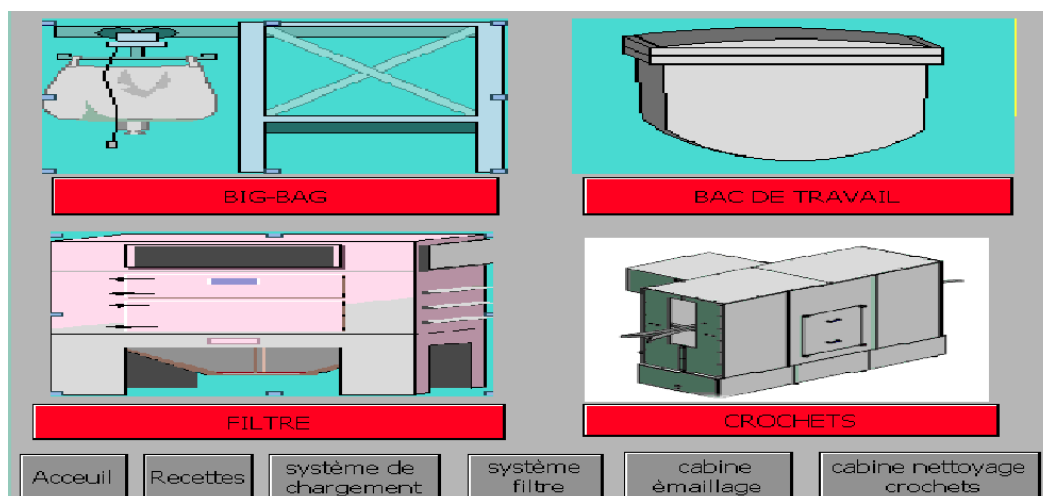


Figure III.4 : Vue des Boutons de Commande.

III.5.3 Vue des Recettes et du Système Barriere:

Cette vue sert à faire le choix de la recette voulue avec ou sans le système barrière sachant que les recettes 1,2 et 3 fonctionnent avec ce système et la recette 4 sans.

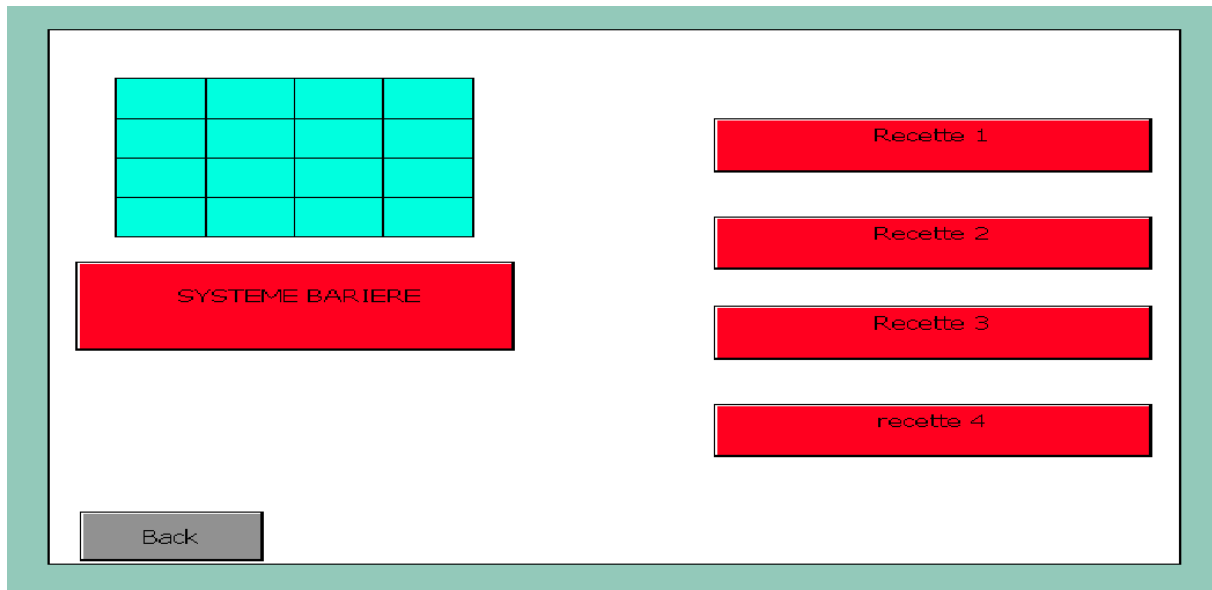


Figure III.5 : Vue des Recettes et du Système Barriere.

III.5.4 Vue Système de Chargement :

Cette vue nous montre l'état du niveau du bac EP et des quatre pompes d'attaques qui alimente le système filtre ainsi des électrovannes reniflard et lit fluid de Big Bag.

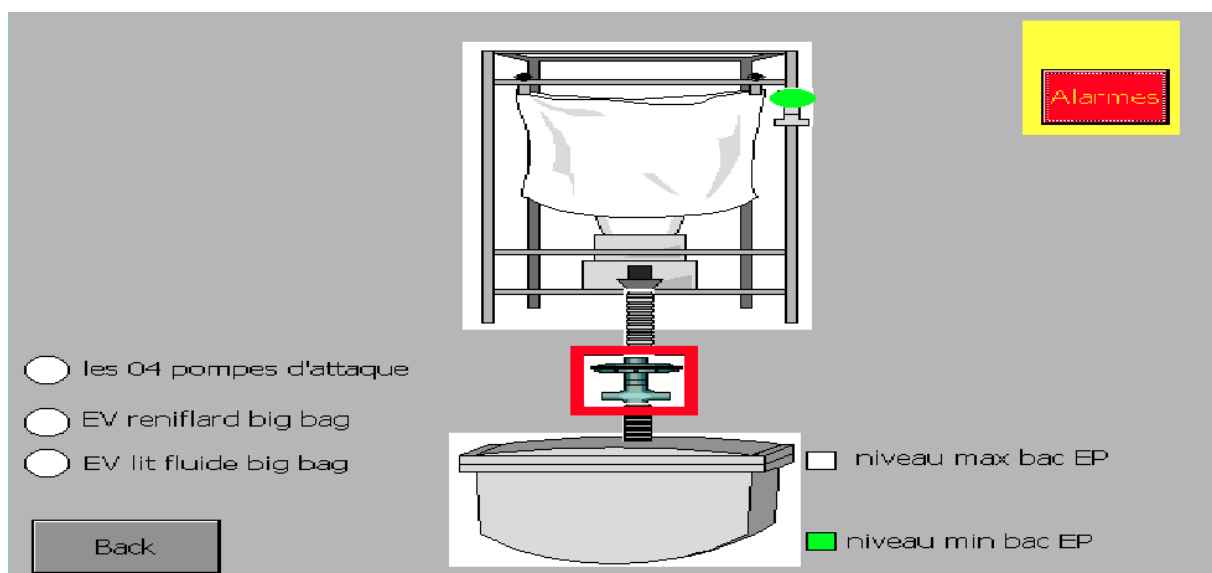


Figure III.6 : Vue Système de Chargement.

