

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث 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 الآلية و الإلكترونيات  
Département d'Automatique et d'Électrotechnique



## Mémoire de Master

En Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Présenté par

Izza Abdelaziz

&

Hamdini Zineddine

# Programmation et supervision d'un transstockeur automatique

Proposé par : Mr.BENNILA Nouredine & Mr.IZRI Abdessalam El Bachir

& Mr.SAIDANI Younes

Année Universitaire 2020-2021

# *Dédicaces*

*Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux*

*Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie :*

*A mes chers parents qui se sont sacrifiés pour mon bonheur, que dieu vous protège et vous garde à mes côtés.*

*A mes très chers frère et sœur.*

*A mon enseignant **Mr Bennila Nouredine.***

***A Izri Abdessalam El Bachir, Saidani Younes, Hamitouche Hakim**  
*Source d'espoir et de motivation.**

*A mes chers amis **Dibouche Aymane, El Alouani Mokhtar, Hamdini Zineddine** avec qui j'ai passé d'agréables moments et avec qui cette expérience a été des plus formidables.*

*A tous mes amis de master promotion Automatique  
et Informatique Industriel.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

*Izza Abdelaziz*

# *Dédicaces*

*Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux*

*Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie :*

*A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection.*

*A mes chers frères et sœurs, source de joie et de bonheur.*

*A mon enseignant **Mr Bennila Nouredine.***

***A Izri Abdessalam, Saidani Younes, Hamitouche Hakim***

*Source d'espoir et de motivation.*

***A Izza Abdelaziz,** chère ami avant d'être binôme de ce projet.*

***A tous mes amis de master promotion Automatique et Informatique Industriel.***

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

*Hamdini Zneddine*

# *Remerciements*

*Toute notre profonde gratitude, grâce et remerciement au bon **D**ieu qui nous*

*A donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce modeste travail.*

*Nous tenons d'abord à remercier notre promoteur*

***Mr Bennila Nouredine** de nous avoir encadré, aidé*

*et encouragé pour munir à bien ce travail.*

*Nous remercions également nos **Co-promoteurs***

***Mr Izri Abdessalam El Bachir** et **Saidani Younes** de nous*

*avoir encadré, guidé et encouragé le long de la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions également les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font de  
juger notre travail.*

*Nous remercions l'ensemble des enseignants de l'université de **Blida**, nos amis pour  
toute leurs sincère amitié le long des cinq dernières années d'étude.*

*Enfin, Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à  
L'élaboration de ce travail.*

---

**ملخص:** رافعات تكديس الواح التحميل عبارة عن آلات تم انشاؤها للتخزين التلقائي للمواد، تتحرك بصفة آلية على طول ممرات المستودع و تؤدي وظائف حمل المواد و تخزينها او ازالتها قمنا بتطوير تخزين/استرجاع في برنامج محاكاة المصانع الافتراضية ثلاثية الأبعاد FACTORY IO ، و واجهة تحكم SCADA بواسطة PC-SYSTEM المدمج في برنامج TIA PORTAL ، و بالإضافة الى استعمال برنامج PLCSIM لمحاكاة عمل المتحكم المنطقي المبرمج . اعتمدنا على الاعدادات المتوفرة في برنامج TIA PORTAL من اجل انشاء شبكة اتصال بين البرامج الثلاثة . تمكنا من خلال ذلك في التحكم في آلات التكديس.

**كلمات المفاتيح:** الصناعة الحديثة، الخدمات اللوجستية، مشاكل التخزين، المستودع الي، رافعات التكديس

---

**Résumé :** Les transstockeurs pour palettes sont des machines créées pour le stockage automatique du matériel. Ils se déplacent le long des allées du magasin et remplissent les fonctions d'entrée, de mise en place et de sortie du matériel.

Dans notre projet nous avons développé un système de stockage/déstockage de palettes sous le logiciel Factory i/o de simulation 3D, et une interface SCADA basé sur le PC-system sous TIA Portal, et pour la simulation de l'automate programmable on a utilisé le PLC Sim. On s'est basé sur les équipements intégré dans le TIA Portal pour assurer la communication entre ces trois parties, et on a pu arriver à commander à travers le PC-system toute la structure mécanique de la partie opérative.

**Mots clés :** Transstockeur, entrepôt automatisé, stockage, logistique

---

**Abstract :** Stacker cranes for pallets are machines created for the automatic storage of material. They move along the aisles of the warehouse and perform the functions of entering, placing and removing material.

In our project we have developed a pallet storage / retrieval system under the Factory i / o 3D simulation software, and a SCADA interface based on the PC-system under TIA Portal, and for the simulation of the PLC we have used the PLC Sim. We relied on the equipment integrated into the TIA Portal to ensure communication between these three parts, and we were able to control through the PC-system all the mechanical structure of the operating part.

**Keywords:** Stacker crane, automated warehouse, storage, logistics

---

## Table des matières

Introduction générale .....	1
Chapitre 1 Présentation de l'unité détergent du groupe HAYAT.....	3
1.1 Introduction .....	3
1.2 Présentation du groupe HAYAT .....	3
1.2.1 Hayat Kimya.....	3
1.2.2 Sarl HAYAT DHC Algérie.....	3
1.3 Présentation de l'unité détergent .....	4
1.3.1 Les processus de production .....	4
1.4 L'intérêt du transstockeur pour l'entreprise.....	8
1.5 Conclusion .....	10
Chapitre 2 généralité sur les équipements et logiciels nécessaires pour la réalisation du projet11	
2.1 Introduction.....	11
2.2 Appareillage électrique .....	11
2.2.1 Le contacteur.....	11
2.2.2 Appareils de protection.....	12
2.2.3 Les capteurs.....	18
2.2.4 L'encodeur incrémental .....	20
2.2.5 Moteur asynchrone triphasé.....	22
2.2.6 Variateur de vitesse.....	24
2.2.7 Automate programmable industriel .....	25
2.3 Les logiciels de programmation utilisé.....	28
2.3.1 Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) .....	28
2.3.2 Les HMI.....	38
2.3.3 SCADA.....	42
2.3.4 Logiciel de la simulation 3D FACTORY IO .....	44
2.4 Conclusion .....	47

Chapitre 3 Simulation de la programmation et la supervision du transstockeur automatique.....	48
3.1 Introduction.....	48
3.2 Présentation de la partie opérative.....	48
3.3 Structure d'appels .....	49
3.4 SCADA WinCC vue principale .....	51
3.5 Transport.....	54
3.5.1 Convoyeurs d'alimentation .....	54
3.5.2 Table rotative .....	57
3.6 Le Stock.....	62
3.7 Transstockeurs .....	64
3.7.1 Transstockeur commande manuel.....	66
3.7.2 Transstockeur commande semi-automatique .....	67
3.7.3 Transstockeur mode stockage automatique.....	69
3.7.4 Transstockeur mode déstockage automatique.....	73
3.8 Alarmes et autorisations .....	77
3.9 Conclusion .....	81
Conclusion générale .....	82
Bibliographie .....	84

## Liste des figures

### Chapitre 1 Présentation de l'unité détergent du groupe HAYAT

<b>Figure 1.1</b> Marque de HAYAT DHC Algérie.....	4
<b>Figure 1.2</b> Les différents produits ménager de Test et Bingo .....	4
<b>Figure 1.3</b> Structure de base d'une chaine de remplissage du détergent liquide .....	5
<b>Figure 1.4</b> Détergent liquide conditionné .....	6
<b>Figure 1.5</b> Produits détergent en poudre prêt au stockage .....	7
<b>Figure 1.6</b> Etapes de production du savon.....	8
<b>Figure 1.7</b> Engin de manutention dans un entrepôt classique .....	8
<b>Figure 1.8</b> Espace nécessaire pour les manœuvres des engins de manutention dans un entrepôt classique.....	9
<b>Figure 1.9</b> Transstockeur automatique .....	9
<b>Figure 1.10</b> Entrepôt automatisé .....	10

### Chapitre 2 Equipements et logiciels nécessaires pour la réalisation du projet

<b>Figure 2.1</b> Contacteurs avec ces composant constituant .....	11
<b>Figure 2.2</b> Contacteur auxiliaires .....	12
<b>Figure 2.3</b> Blocs de contactes auxiliaires (additif).....	12
<b>Figure 2.4</b> types des sectionneurs.....	14
<b>Figure 2.5</b> Relais thermique .....	14
<b>Figure 2.6</b> Relais thermique schéma de puissance et commande.....	15
<b>Figure 2.7</b> Relais temporisé à contactes .....	15
<b>Figure 2.8</b> Principe de fonctionnement du relais auxiliaire temporisé.....	15
<b>Figure 2.9</b> représentation d'un fusible et son symbole .....	16
<b>Figure 2.10</b> Le principe de fonctionnement de la protection thermique .....	16
<b>Figure 2.11</b> Le principe de fonctionnement de la protection magnétique.....	17
<b>Figure 2.12</b> courbes de déclenchement d'un disjoncteur magnétothermique .....	17
<b>Figure 2.13</b> Capteur tout ou Rien .....	18
<b>Figure 2.14</b> principe de fonctionnement d'un capteur de proximité inductif .....	19
<b>Figure 2.15</b> les différents types de capteur de proximité photoélectrique .....	20
<b>Figure 2.16</b> Encodeur incrémental .....	20

<b>Figure 2.17</b>	codeur incrémentale le disque de comptage .....	21
<b>Figure 2.18</b>	Fonctionnement d'impulsions de l'encodeur incrémental.....	22
<b>Figure 2.19</b>	Rotor bobiné .....	22
<b>Figure 2.20</b>	Rotor à base des Barres conductrices.....	23
<b>Figure 2.21</b>	Couplage étoile .....	23
<b>Figure 2.22</b>	Couplage triangle .....	23
<b>Figure 2.23</b>	Plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé.....	24
<b>Figure 2.24</b>	Variateurs de vitesse.....	24
<b>Figure 2.25</b>	Principe de fonctionnement des variateurs de vitesse.....	25
<b>Figure 2.26</b>	CPU d'un automate S7-300 .....	27
<b>Figure 2.27</b>	châssis d'un automate S-7 300.....	27
<b>Figure 2.28</b>	TIA Portal vue de projet .....	29
<b>Figure 2.29</b>	TIA Portal vue PORTAL .....	29
<b>Figure 2.30</b>	Création d'un projet sur TIA PORTAL .....	30
<b>Figure 2.31</b>	La création d'un automate S7-300.....	31
<b>Figure 2.32</b>	La configuration matérielle .....	31
<b>Figure 2.33</b>	Les adressages d'entrées sorties.....	32
<b>Figure 2.34</b>	Utilisation du memento de cadence.....	33
<b>Figure 2.35</b>	L'adresse Ethernet de la CPU .....	33
<b>Figure 2.36</b>	Outils de compilation et de chargement .....	34
<b>Figure 2.37</b>	Fenêtre chargement.....	34
<b>Figure 2.38</b>	Les adresses absolue et les 'adresses symbolique.....	35
<b>Figure 2.39</b>	Table des variables.....	36
<b>Figure 2.40</b>	Différents types de blocs de programme .....	36
<b>Figure 2.41</b>	Structure d'appel de différents blocs de programme et donnés.....	38
<b>Figure 2.42</b>	IHM marque siemens .....	38
<b>Figure 2.43</b>	Différents fabricants de l'IHM.....	39
<b>Figure 2.44</b>	L'ajoute de l'IHM sur TIA PORTAL .....	39
<b>Figure 2.45</b>	Configuration d'une communication entre l'IHM et l'API via PROFINET.....	40
<b>Figure 2.46</b>	Confirmation des choix sur l'IHM.....	41
<b>Figure 2.47</b>	Vue racine de l'IHM sélectionné .....	41
<b>Figure 2.48</b>	L'ajoute d'une STATION PC sur TIA PORTAL .....	43