III.5.5 Vue Système Filtre:

Cette vue nous montre l'état du niveau du bac de Travail et des 12 pompes qui alimentent les 12 pistolets, ainsi l'état des électrovannes reniflard et lit fluid du bac de travail.

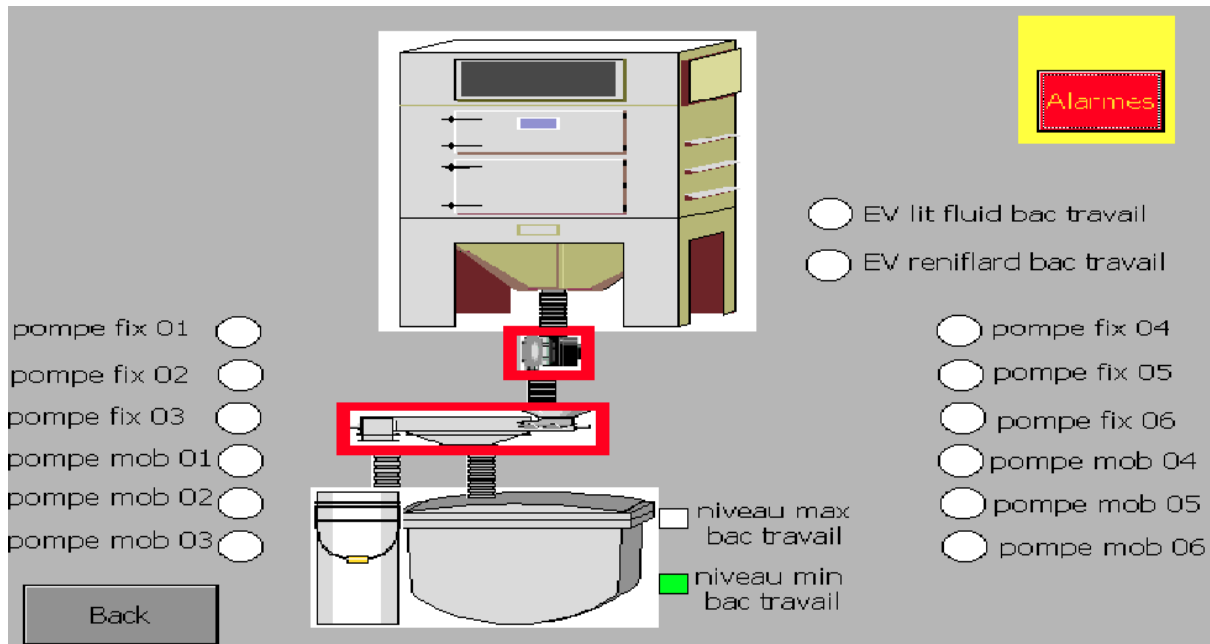


Figure III.7 : Vue Système Filtre.

III.5.6 Vue Cabine Emaillage:

Cette vue nous montre l'état des 12 pistolets fixes et mobiles et celui des deux reciprocateurs.

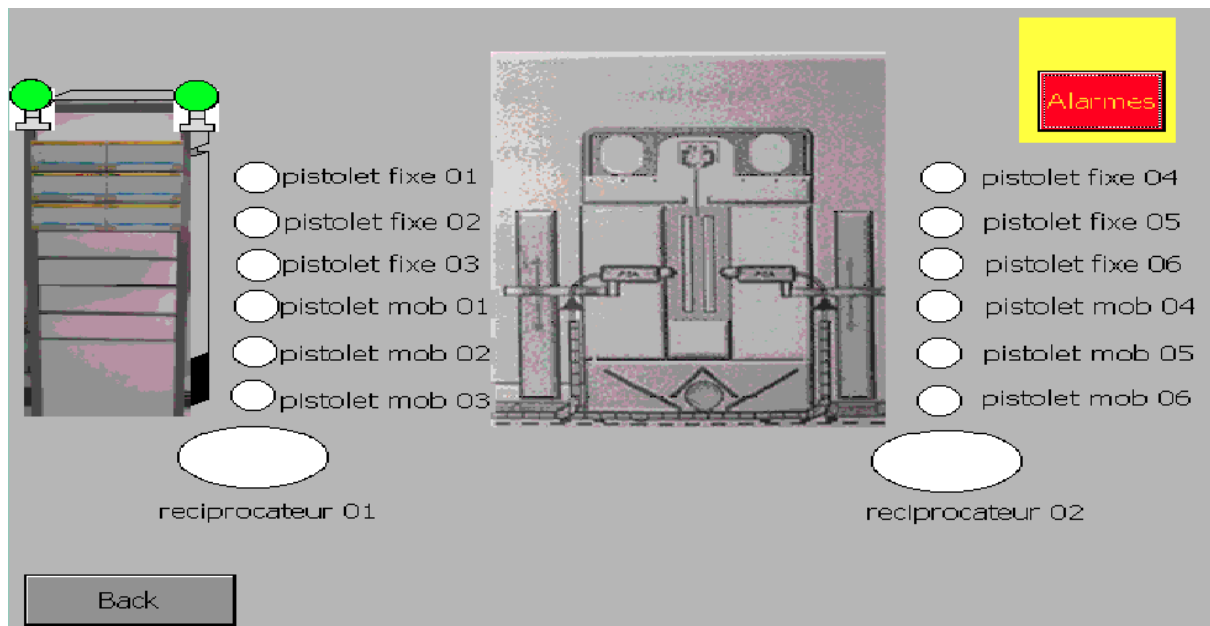


Figure III.8 : Vue Cabine Emaillage.

III.5.7 Vue Cabine Nettoyage Crochets:

Cette vue nous montre l'état du moteur nettoyage crochets et celui des électrovannes lit fluid et récupération fond cabine.

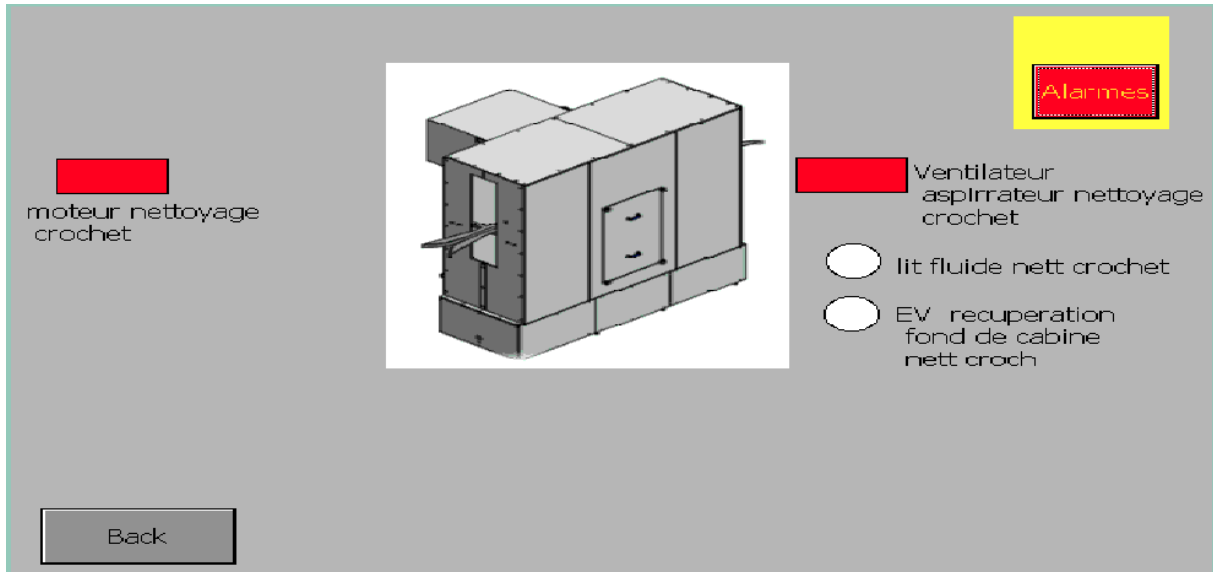


Figure III.9 : Vue Cabine Nettoyage Crochets.

III.5.8 Vue des Alarmes :

Cette vue comprend des voyants de signalisation de défaillance. Chaque voyant est accompagné d'un message indicatif dans le but de guider les techniciens de maintenance.

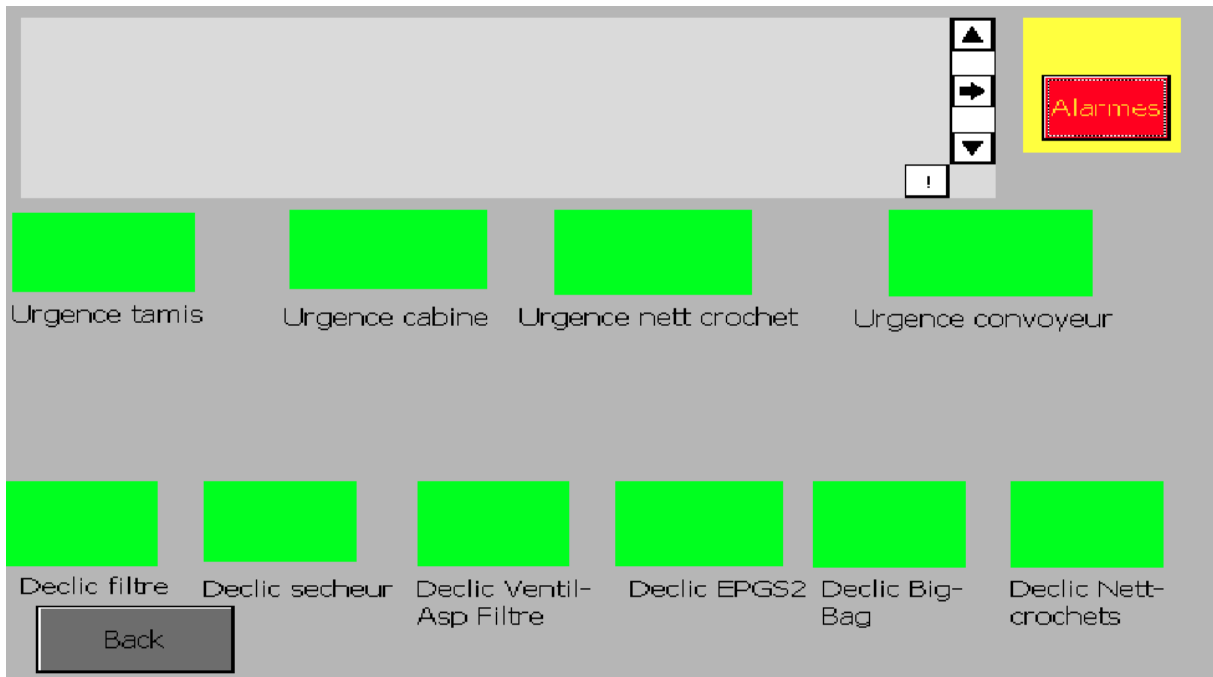


Figure III.10 : Vue des Alarmes.

III.6 Conclusion :

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision de la station d'émaillage, où nous avons réalisé les vues de contrôle et de supervision qui permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel et cela grâce au logiciel de supervision WINCC flexible 2008 qui a mis à notre disposition de vrais outils industriels pour surveiller ,contrôler, et conduire notre procédé.

La supervision est devenue indispensable dans les processus industriels, son utilité apparaît dans la diminution des temps d'arrêt, signalisation des pannes. Ainsi elle augmente la fiabilité de la machine et sa durée de vie.

Conclusion Générale

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de ce projet, avec l'appui du stage pratique au sein de l'ENIEM, nous a apporté un grand apport en termes d'information et de connaissances pratiques conçues sur le terrain. Il constitue un complément indispensable pour la formation d'un Master en Automatique, lui permettant ainsi une transition facile de la formation au domaine professionnel et une familiarisation avec le monde industriel.

Pour tirer un meilleur profit de l'opportunité qui nous a été offerte, nous avons tenté une étude détaillée du fonctionnement, malgré les difficultés trouver par le manque de documentation et le manque de familiarisation avec la machine par les encadreurs, nous avons atteint notre objectif qui est de comprendre et de modéliser notre station ainsi de lui intégrer une plateforme de supervision.

D'une part nous avons fait une évaluation objective et une validation de nos connaissances en générale en matière de modélisation et de programmation.

D'autre part cela nous a permis d'acquérir des connaissances tel que : connaître le système de périphérique décentralisé et le réseau Ethernet, voir des composants réels sur terrain, enfin savoir élaborer une supervision des procédés complexes avec le WinCC.