<b>Figure 2.49</b> La configuration de la station PC par l'utilisation de catalogue de matériel .....	43
<b>Figure 2.50</b> Fenêtre de travail sur les vues du SCADA .....	44
<b>Figure 2.51</b> Différentes zones de la vue principale du logiciel Factory i/o .....	45
<b>Figure 2.52</b> Scènes offert par le logiciel Factory i/o.....	45
<b>Figure 2.53</b> Options de contrôle offert par Factory i/o.....	46
<b>Figure 2.54</b> Différents objets offert par factory i/o.....	46
<b>Figure 2.55</b> Types de configuration des actionneurs offert par Factory i/o .....	47

### **Chapitre 3 Simulation de la programmation et la supervision du transstockeur automatique**

<b>Figure 3.1</b> Factory io, partie opérative (système globale) .....	48
<b>Figure 3.2</b> structure d'appels (partie1) .....	49
<b>Figure 3.3</b> structure d'appels (partie2) .....	50
<b>Figure 3.4</b> Fonctions FC, FB et bloc data DB utilisé en programmation.....	51
<b>Figure 3.5</b> SCADA vue de connexion .....	52
<b>Figure 3.6</b> SCADA vue principale de la supervision .....	52
<b>Figure 3.7</b> SCADA vue principale (Aide) .....	53
<b>Figure 3.8</b> SCADA Vue principale Transport.....	54
<b>Figure 3.9</b> SCADA vue de convoyeur d'alimentation 2 .....	54
<b>Figure 3.10</b> Factory io capteur photocellule, convoyeur d'alimentation 1.....	55
<b>Figure 3.11</b> Factory io, Pupitre de commande du convoyeur d'alimentation 1 .....	55
<b>Figure 3.12</b> Logigramme de commande des convoyeurs d'alimentation.....	56
<b>Figure 3.13</b> Main [OB1] block d'appel de la fonction qui commande le convoyeur d'alimentation 1 .....	57
<b>Figure 3.14</b> SCADA vue de commande de la table rotative, mode déstockage manuel.....	58
<b>Figure 3.15</b> Main [OB1] block d'appels de la fonction déstockage automatique table rotative .....	59
<b>Figure 3.16</b> Factory io différents capteurs installé au tour de la table rotative .....	59
<b>Figure 3.17</b> Main [OB1] boc d'appels de la fonction déstockage manuel table rotative.....	60
<b>Figure 3.18</b> SCADA Vue Table-rotative (mode Transfert du premier transstockeur au deuxième).....	61
<b>Figure 3.19</b> Main [OB1] bock d'appel de la fonction du transfert (Table-rotative) .....	62
<b>Figure 3.20</b> SCADA vue principale du stock.....	63

<b>Figure 3.21</b> SCADA vue Stock (B1, B2), transstockeur 2.....	63
<b>Figure 3.22</b> SCADA vue principale Transstockeurs.....	64
<b>Figure 3.23</b> SCADA vue transstockeur 1 (mode semi-automatique) .....	65
<b>Figure 3.24</b> SCADA vue transstockeur 2 (mode manuel) .....	65
<b>Figure 3.25</b> Factory io transstockeur 2 en mode manuel (transfert).....	66
<b>Figure 3.26</b> Main [OB1] fonction contrôle manuel transstockeur 2 .....	67
<b>Figure 3.27</b> Main [OB1] fonction contrôle globale Transstockeur 1.....	68
<b>Figure 3.28</b> SCADA vue Transstockeur 2 mode stockage automatique .....	69
<b>Figure 3.29</b> Factory io camera vision, convoyeur d'alimentation 2 .....	70
<b>Figure 3.30</b> [OB1] fonction de stockage automatique transstockeur 2 .....	72
<b>Figure 3.31</b> Main [OB1] fonction de stockage automatique transstockeur 2 (écriture des valeurs).....	72
<b>Figure 3.32</b> SCADA vue du Transstockeur 1 en mode déstockage.....	73
<b>Figure 3.33</b> SCADA transstockeur 1 mode déstockage vérification (nombre demandé non disponible).....	74
<b>Figure 3.34</b> SCADA transstockeur 1 mode déstockage (lancement de l'opération).....	74
<b>Figure 3.35</b> SCADA transstockeur 1 mode déstockage (fin de l'opération).....	75
<b>Figure 3.36</b> Main [OB1] fonction control déstockage Transstockeur 1 .....	75
<b>Figure 3.37</b> Main [OB1] la fonction qui remet à zéro les emplacements vidés par le déstockage automatique.....	76
<b>Figure 3.38</b> SCADA utilisateurs et droits d'accès.....	78
<b>Figure 3.39</b> SCADA table des alarmes .....	78
<b>Figure 3.40</b> SCADA table des alarmes (configuration des alarmes).....	79
<b>Figure 3.41</b> SCADA vue des alarmes (historique).....	80
<b>Figure 3.42</b> SCADA table -rotative à l'arrêt causé par un arrêt d'urgence.....	80

## Liste des abréviations

**API** Automate programmable industriel

**IBC** Un sigle anglais signifiant Intermediate Bulk Container, qui se traduit en français par GRV (Grand Récipient pour Vrac)

**IHM** Interface homme machine

**PEHD** Polyéthylène haute densité (un des types de plastique)

**PP** Polypropylène (un des types de plastique)

**PET** Polyéthylène-téréphtalate (un des types de plastique)

**PH** Potentiel hydrogène, c'est une mesure de l'activité chimique des hydrons en solution

# Introduction générale

---

Les entrepôts automatisés sont des installations logistiques où la majorité des mouvements et des opérations sont effectués automatiquement, à l'aide d'engins de manutention tels que des Transstockeurs, des convoyeurs ou des balancelles automotrices, ces solutions permettent de gérer, d'optimiser et d'accélérer les processus de stockage, de préparation et d'expédition de tous types de produits.

Les transstockeurs pour palettes sont des machines créées pour le stockage automatique de matériel. Ils se déplacent le long des allées du magasin et remplissent les fonctions d'entrée, de mise en place et de sortie du matériel.

Dans la SARL HAYAT DHC Algérie presque toutes les tâches sont automatisées, les seuls processus où toutes les tâches sont faites manuellement est au niveau de palettage, stockage et déstockage, pour cela nous avons proposé d'intégrer des transstockeurs au niveau des entrepôts, pour les avantages qu'ils apportent à l'entreprise.

Nous avons utilisé le logiciel Factory\_i/o (un logiciel de simulation 3D des usines virtuels), pour simuler le fonctionnement des transstockeurs et convoyeurs de transferts, formant une combinaison idéale entre l'efficacité des transstockeurs et les processus d'entrée, d'expédition et de manipulations des unités de charge.

La programmation de l'ensemble des équipements de la partie opérative a été faite sous le logiciel TIA Portal (un pack de logiciels de SIEMENS), qui permet de simuler le fonctionnement des automates programmables sous PLC Sim. En plus de ça un système de supervision SCADA basé sur PC-système a été conçu sous le logiciel WinCC Professionnel pour visualiser et commander la partie opérative.

Une ligne de communication entre les deux logiciels a été créé via un réseau Ethernet assurant une communication entre Factory i/o, PLC Sim et WinCC Professionnel, permettant de voir l'évolution de la situation de la partie opérative au niveau du SCADA en temps réel. Pour ce faire on a organisé notre travail en trois chapitres :

Le chapitre 1 traite d'une manière générale l'entreprise et on s'est axé un peu plus sur l'unité où on a développé notre travail.

Dans le chapitre 2 nous avons énuméré tous ce qui est nécessaire, sur le plan matériel, au bon développement de notre projet. Chaque élément (capteur, pré actionneur et actionneur) est décrit selon sa position et son fonctionnement dans le transstockeur.

Dans le chapitre 3 nous avons développé le programme et sa simulation, en utilisant comme interface de supervision SCADA le PC-system de siemens sous le WinCC Professionnel. La partie opérative a été simulé en 3D par Factory i/o. Et enfin nous avons clôturé ce chapitre par les résultats obtenus lors de la simulation et qui reflète avec exactitude le cas réel.

---

# **Chapitre 1**

## **Présentation de l'unité détergent du groupe HAYAT**

---

## 1.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter la **Sarl HAYAT DHC Algérie** et ces différentes unités de production, en particulier l'unité **Bingo** et **Test** Spécialisé dans la production des produits d'entretien ménager, afin de donner une idée générale sur l'installation avec ces différents processus de production.

## 1.2 Présentation du groupe HAYAT

Fondée en 1937, Hayat Holding est composée de 41 entreprises opérant dans divers secteurs, notamment les produits de grande consommation, les activités portuaires, la construction, le bois et l'énergie. Avec près de 17 000 employés dans le monde entier, Hayat Holding propose 46 marques réparties dans 36 usines et distribuées dans plus de 100 pays sur 5 continents.

### 1.2.1 Hayat Kimya

Les marques de Hayat d'entretien ménagers, d'hygiène et de tissus comprennent les marques Bingo, Test, Has, Molfix, Bebem, Molped, Joly, Evony, Papia, Familia, Teno et Focus.

Le siège de Hayat Kimya est situé en Turquie et compte des filiales en Iran, en Égypte, en Bulgarie, en Algérie, au Maroc, en Russie, au Nigéria et au Pakistan et emploie près de 8000 personnes dans le monde. Hayat Kimya fabrique des produits en papier absorbant, des produits d'hygiène ménagère et corporelle.

### 1.2.2 Sarl HAYAT DHC Algérie

SARL HAYAT DHC Algérie filiale de Hayat Kimya, est présente sur le marché algérien depuis 2005 dans le secteur des produits d'entretien ménager avec ses marques BINGO et TEST ; les couches bébé et lingettes avec MOLFIX et BEBEM, les serviettes hygiéniques avec MOLPED et les mouchoirs humides PAPIA. Papier hygiénique PAPIA et FAMILIA (**figure 1.1**).

La Sarl Hayat DHC Algérie possède :

- Deux unités de production situées à la zone d'activité de Bouinan Blida RN 29.
- Une Direction générale au niveau du Lot soumam N°05 Birkhadem- Alger.
- Un dépôt de stockage au niveau de Khemis Khechna

L'activité de la Sarl HAYAT DHC Algérie, se résume en deux domaines d'activité stratégiques :

- 1- La production de deux marques importantes dans le secteur de l'entretien ménager : **Bingo & Test** avec une large gamme de produits.
- 2- La production de couches bébé et lingettes sous la marque MOLFEX et BEBEM ainsi que les serviettes hygiéniques MOLPED dans le secteur d'hygiène corporelle.



*Figure 1.1* Marque de HAYAT DHC Algérie

### 1.3 Présentation de l'unité détergent

L'unité détergent de HAYAT assure la production de deux marques importantes dans le secteur de l'entretien ménager : BINGO & TEST avec une large gamme de produits

- **BINGO** : poudre à lessive pour lavage à main et machine & l'adoucissant Bingo Soft, liquide vaisselle.
- **TEST** : poudre à lessive pour lavage à main et machine, liquide vaisselle, savon de beauté et de Marseille, lave surfaces, eau de javel, lave vitre et poudre à récurer.

Ces produits sont le résultat de plusieurs chaînes de productions, les processus utilisés sont de complexité variée, en ce qui suit nous allons décrire quelques-uns.

#### 1.3.1 Les processus de production

Bingo et Test sont deux marques de produits détergent de même nature (liquide, poudre) de différentes gammes (**figure 1.2**), les processus de production des deux marques sont similaires, la différence entre les deux, se situe généralement au niveau de la préparation.



*Figure 1.2* Les différents produits ménager de Test et Bingo

On peut diviser ces produits détergent en trois catégories selon les ateliers de production : détergent liquide, détergent en poudre et savon.

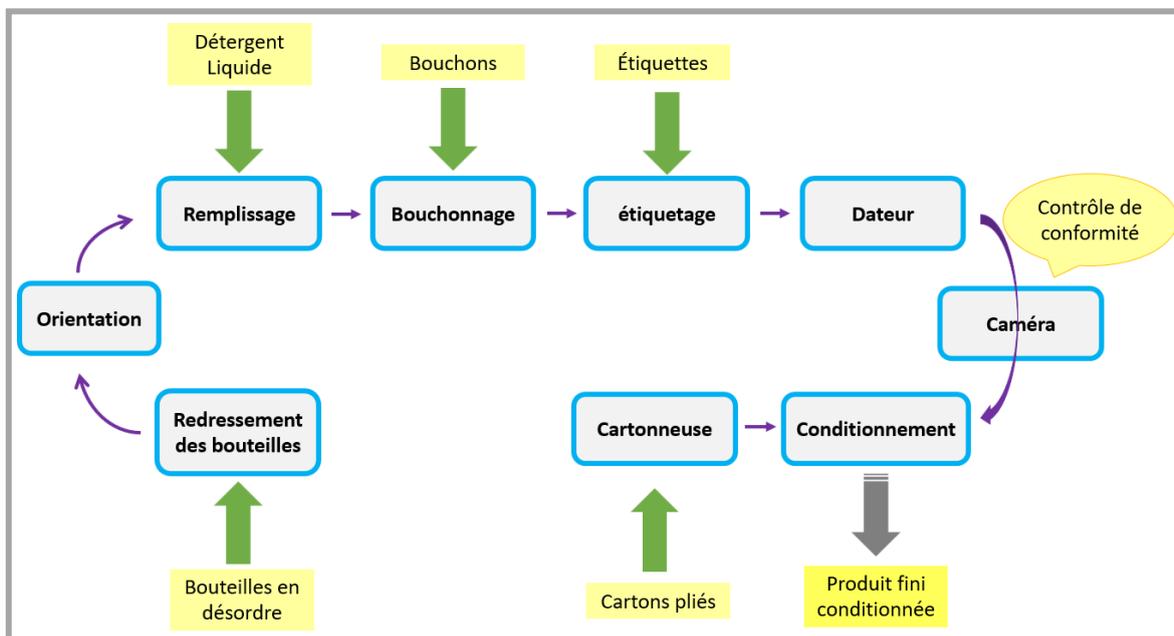
### 1.3.1.1 Détergents liquide

Dans l'unité détergent coté liquide on trouve plusieurs lignes de remplissage de bouteilles : pour l'eau de javel, liquides vaisselle et liquides lessive, ces détergents liquide sont préparés au sein de l'entreprise ainsi que l'emballage utilisé (bouteilles, bouchons et étiquettes).

#### a. Chaines de remplissage détergent liquide

Pour les deux marques Test et Bingo les mêmes chaînes de remplissage sont utilisé alternativement selon le détergent à remplir, la même structure de base (**figure 1.3**) est abordée pour chaque chaine de remplissage.

Dans cette partie nous allons décrire celle du liquide lessive avec ces différentes machines.



**Figure 1.3** Structure de base d'une chaine de remplissage du détergent liquide

Dans chaque chaine de remplissage on trouve un redresseur de bouteilles, le chargement de bouteilles dans le redresseur se fait via un élévateur en vrac.

Le redresseur de bouteilles corrige la position de la bouteille à la verticale avec des orientations aléatoires, c'est la raison pour laquelle on utilise un orienteur de bouteilles qui peut détecter l'orientation de chaque bouteille et la corriger pour avoir la même orientation de bouteilles en sortie.

L'opération du bouchonnage est enchaînée juste après le remplissage par une boucheuse, une fois les bouteilles sont étiquetées, une imprimante jet d'encre marque la date de fabrication et d'expiration ainsi que le Lot sur ces bouteilles.

Une caméra est utilisée pour détecter toute bouteille non conforme à l'image de référence : un bouchon mal serré, une date illisible ou une étiquette mal orientée est une bonne raison pour rejeter une bouteille.

Un robot manipulateur reçoit les cartons d'une part et les bouteilles d'une autre part, soulève les bouteilles et les met dans les cartons, ces cartons sont scotchés et pesés (un système de rejet est placé pour rejeter les cartons non conformes au poids requis) avant de les conditionner sur des palettes (**figure 1.4**).



**Figure 1.4** Détergent liquide conditionné

### 1.3.1.2 Détergents en poudre

La production des détergents en poudre se fait au sein de l'unité Préparation Poudre, une fois le détergent prêt à être conditionner il sera transmis aux machines de conditionnement, l'emballage utilisé est déterminé selon le type de détergent (lessive machine, produit multiusage) : cartons, bidons ou sacs en plastique (**figure 1.5**).

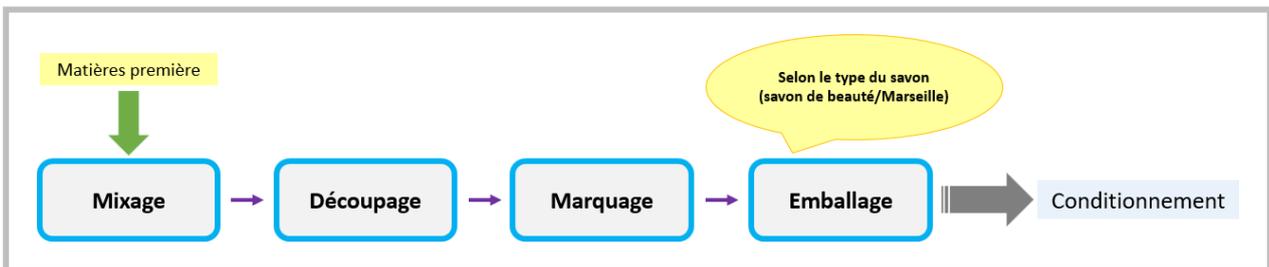


*Figure 1.5 Produits détergent en poudre prêt au stockage*

### 1.3.1.3 Production Savon

La production du savon Marcelle et des savonnettes se fait selon les opérations : mixage, découpage, marquage, emballage (**figure 1.6**).

Un mixeur se charge de la préparation du savon doté d'une presse en sortie ; il transforme cette mixture à une longue barre acheminé vers la partie de découpage, les savonnettes résultantes passe au marquage par pressage du logo, une fois les savonnettes sont de bonne forme elles seront emballées et prêtes au conditionnement.



*Figure 1.6 Etapes de production du savon*

## 1.4 L'intérêt du transstockeur pour l'entreprise

Dans l'unité Bingo et Test la production des différents produits ménager ainsi que l'emballage utilisé est assuré par plusieurs processus automatisé, rendant la production performante et plus rapide, le nombre de palettes prêtes au stockage fourni par les chaines de production ne cesse d'augmenter alors que l'entrepôt et le système de stockage utilisé est basé sur les engins de manutention qui sont limité en termes de hauteur (**figure 1.7**) et nécessite beaucoup d'espace (**figure 1.8**).

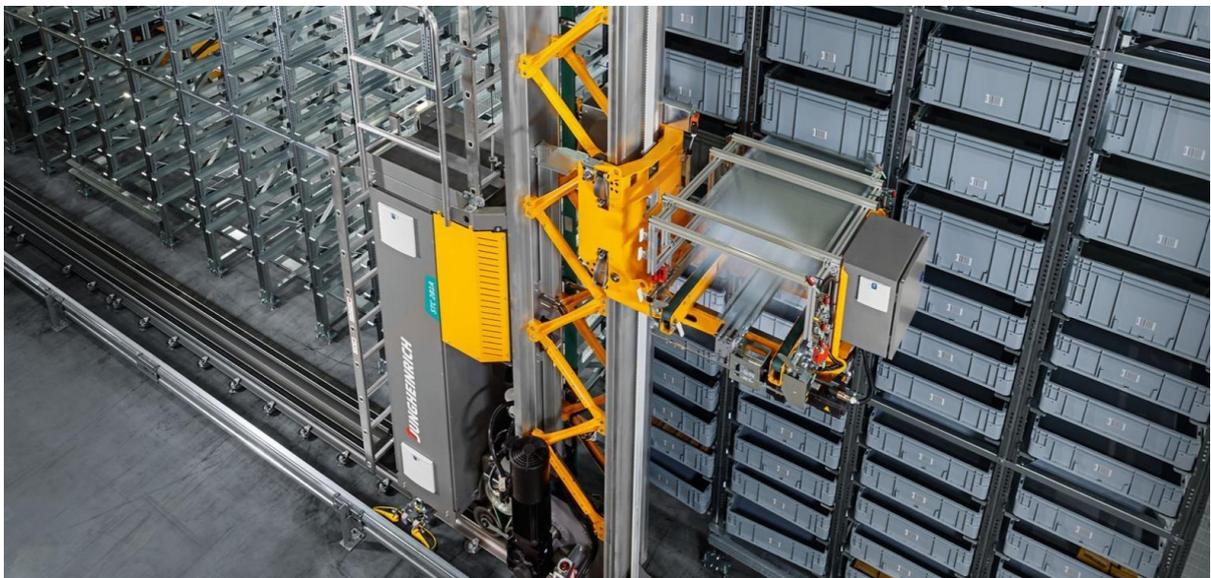


*Figure 1.7 Engin de manutention dans un entrepôt classique [1]*



**Figure 1.8** Espace nécessaire pour les manœuvres des engins de manutention dans un entrepôt classique [1]

Le transstockeur automatique pour palettes (**figure 1.9**) est la solution idéale pour bien organiser ses produits, il permet de stocker/déstocker les palettes à des hauteurs très importantes avec une réduction d'espaces requis entre les rayonnages de l'entrepôts (**figure 1.10**), et par l'interface de contrôle il nous permet la poursuite des marchandises en temps réel offrant une logistique de stockage optimale, une option qu'un système de stockage classique ne pourra jamais fournir.