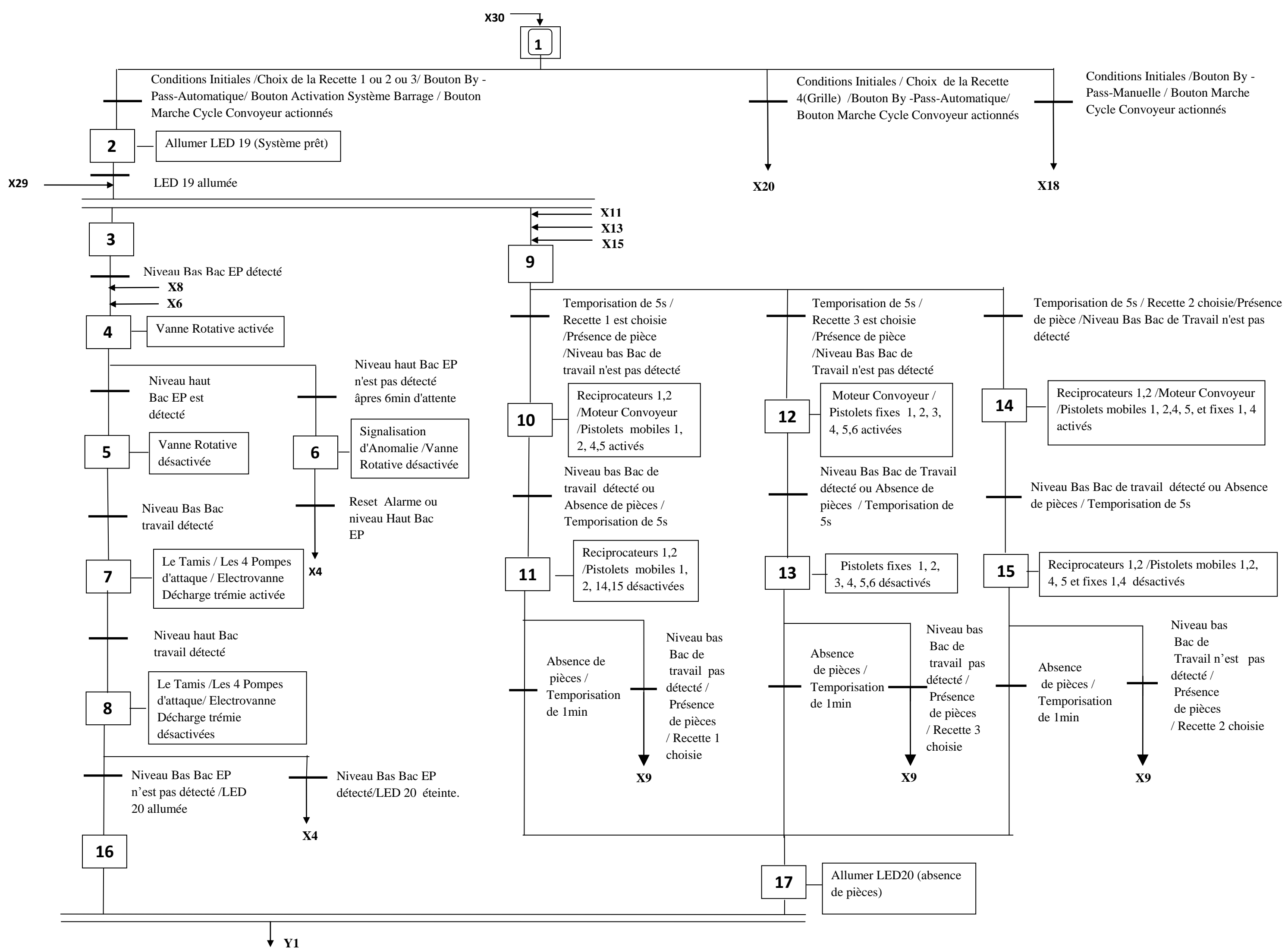
Notre stage pratique de mise en situation professionnelle nous a permis de mettre en application les connaissances acquises au cours de notre cursus universitaire tout en préparant le passage à la vie active.

Comme déjà cité cette station est nouvelle donc elle est d'une grande technologie ce qui implique que du côté fonctionnel elle est très bien traitée, comme perspective y a la possibilité aux promotions avenir de remplacer l'opérateur qui enlève la pièce d'un convoyeur à un autre par un bras afin de faciliter la tâche pénible et gagner du temps.

Nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et aussi que notre projet sera d'une quelconque utilité et guide pour les promotions avenir.

Références Bibliographique

- [1] **Documentation de l'ENIEM.**
- [2] **Documentation Wagner :**
-**Manuel D'entretien:** ORDER 14-70011/2/3/4, WAGNER ITEP, version:1 27/02/2015.
-**Cours De Formation Rapide Vernis –Panneaux SW :** Edition Février 2013.
- [3] **Pierre Mayé :** " Moteurs électrique industriel", Paris : édition Dunod, ISBN 2-10 04872 9, août 2005.
- [4] **Documentation siemens.**
- [5] **José Roldan Vilorio :** "Pneumatique Industrielle", Paris : édition Dunod, ISBN 2-10-050751-6, août 2002.
- [6] **S .Moreno et E. Paulo :** "la pneumatique dans les systèmes automatisés de production " Paris : Casteilla, ISBN 2-7135-2118-1, septembre 2001.
- [7] **Jacques Marie Broust :** "Appareillages Et Installations Electriques Industriels", Paris : édition Dunod, ISBN : 978-2-10-051247-8, 2008.
- [8] **<http://www.schneiderelectric.fr>**
- [9] **André Migeon :**" Applications industrielles des capteurs " volume2, Secteur médical, chimie, plasturgie, Paris : Hermes Science Publications, ISBN 978-2-7462-1780-5 avril 2009.
- [10]**M. Blanchard :** "Comprendre Maitriser et Appliquer le Grafcet", Paris : Cèpaduès, ISBN 2-85428-076-8 ,1994.
- [11] **William Bolton :** "Les automate programmable industriels", Paris : édition Dunod, ISBN 978-2-10-054705-0, mai 2010.
- [12] **Alain Gonzaga :** Cours "Les Automates Programmables Industriels", Université de Picardie Jules Verne ,7/11/2004.
- [13]**Documentation WinCC.**
- Aide WinCC.
- CD ROM Siemens.