**Figure 1.9** Transstockeur automatique [2]



*Figure 1.10* Entrepôt automatisé [3]

## 1.5 Conclusion

Ce chapitre permis d'avoir une idée générale sur la SARL HAYAT DHC Algérie, en particulier l'unité Bingo et Test, et les différents processus et machines utilisés, ainsi que l'intérêt de notre projet pour le développement de l'entreprise.

Dans le prochain chapitre nous allons développer tous ce qui est nécessaire point de vue équipements pour le développement du travail qui nous a été demandé.

---

## **Chapitre 2**

# **Equipements et logiciels nécessaires pour la réalisation du projet**

---

## 2.1 Introduction

Afin de développer un système de stockage automatisé pour l'entreprise nous avons besoin de plusieurs équipements et logiciel de programmation.

Dans ce chapitre nous allons identifier les équipements et logiciel nécessaire pour la réalisation d'un transstockeur automatique, sur deux parties :

La première partie sera consacré aux équipements électriques.

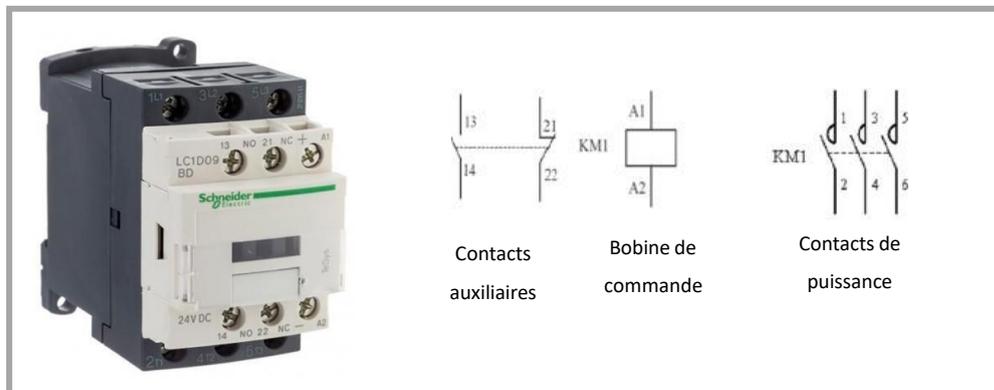
La deuxième partie sera consacré aux logiciels utilisé dans la réalisation de notre projet.

## 2.2 Appareillage électrique

Dans cette section nous allons identifier l'ensemble des capteurs, pré actionneurs et actionneurs en plus des appareils de protection nécessaire dans un transstockeur automatique.

### 2.2.1 Le contacteur

Le contacteur standard possède trois contacts de puissance (il est prévu pour alimenter des moteurs triphasés) commandé par une bobine. On peut trouver d'autres contacteurs équipés de contacts auxiliaires, ces contacts sont impliqués dans le circuit de commande, la **figure 2.1** présente un contacteur équipé de contacts auxiliaires avec la représentation des composant constituant.



**Figure 2.1** Contacteurs avec ces composant constituant [4]

### 2.2.1.1 Bloc de contacts auxiliaires

Selon les besoins de circuits de commande, le nombre de contacts auxiliaire nécessaire par contacteur peut varier.

On dispose pour cela de contacteurs auxiliaires (**figure2.2**), comparables aux contacteur moteur mais ne peuvent pas être utilisé dans un circuit de puissance.



**Figure 2.2** Contacteur auxiliaires [5]

On dispose également de blocs de contacts auxiliaires (instantanés ou temporisés) que l'on fixe sur le contacteur afin d'augmenter le nombre de sec contacts (**figure2.3**).



**Figure 2.3** Blocs de contacts auxiliaires (additif) [6]

## 2.2.2 Appareils de protection

En industrie plusieurs équipements de protection sont installés selon l'application utilisé pour protéger les personnes et/ou les machines.

### 2.2.2.1 Appareils de sectionnement

Toute intervention sur un équipement électrique doit se faire hors tension en l'isolant totalement de son réseau d'alimentation. Le sectionneur permet de réaliser cette fonction.

Il est constitué :

- D'un block 3 ou 4 pôles (contacts de puissance) permettant la coupure de chaque phase et éventuellement du neutre.
- D'un ou deux contacts auxiliaires de précoupure. Ce sont des dispositifs ajoutés.
- D'un dispositif de commande manuelle.

Rôle du contact auxiliaire de précoupure :

Le sectionneur étant actionné manuellement c'est un appareil "lent" qui ne doit jamais être manœuvré alors que le circuit est en charge. Le courant doit d'abord être interrompu par le contacteur de l'actionneur (moteur par exemple).

Le contact auxiliaire de précoupure s'ouvre un court instant avant les contacts de puissance. On le place dans le circuit de commande en série avec la bobine du contacteur.

Ainsi, si le sectionneur est manœuvré accidentellement, l'alimentation de la bobine du contacteur sera interrompue avant l'ouverture des pôles de puissance du sectionneur.

### a. Le sectionneur port fusibles

Ce type a comme option de sécurité des fusibles qui assurent la protection contre les courts-circuits et les sur intensité.

### b. L'interrupteur-sectionneur

Le mécanisme lié au dispositif de commande manuelle assure la fermeture et l'ouverture brusque des contacts indépendamment de la rapidité de manœuvre de l'utilisateur.

Il peut donc être utilisé en charge pour une puissance inférieure à 10kW, ces interrupteurs sectionneurs n'ont pas besoin de contacts auxiliaires de précoupure.

Pour une puissance supérieure à 10kW, ces interrupteurs sectionneurs peuvent disposer de contacts auxiliaires de précoupure.

La **figure 2.4** présente les trois types de sectionneurs.

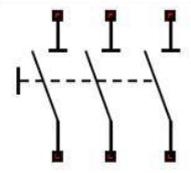
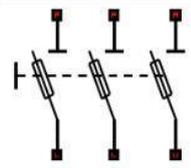
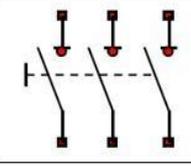
Nom	Symbole	Image
Sectionneur		
Sectionneur porte fusible		
Interrupteur Sectionneur		

Figure 2.4 types des sectionneurs

### 2.2.2.2 Les relais thermiques

Le relais thermique (**figure 2.5**) assure la protection contre les surcharges et les coupures de phase. Pour cela, il surveille le courant consommé par l'actionneur.

Le relais thermique n'a pas de pouvoir de coupure, il est doté de deux contacts auxiliaire (NO, NF) que changent d'état une fois le courant détecté est supérieur au courant maximale toléré.



Figure 2.5 Relais thermique [7]

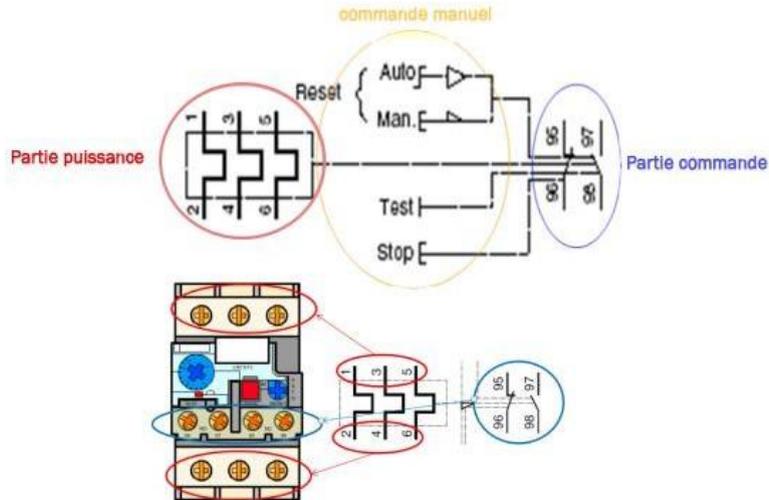


Figure 2.6 Relais thermique schéma de puissance et commande [7]

### 2.2.2.3 Le relais auxiliaire à contacts

C'est un appareil équipé d'un ou plusieurs contacts qui changent d'état lorsque la bobine du relais est excitée, il existe deux types de relais de ce genre instantané et temporisé la figure 2.7 présente les deux types.

La figure 2.8 présente le principe de fonctionnement du relais temporisé.



Figure 2.7 Relais temporisé à contacts [8]

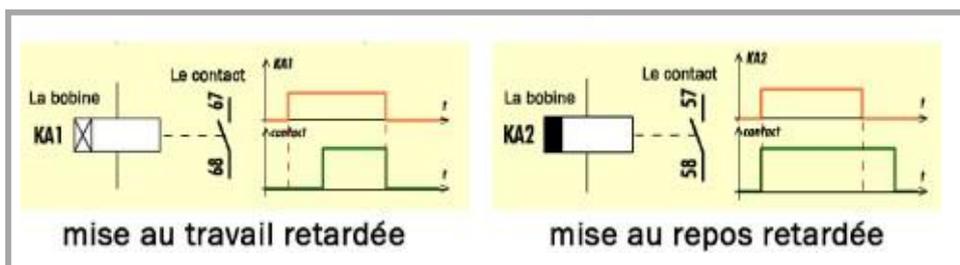


Figure 2.8 Principe de fonctionnement du relais auxiliaire temporisé [8]

### 2.2.2.4 Le fusible

Il protège les circuits électriques contre les courts-circuits par fusion de la partie active. Cette partie comporte un fil conducteur pour couper rapidement l'arc électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil et assurer l'isolement après la coupure. La **figure 2.9** représente un fusible et son symbole.



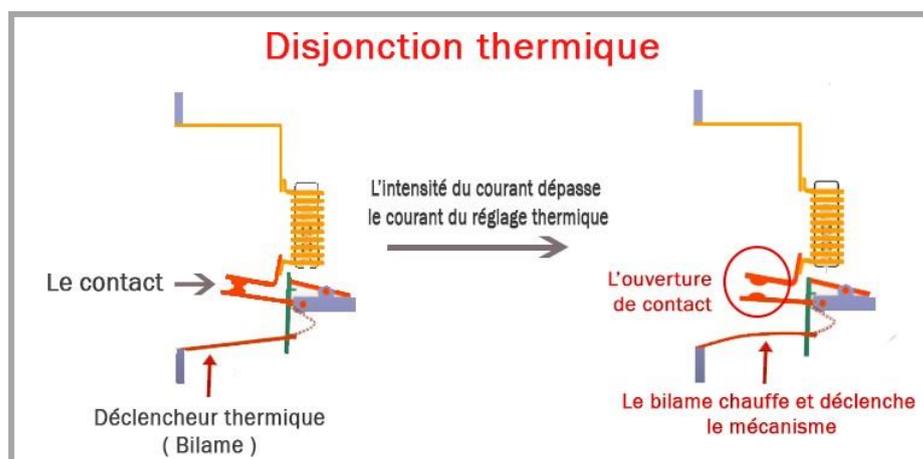
*Figure 2.9* représentation d'un fusible et son symbole

### 2.2.2.5 Disjoncteur magnétothermique

Le disjoncteur magnétothermique a comme fonction d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit.

#### c. Protection thermique

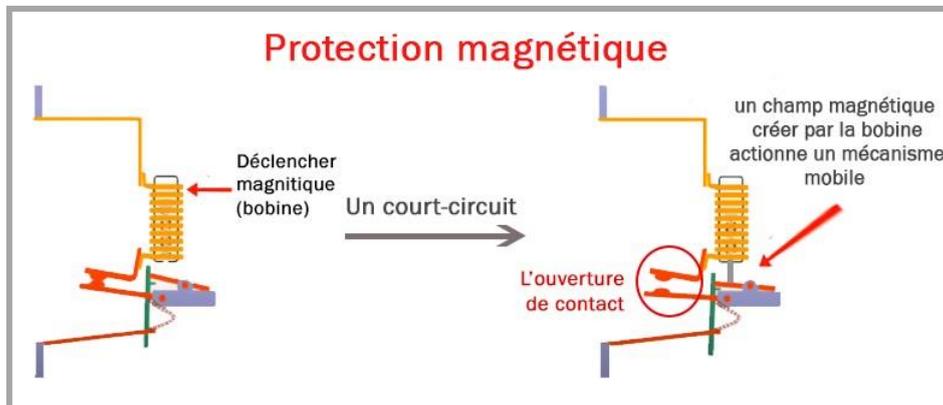
Chaque phase du récepteur est protégée par un bilame (**figure 2.10**) qui s'écartent lorsqu'elles chauffent en cas de surintensité et causant l'ouvre des contacts (disjonction thermique). Le seuil de déclenchement est réglable.



*Figure 2.10* Le principe de fonctionnement de la protection thermique

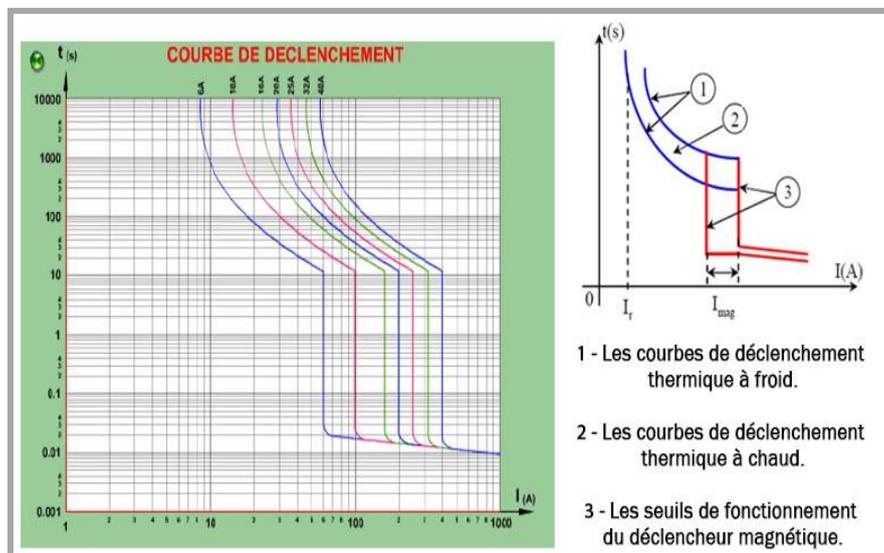
**d. Protection magnétique**

Un déclencheur équipé d'un électroaimant (**figure 2.11**) protège chaque phase qui en cas de court-circuit coupe le courant électrique, ce déclencheur crée un champ magnétique instantané (0,1sec). Ce dernier actionne un mécanisme mobile et commande l'ouverture des contacts.



**Figure 2.11** Le principe de fonctionnement de la protection magnétique

Dans un disjoncteur moteur, les courbes de déclenchement (**figure 2.12**) définissent le seuil de déclenchement qui s'exprime en nombre de fois de l'intensité nominale (3 à 15  $I_n$ ).



**Figure 2.12** courbes de déclenchement d'un disjoncteur magnétothermique [9]

Explication des courbes de la **figure 2.12** :

- Tant que  $I < I_r$  pas de déclenchement.
- Si  $I_r < I < I_{mag}$  zone de fonctionnement des thermiques.
- Si  $I_{mag} > I_r$  zone de fonctionnement du déclencheur magnétique.
- Si  $I$  est dans la plage  $I_{mag}$ , le déclenchement peut être thermique ou magnétique.

### 2.2.3 Les capteurs

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. En d'autres termes, les capteurs délivrent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande, sous une forme d'un signal électrique.

Ce signal peut être délivré par un capteur logique (TOR) ou numériques (valeur discrète) ou analogique.

#### 2.2.3.1 Capteurs fin de course

Appelés aussi interrupteurs de position (**figure 2.13**), ils sont beaucoup utilisés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. C'est un capteur qui possède un dispositif mécanique et deux contacts NO et NC. Il permet de couper ou fermer un circuit lorsque sa partie mécanique est actionnée.



**Figure 2.13** Capteur tout ou Rien [11]

#### 2.2.3.2 Capteurs de proximité inductif et capacitif

Le capteur inductif détecte purement les objets métalliques, qui se trouvent à proximité de la tête de détection (**figure 2.14**), il est composé d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible (face de la détection).

A la tête de détection, l'oscillateur produit un champ électromagnétique alternatif, ce champ est généré par une inductance et un condensateur monté en parallèle.

Lorsqu'un objet métallique passe dans ce champ, le champ électromagnétique subit une réduction de l'amplitude des oscillations au fur et à mesure de l'approche de l'objet métallique, cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie.

Le même principe est adapté par les capteurs capacitif sauf qu'ils peuvent détecter les objet inductif et isolant contrairement aux capteurs inductifs.

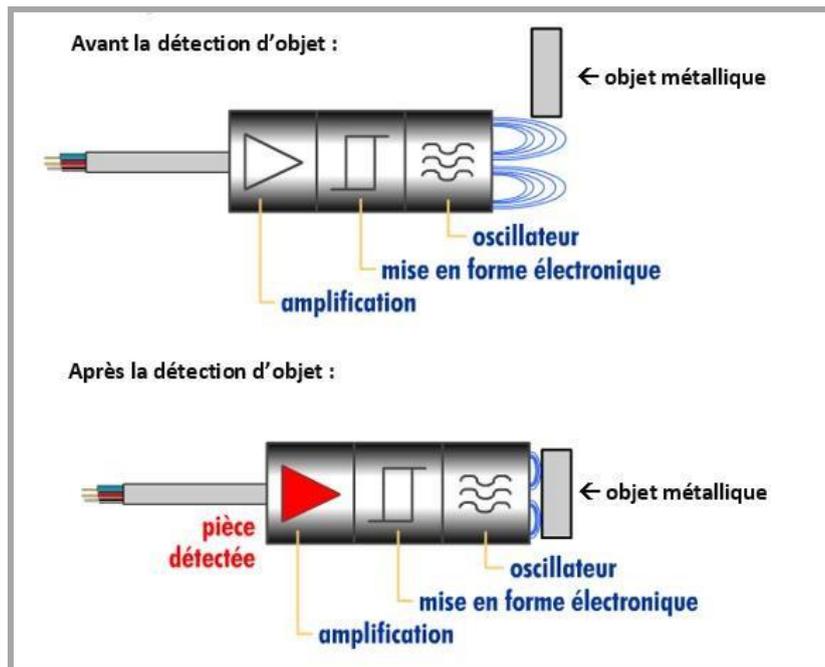


Figure 2.14 principe de fonctionnement d'un capteur de proximité inductif [8]

### 2.2.3.3 Capteur de proximité photoélectrique

Un détecteur photoélectrique est constitué d'un émetteur (qui est généralement une diode électroluminescente) associé à un récepteur de lumière (généralement un phototransistor). Il délivre une information à chaque fois que le faisceau lumineux issu de l'émetteur est interrompu par un obstacle (objet). Le récepteur détecte la coupure de ce faisceau. Si l'émetteur et le récepteur sont dans le même boîtier, le faisceau lumineux doit être renvoyé par un réflecteur ou par l'objet à détecter (objet réfléchissant). La figure\_2.15 présente les types des capteurs photoélectriques

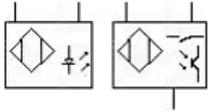
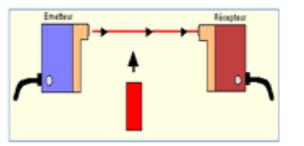
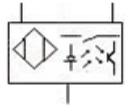
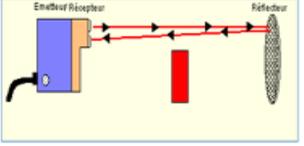
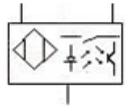
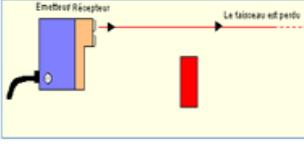
<p><b>Système barrage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 boîtiers</li> <li>• portée : 30m</li> <li>• pas les objets transparents</li> </ul>	<p>Symbole :</p> 	
<p><b>Système réflex</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 boîtier</li> <li>• portée : 15m</li> <li>• pas les objets transparents et réfléchissants</li> </ul>	<p>Symbole :</p> 	
<p><b>Système proximité</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 boîtier</li> <li>• portée : dépend de la couleur de l'objet (clair mieux détecté)</li> <li>• pas les objets transparents</li> </ul>	<p>Symbole :</p> 	

Figure 2.15 les différents types de capteur de proximité photoélectrique

### 2.2.4 L'encodeur incrémental

Le codeur (encodeur) incrémental (**figure 2.16**) est destiné à des applications où l'information de position est obtenue par mesure du déplacement de l'objet. Le codeur délivre un train d'impulsions dont le nombre permet de déduire le déplacement et dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de déplacement.