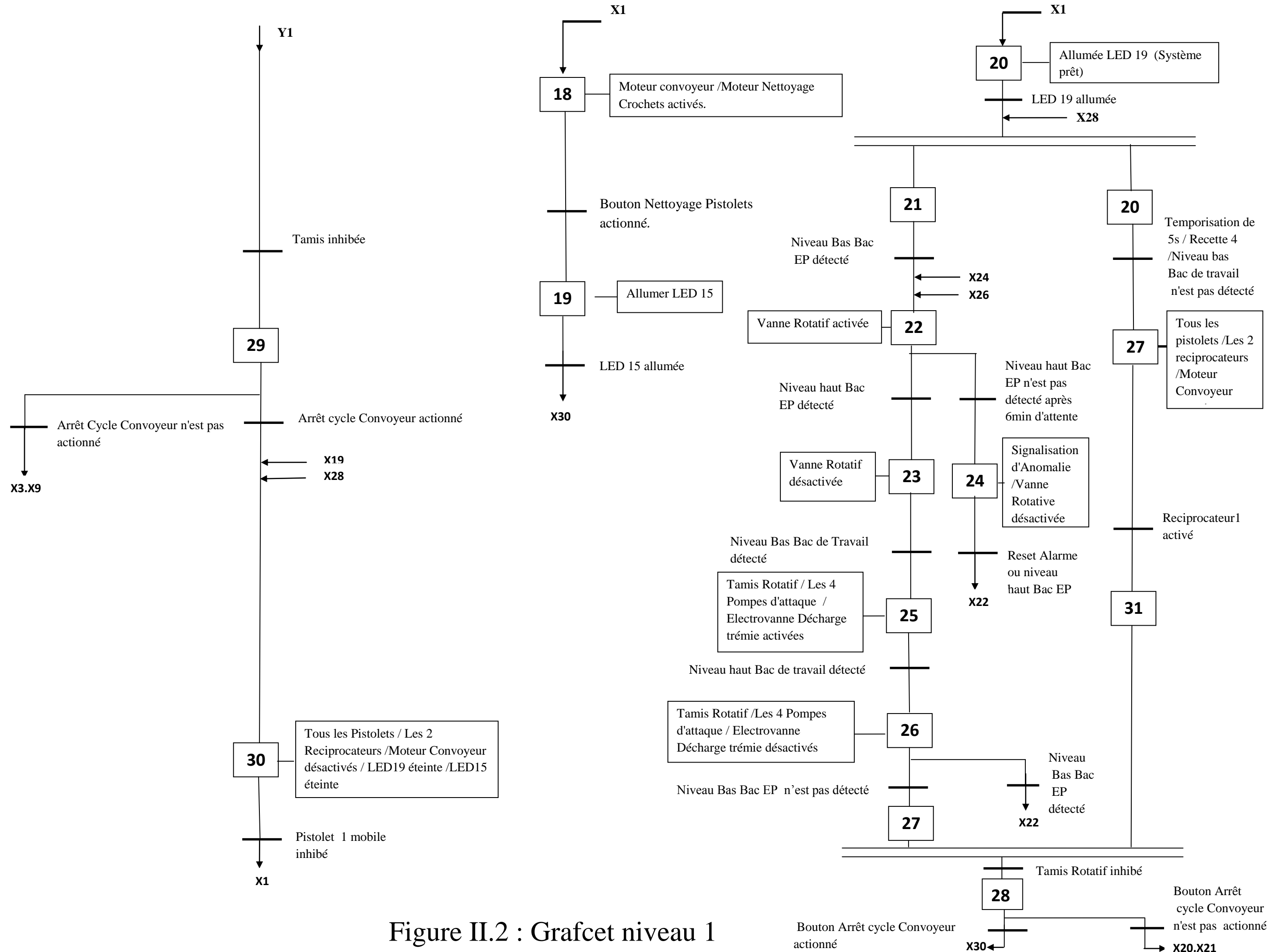
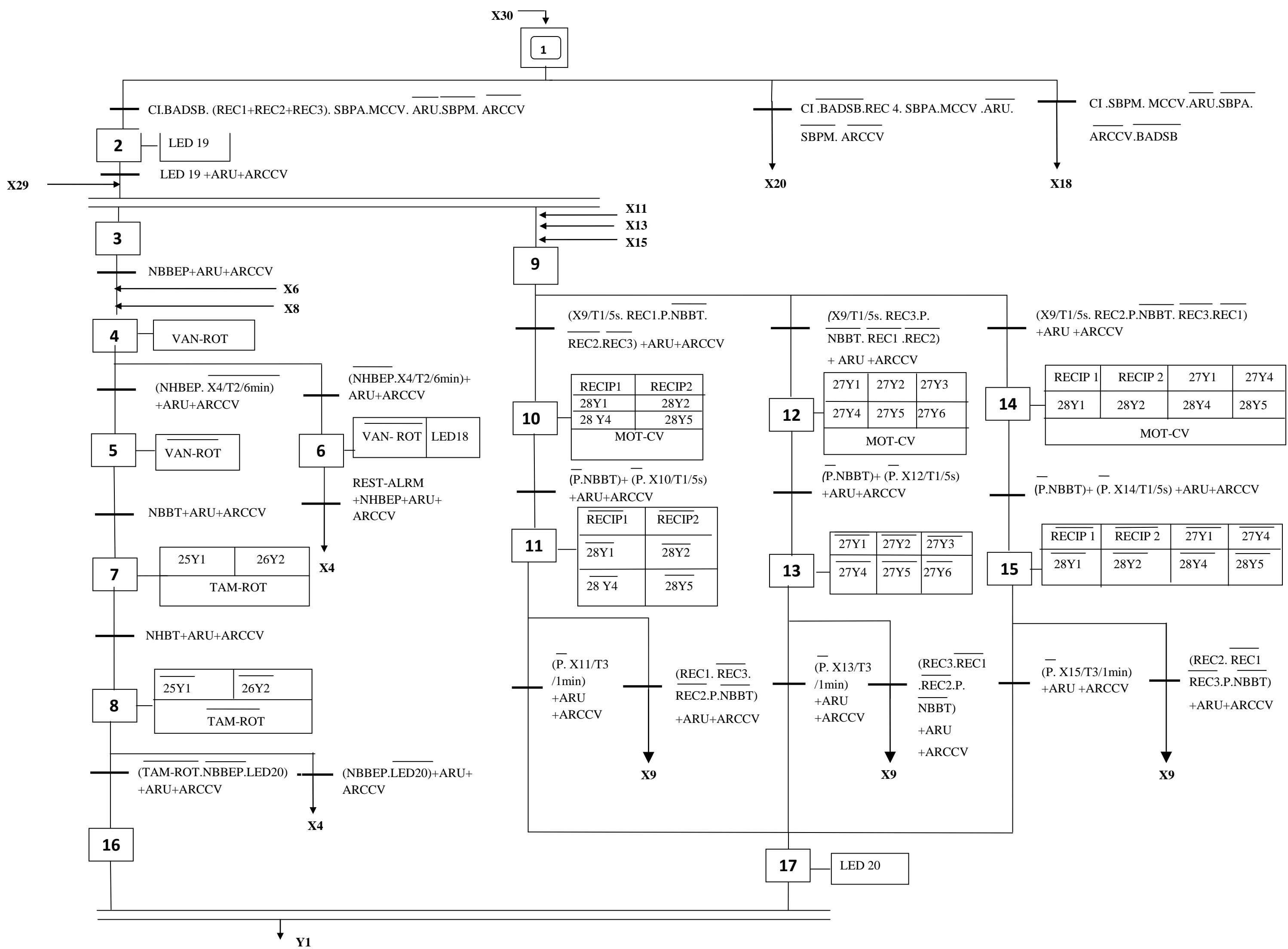