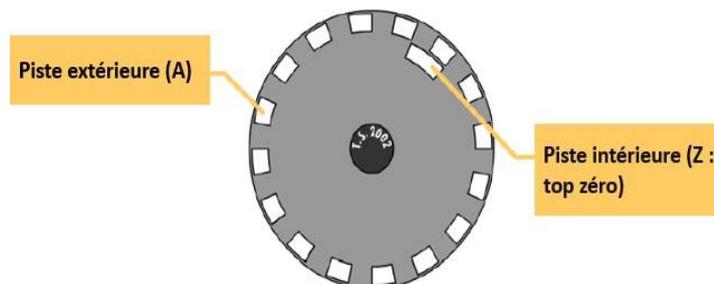
Figure 2.16 Encodeur incrémental [12]

Il est constitué d'un disque comportant deux pistes : A et Z (**figure 2.17**).

Piste extérieur (A), divisé en intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents. C'est le nombre de fenêtres ainsi créés qui déterminent la résolution du capteur.

Piste intérieur (Z : top zéro), qui ne compte qu'une seule fenêtre et qui ne délivre qu'un signal par tour du disque. Ce "top zéro" permet de réinitialiser la partie commande et la connaître une position d'origine.

Pour un tour complet de l'axe du codeur, la partie commande reçoit autant d'impulsions électrique qu'il y a de fenêtres, dont la durée dépend de la vitesse de rotation du disque.



**Figure 2.17** codeur incrémentale le disque de comptage [8]

Un codeur incrémental possède trois têtes de lecture :

Une tête de lecture est affectée à la piste intérieure et délivre une impulsion par tour, permettant à la commande de compter le nombre d'impulsions reçues et donc le nombre des tours effectués par le disque.

Deux têtes de lecture sont placées sur la piste extérieure. Chaque tête, prise isolément, permet à la partie commande de déterminer l'angle de rotation du disque en comptant le nombre d'impulsions reçues.

Les deux têtes sont décalées l'une par rapport à l'autre d'un quart de largeur de fente. Ainsi, les signaux émis sont décalés dans le temps.

La partie commande, en détectant quelle voie change d'état en premier peut déterminer le sens de rotation du disque (**figure 2.18**).

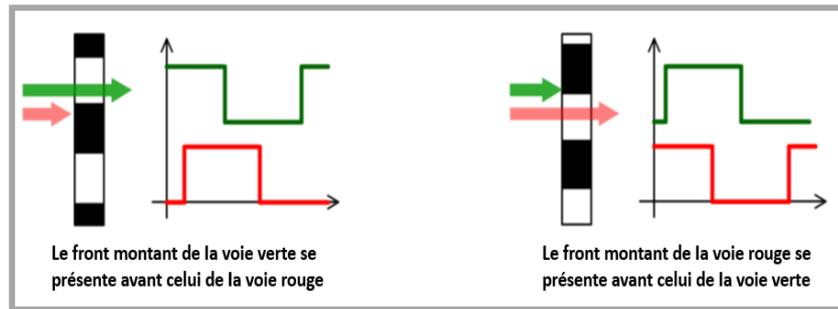


Figure 2.18 Fonctionnement d'impulsions de l'encodeur incrémental [8]

## 2.2.5 Moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone triphasé est constitué d'une partie fixe : le stator, et d'une partie tournante : le rotor.

Le fonctionnement du moteur asynchrone est basé sur le phénomène d'attraction / répulsion qu'opèrent entre eux deux aimants. Une bobine est alimentée par une tension alternative crée un champ magnétique dont le sens et l'intensité dépendent du sens du courant et de son intensité. La présence de la bobine provoque un déphasage d'un quart de période entre le courant et la tension (le courant est en retard par rapport d la tension) : le champ est maximal quand l'intensité du courant est maximale (ce qui correspond à une tension nulle).

La partie tournante du moteur, porte soit un bobinage (triphase comme le stator) accessible par les bagues et les balais (**figure 2.19**), soit une cage d'écuréuil non accessible, à base de barres conductrices en aluminium (**figure 2.20**). Dans les deux cas, le rotor est mis en court-circuit (par des anneaux ou un rhéostat).

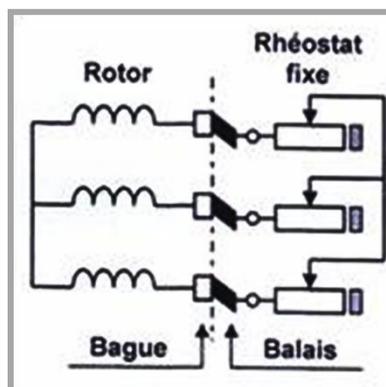


Figure 2.19 Rotor bobiné [13]

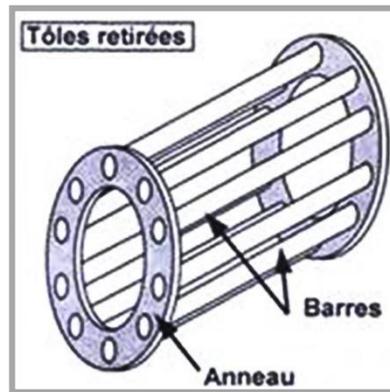


Figure 2.20 Rotor à base des Barres conductrices [13]

Le moteur asynchrone à cage est très répandu dans le domaine industriel, à cause de sa grande robustesse mécanique, il a un faible coût et une très bonne standardisation.

Le stator d'un moteur asynchrone triphasé comporte trois enroulements (bobine) identiques qui sont couplés soit en étoile (**figure 2.21**), soit en triangle (**figure 2.22**).

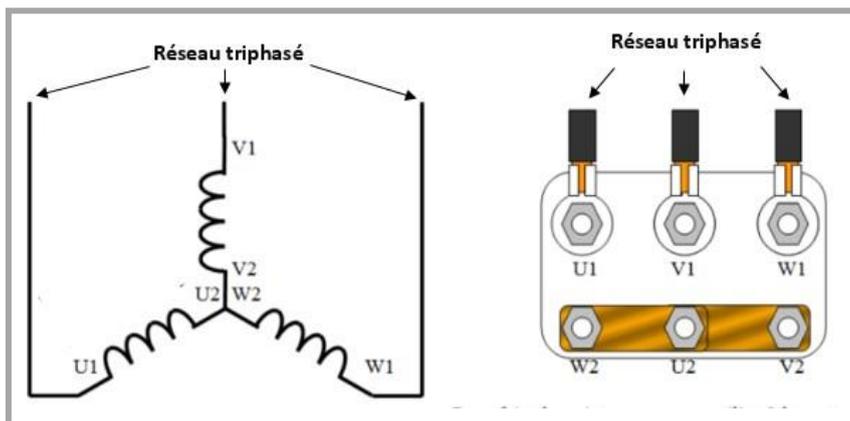


Figure 2.21 Couplage étoile

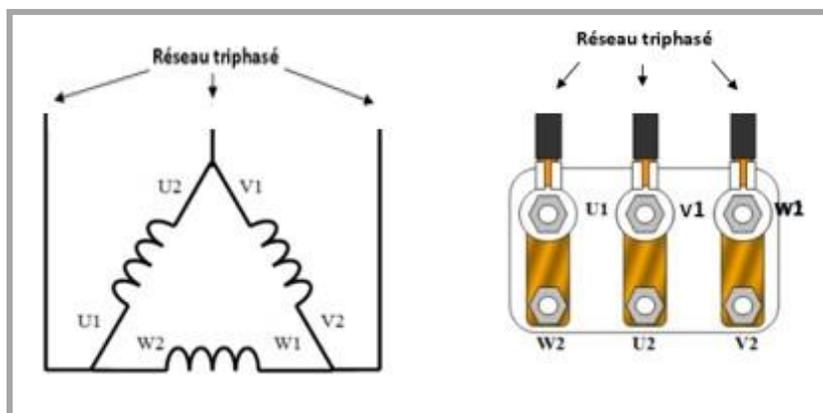


Figure 2.22 Couplage triangle

Le choix du couplage dépend des tensions du réseau ainsi qu'aux indications portées sur la plaque signalétique (**figure 2.23**) du moteur.

V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	cos φ	A
Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé

Le courant nominal de moteur dépend de type de couplage

Tension de la plaque signalétique :  
230V tension simple  
400V tension composée

**Figure 2.23** Plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé

### 2.2.6 Variateur de vitesse

Comme son nom l'indique, il est utilisé pour varier la vitesse des moteurs asynchrone et pour changer leur sens de rotation (**figure 2.24**).



**Figure 2.24** Variateurs de vitesse [15]

Un variateur de vitesse est constitué de deux parties : partie commande et partie puissance.

La partie commande est dotée d'un microcontrôleur pour commander et contrôler la partie puissance.

La partie puissance est composée d'un redresseur, d'une partie filtrage et d'un onduleur :

- Le redresseur transforme la tension alternative sinusoïdale en entrée en une tension continue.
- Le filtre contient un condensateur pour éliminer les phénomènes d'ondulation pour stabiliser la tension continue qui sort du redresseur.

- L'onduleur est composé des transistors permet de convertir la tension continue en une tension alternative de fréquence variable (MLI : Modulation à Largeur d'Impulsion).

La figure 2.25 présente le principe de fonctionnement des variateurs de vitesse.