Figure II.2 : Grafcet niveau 1



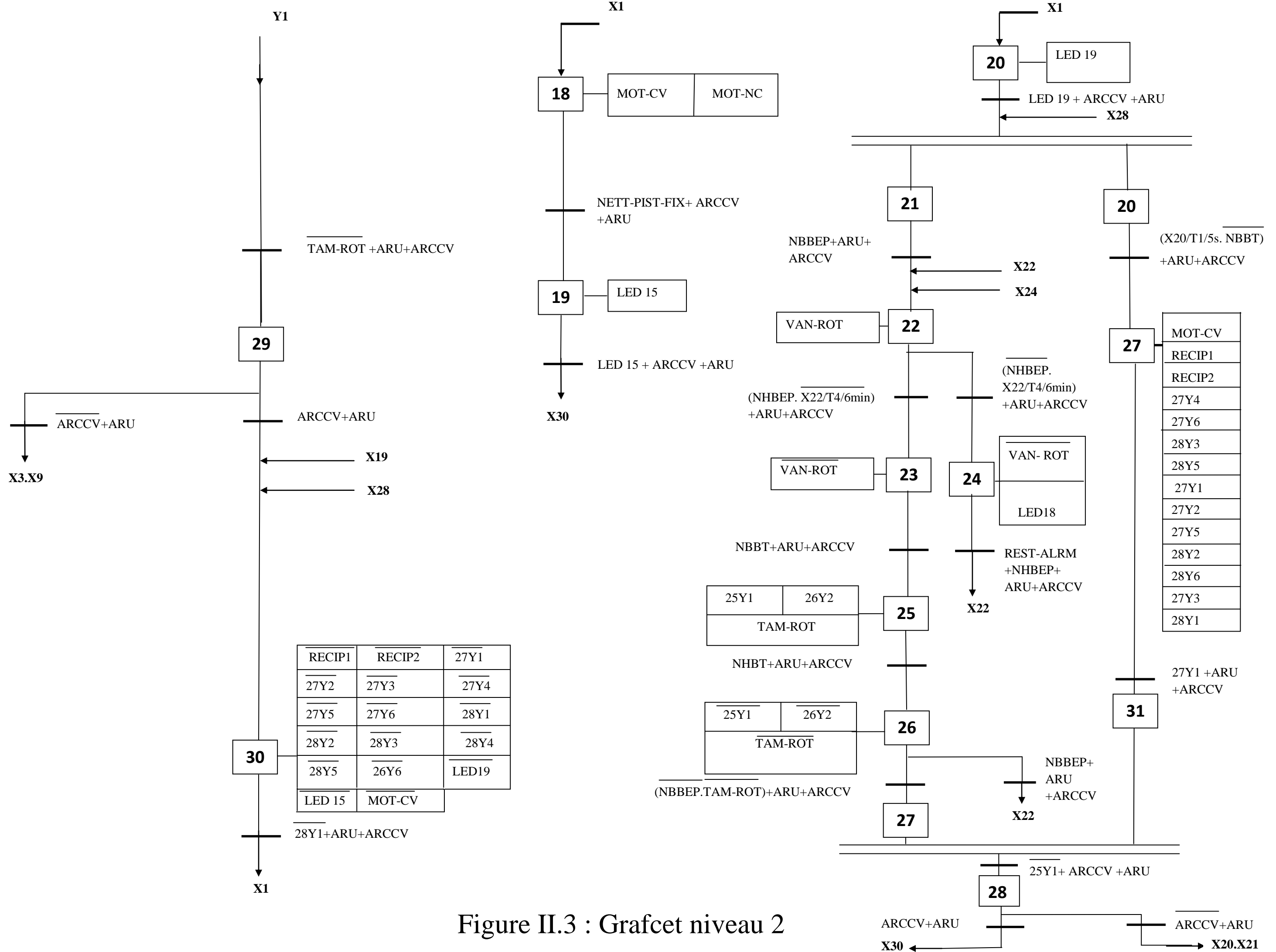


Figure II.3 : Grafcet niveau 2

ANNEXE A

A.1 Appareil de commande EPG S2:

Notre station est composée de six appareils de commande EPG S2 implantés dans un rack de 16 modules.

C'est un appareil de commande universel pour la commande de deux pistolets de pulvérisation de poudre électrostatiques manuelles ou automatiques.

A.2 Fonction de commande de l'appareil de commande EPG S2:

L'appareil de commande EPG S2 ne possède aucun élément de commande ou affichage. Toutes les valeurs de prescription (valeurs de CONSIGNE) et les affichages (valeurs REELLES) sont transmis par des signaux électriques d'une commande maitre via le bus CAN. Le logiciel de la commande maitre commande de manière déterminante les possibilités de saisie des valeurs de CONSIGNE et les affichages des valeurs REELLES courantes.

A.3 Domaines d'application:

L'appareil de commande EPG S2 sert à l'alimentation en air et en tension de deux pistolets de pulvérisation de poudre manuels ou automatiques de deux modèles Corona ou Tribo.

L'appareil de commande ne possède pas d'éléments de commande, seuls les différents états de fonctionnement sont affichés.

Le module est également piloté par une commande maitre (par exemple API), de laquelle il reçoit les informations correspondantes.

L'interface entre l'EPG S2 et la commande maitre se fait par CANopen.