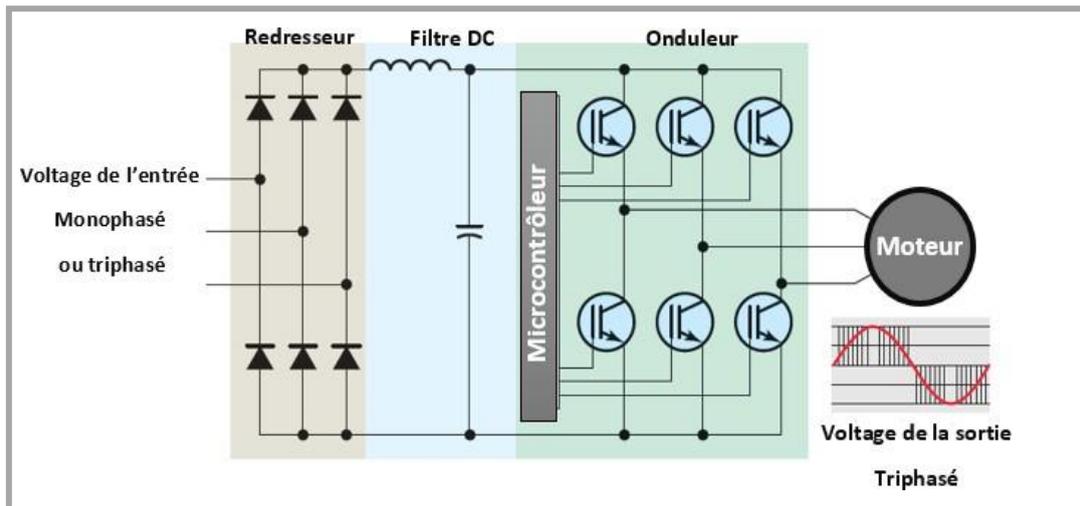


Figure 2.25 Principe de fonctionnement des variateurs de vitesse

## 2.2.7 Automate programmable industriel

Un Automate Programmable Industriel (API) est appareil électronique destiné pour automatiser différents systèmes industriels et non industriels, collectant des informations délivrées par ses entrées, et commandant des pré-actionneurs et des actionneurs à travers ses sorties en réagissant à une logique programmée.

### 2.2.7.1 Automate SIMATIC S7-300

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS, c'est un Mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu gamme, avec la possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et la possibilité de mettre en réseau avec l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.

L'automate S7 se compose d'une alimentation, d'une CPU et de modules d'entrée/sortie pour les signaux numériques et analogiques, des processeurs de communication et des modules fonctionnels sont également utilisés pour les tâches

spécifiques. L'automate S7-300 à un raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.

### 2.2.7.2 Module d'alimentation

Le module d'alimentation converti la tension alternative monophasé du réseau en 24V continue pour alimenter l'automate S7-300, les modules ajoutés et les capteurs/actionneurs, ce module est choisi selon un bilan de consommation d'énergie.

### 2.2.7.3 La CPU S7-300

Elle exécute le programme utilisateur alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5 V, communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI. En outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS (**figure 2.26**).

Elle contient aussi :

- Commutateur de mode : Réglage manuel du mode de fonctionnement de la CPU :

MRES = Effacement général (module reset)

STOP = Arrêt ; le programme n'est pas exécuté.

RUN = Le programme est exécuté, accès en lecture seule avec une PG.

RUN-P = Le programme est exécuté, accès en écriture et en lecture avec une PG

- Signalisation d'état (LEDs de visualisations) :

SF = Signalisation groupée de défauts ; défaut interne de la CPU ou d'un module avec fonction de diagnostic.

BATF = Défaut de pile ; pile à plat ou absence.

DC5V = Signalisation de la tension d'alimentation interne 5V, Allumage fixe 5V : tout est bien, clignote : Surcharge courant.

FRCE = Forçage, signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.

RUN = Clignotement à la mise en route de la CPU, allumage continu en mode Run.

STOP = Allumage continu en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

- Une pile de sauvegarde pour l'horloge temps réel, ou la sauvegarde du programme utilisateur.

- Une carte mémoire peut être montée à cet emplacement. Elle conserve le contenu programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de pile.

- Connexion MPI Pour raccorder la console de programmation ou un autre appareil sur l'interface MPI.
- Interface DP de raccordement d'une périphérie décentralisée directement à CPU.



Figure 2.26 CPU d'un automate S7-300 [14]

#### 2.2.7.4 Les différents modules de l'automate S7 300

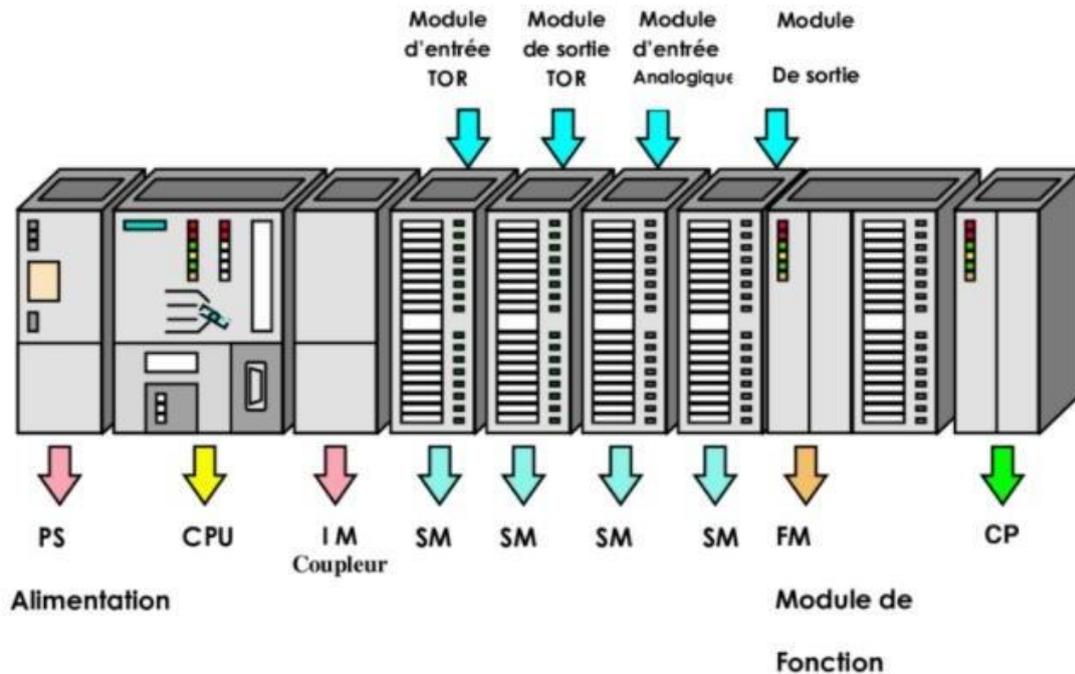


Figure 2.27 châssis d'un automate S-7 300 [10]

Le châssis de l'automate S7-300 (figure 2.27) contient les différents modules de cet automate, caractérisé par des fonctions spécifiques. Nous désignons ces modules comme celui-ci :

- Modules de signaux (SM) :  
Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en adaptant les différents niveaux des signaux de processus au S7-300. Ces modules peuvent être de type entrées ou sorties analogiques ou numériques.
- Modules de fonction (FM) :  
Ils réalisent les tâches du traitement des signaux de processus critiques au niveau du temps et exigeant beaucoup de mémoire comme le positionnement ou le calcul PID.
- Modules de communication (CM) :  
Ils assurent les connexions point à point, PROFIBUS et Ethernet industriel.
- Modules d'interface (IM) :  
Permettent d'interconnecter plusieurs châssis d'automates commandés par la même CPU.

## 2.3 Les logiciels de programmation utilisés

### 2.3.1 Le TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal)

Dans cette partie nous allons présenter le logiciel TIA PORTAL qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation grâce à la programmation des API S7-300, S7-400, S7-1200 et S7-1500, les IHM et SCADA avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC.

Il existe plusieurs versions du TIA PORTAL (version 13, 14, 15,16), dans cette présentation nous allons utiliser la version V14.

#### 2.3.1.1 Vue Portal et vue du projet

Lorsqu'on lance TIA Portal, la plateforme de travail se décompose en deux types de vue :

- La vue PORTAL présentée dans la **figure 2.28** est axée sur les tâches à exécuter rapidement, comme la création d'un nouveau projet, l'aide, la présentation de bienvenue (pour présenter le logiciel).

- La vue du projet présentée dans la **figure 2.29**, elle comporte un diagramme avec les différents éléments du projet. Cette vue permet de configurer, programmer, visualiser notre API, HMI ou SCADA.