A.4 Élément d'affichage (face avant) :

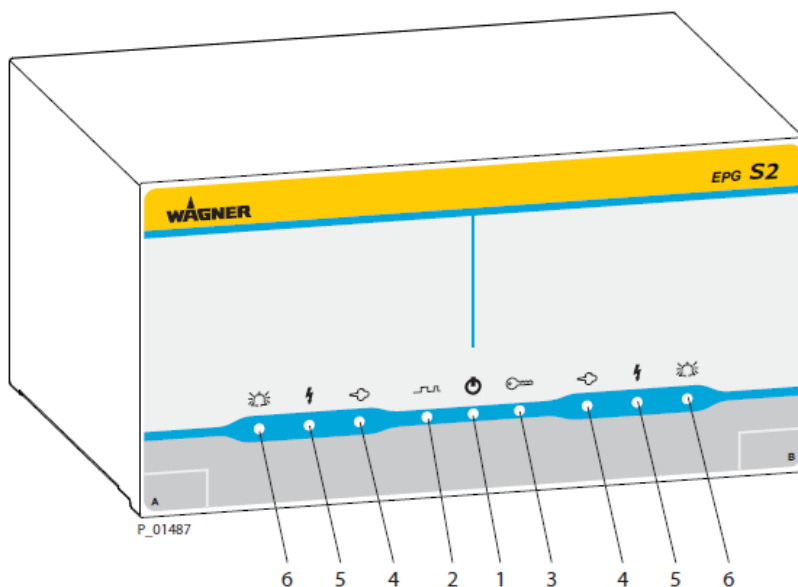


Figure A.1 : Élément d'affichage face avant.

ANNEXE A

1 -Affichage de Tension de service:

Lorsque la tension de service est présente, la DEL est allumée en vert.

2 -Affichage de Communication de données CAN :

La DEL s'allume en vert pendant la communication de données avec la commande maître.

3- Affichage de Validation :

La DEL s'allume en vert après la validation.

4-Affichage d'Air :

La DEL est allumé en vert lorsque le module d'air est actif.

5 -Affichage de Haute tension :

La DEL est allumé en vert en cas de mise en service de la haute tension.

6 -Affichage d'Avertissement / Dérangement :

La DEL clignote pour signaler un avertissement et s'allume en rouge en cas de dérangement.

Les affichages 4 - 6 sont disponibles respectivement pour le pistolet A et le pistolet B.

A.5 Raccordement sur la face arrière de l'EPG S2:

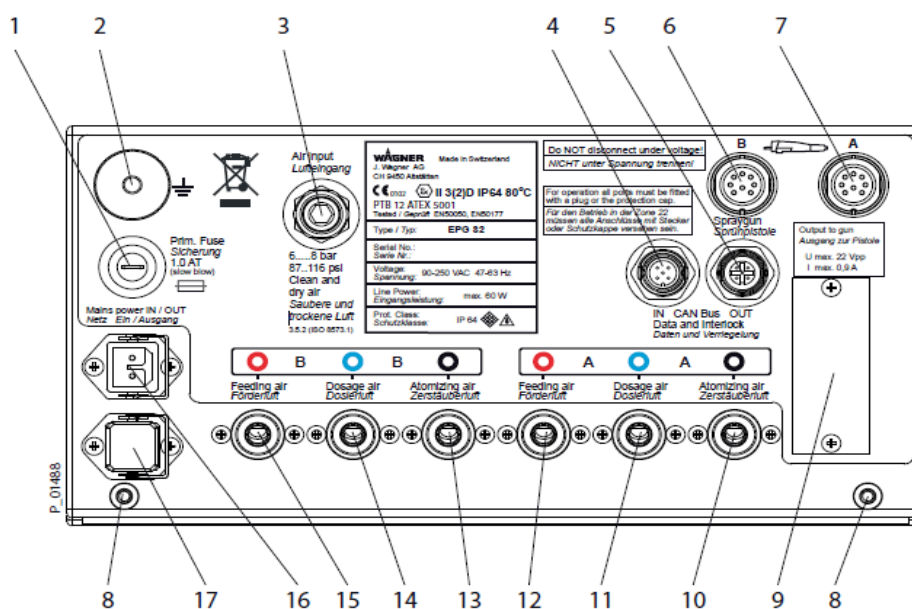


Figure A.2: Élément d'affichage face arrière.

1-Fusible primaire:

Un ampère a action retardée.

2 -Raccord de mise à la terre:

Pour raccorder la terre système.

3- Entrée d'air comprimé:

La DEL s'allume en vert après la validation.

Plage de pression : 0,6 à 0,8 Mpa ; 6 à 8 bars ; 87 à 116 psi.

Quantité d'air : 2x 15 m³/h max.

Diamètre du tuyau de raccordement 8 mm ; 0,315 inch.

4- Entrée bus CAN Fiche de l'appareil:

Signal de communication CANopen.

Signal de validation.

5- Sortie bus CAN Prise de l'appareil:

ANNEXE A

Signal de communication CANopen.

Signal de validation.

6 -Raccord de pistolet B:

Pour raccorder un pistolet Corona ou Tribo.

7 -Raccord de pistolet A:

Pour raccorder un pistolet Corona ou Tribo.

8- Fixations:

Pour visser au rack.

9 -Protection de la prise de service:

Après avoir retiré la protection, il est possible de régler les interrupteurs DIP et le commutateur rotatif de l'adresse du bus CAN, la vitesse de transmission du bus CAN et l'interrupteur du mode d'urgence.

10 -Sortie Air de pulvérisation pistolet A.

11- Sortie Air de dosage pistolet A.

12 -Sortie Air d'alimentation pistolet A.

13 -Sortie Air de pulvérisation pistolet B.

14 -Sortie Air de dosage pistolet B.

15-Sortie Air d'alimentation pistolet B.

16- Entrée réseau:

Entrée universelle : 90 à 250 VCA.

17- Sortie réseau:

Pour le passage électrique dans le système.

B.1 Armoire électrique et de commande :

a. Vue externe:

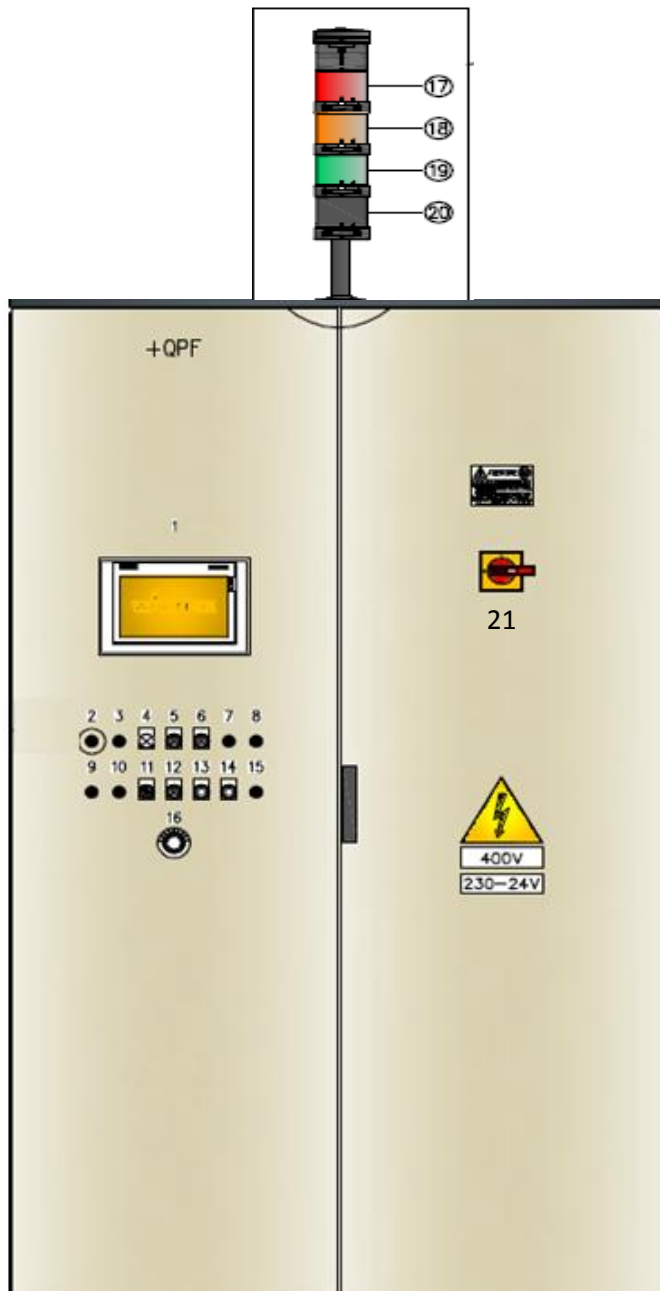


Figure B.1: Armoire vue externe.

Numéro	Nom du composant
01	Pupitre opératoire.
02	Réservé.
03	Réservé.
04	Circuit auxiliaire active.
05	Urgence reset.
06	Alarmes reset.
07	Réservé.
08	Réservé.
09	Réservé.
10	Signalisation absence pièce.
11	Système by-pass prêt.
12	Marche cycle convoyeur.
13	Arrêt cycle convoyeur.
14	Nettoyage pistolets.
15	Signalisation nettoyage pistolets.
16	Bouton d'urgence.
17	Urgence.
18	Anomalie.
19	Système prêt.
20	Buzzer.
21	Sectionneur

Figure B.2: Les différents éléments de la vue externe de l'armoire.

ANNEXE B

b. Vue interne:

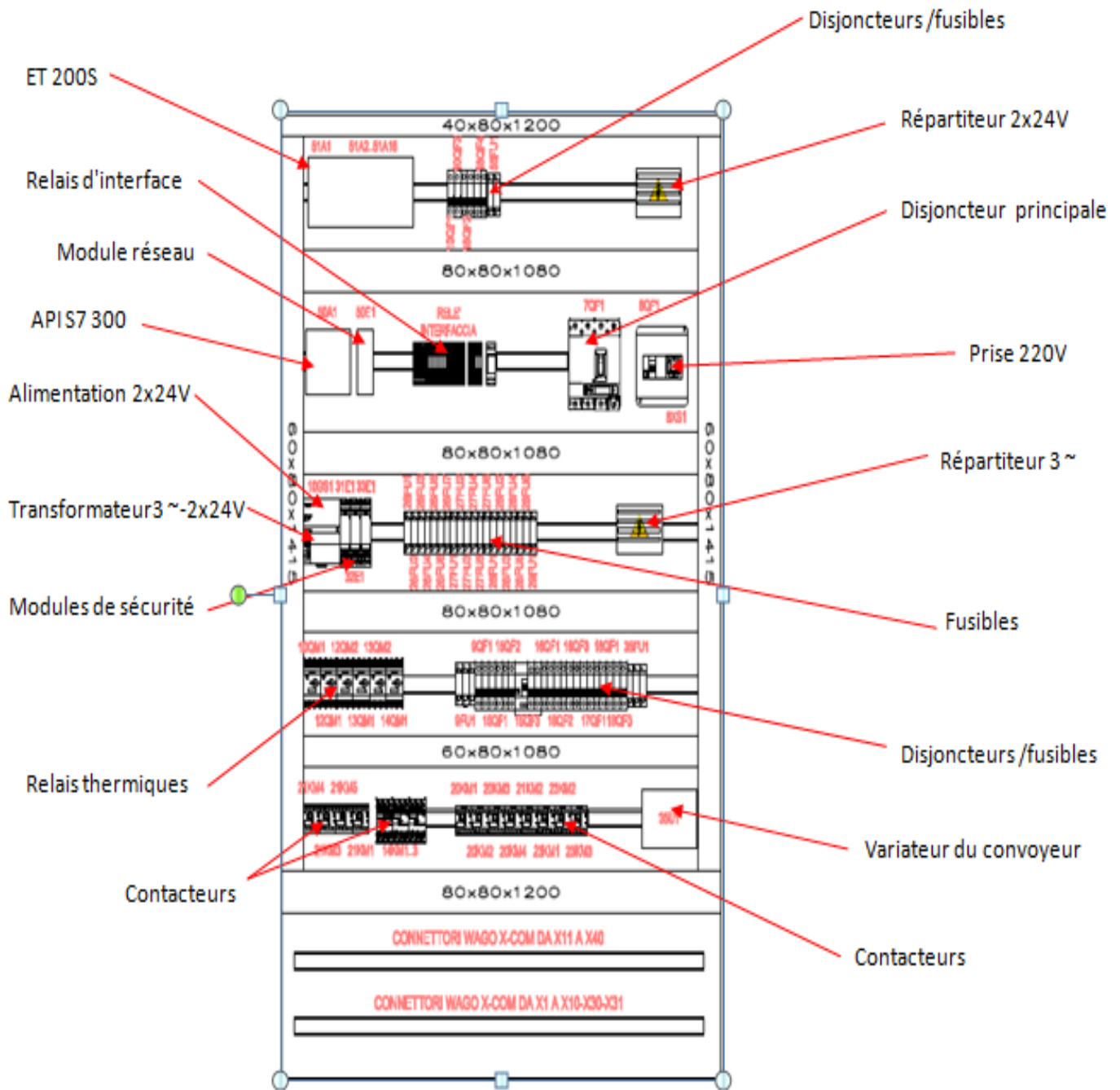


Figure B.3: Armoire vue interne.