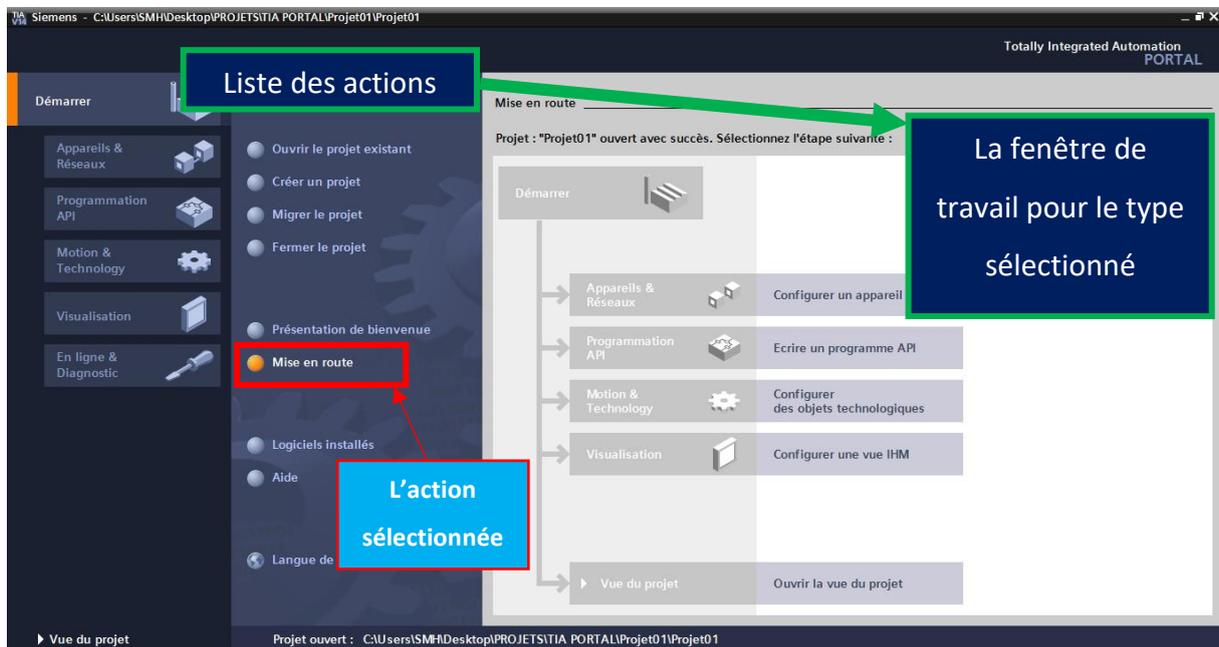


Figure 2.28 TIA Portal vue de projet

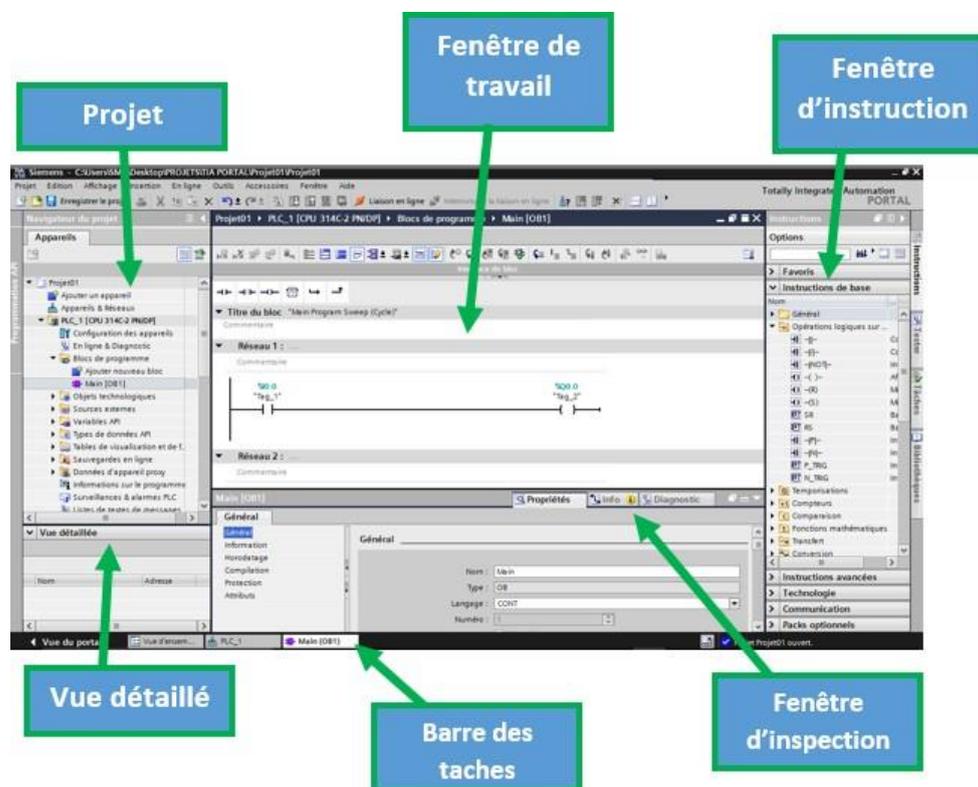


Figure 2.29 TIA Portal vue PORTAL

La fenêtre de travail permet de traiter les objets sélectionnés dans le projet : composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI, ...

La fenêtre d'inspection permet de configurer ou de visualiser les informations d'un objet sélectionné, ou des actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme, ...).

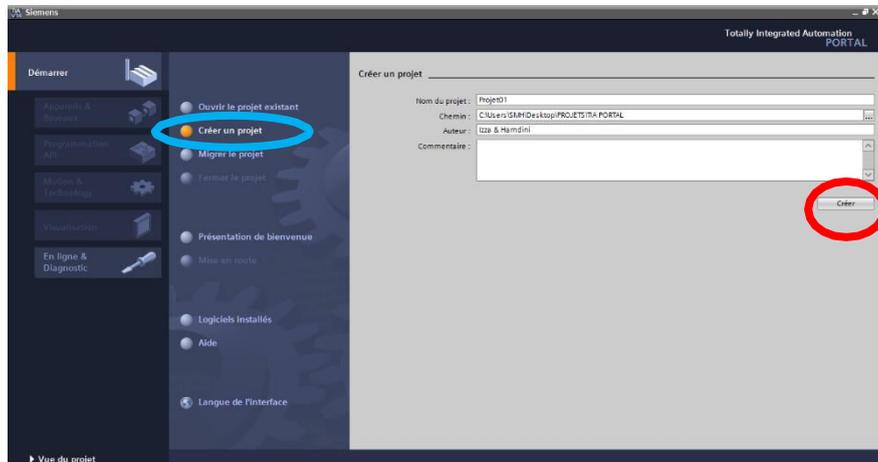
Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de réduire certaines ces fenêtres si on n'en a pas besoin.

### 2.3.1.2 Création d'un projet et configuration d'une station de travail

Pour le faire nous devons suivre les étapes suivantes :

#### e. Création d'un projet

Pour créer un projet dans la vue Portal, il faut sélectionner l'action "Créer un projet". Changer le nom du projet, choisir un chemin où il sera enregistré, éditer un commentaire, définir l'auteur du projet. Une fois c'est fait, on clique sur le bouton « créer », comme le montre la **figure 2.30**.



**Figure 2.30** Création d'un projet sur TIA PORTAL

#### f. Configuration du matériel

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape c'est la définition de matériel existant (**figure 2.31**). Pour cela, on peut aller à la **vue du projet** et cliquer sur "ajouter un appareil" dans le navigateur du projet.

La liste des matériels que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commence par faire le choix de notre CPU, après, on ajoute les modules complémentaires (alimentation, modules d'entrées/sorties, module de communication PROFIBUS, ...) selon le besoin.

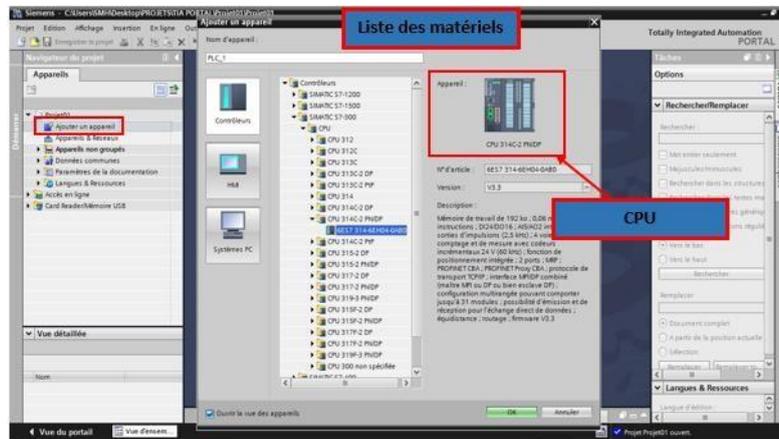


Figure 2.31 La création d'un automate S7-300

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue (Figure 2.32). Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut passer par la tâche "ajouter un appareil" dans le navigateur du projet.

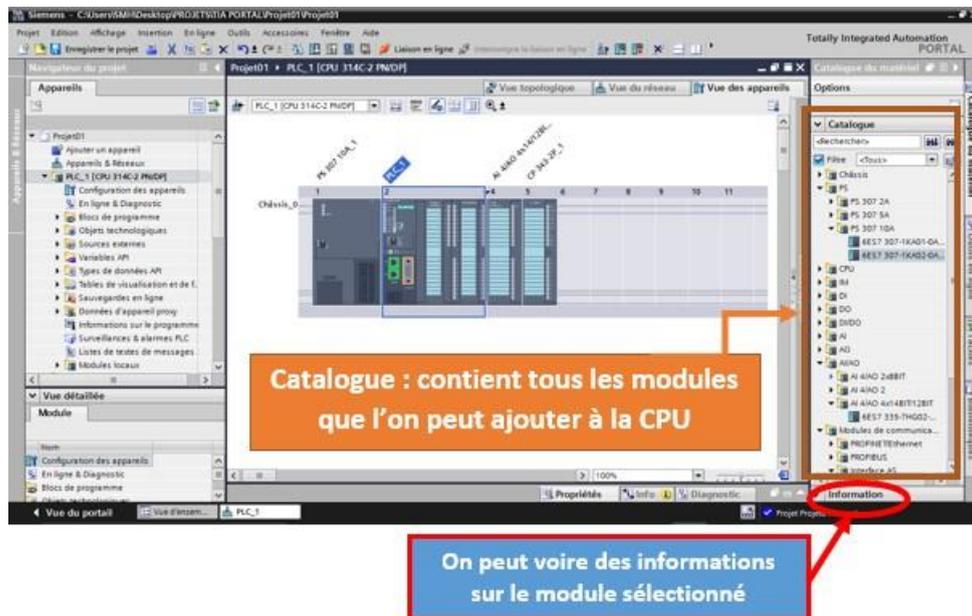


Figure 2.32 La configuration matérielle

### g. Adressage des entrées et des sorties

On peut connaître ou modifier l'adressage des entrées / sorties de la CPU et ses modules présentés dans la configuration matériel dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans la "vue des appareils" et de sélectionner l'appareil voulu (**figure 2.33**)

Par exemple on sélectionne le module analogique puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** ». Les adresses des entrées / sorties apparaisse, on peut les changer en modifiant leurs valeurs.

### h. Mémento de la cadence

Une fois la CPU déterminée, on peut définir le *mémento de cadence*.

Le *mémento de cadence* est un octet, chacun de ces bits change d'état suivant une horloge interne. Le mémento de cadence permet de donner des clignotements de fréquence variable en fonction du bit associé.

On sélectionne la CPU dans la fenêtre "Vue des appareils" et l'onglet "propriété" dans la fenêtre d'inspection, et dans le menu "Général", choisir l'option "Memento de cadence", on coche la case "Memento de cadence" et on choisit un nombre d'octet du que l'on va utiliser (**Figure 2.33**).

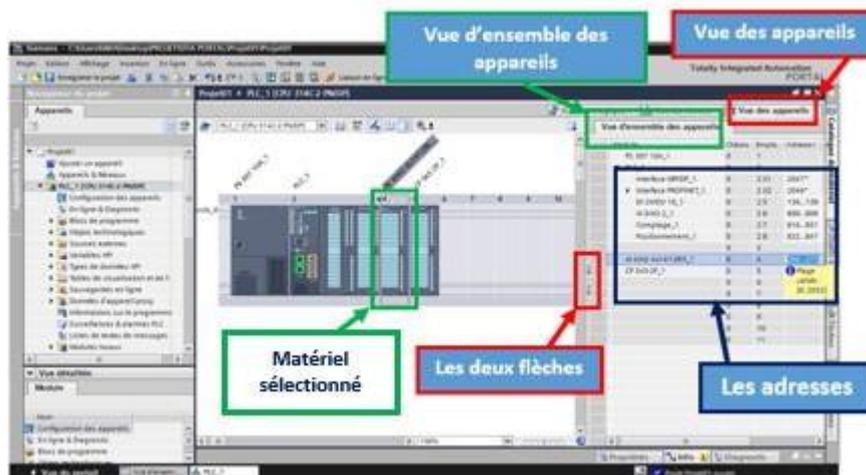


Figure 2.33 Les adressages d'entrées sorties

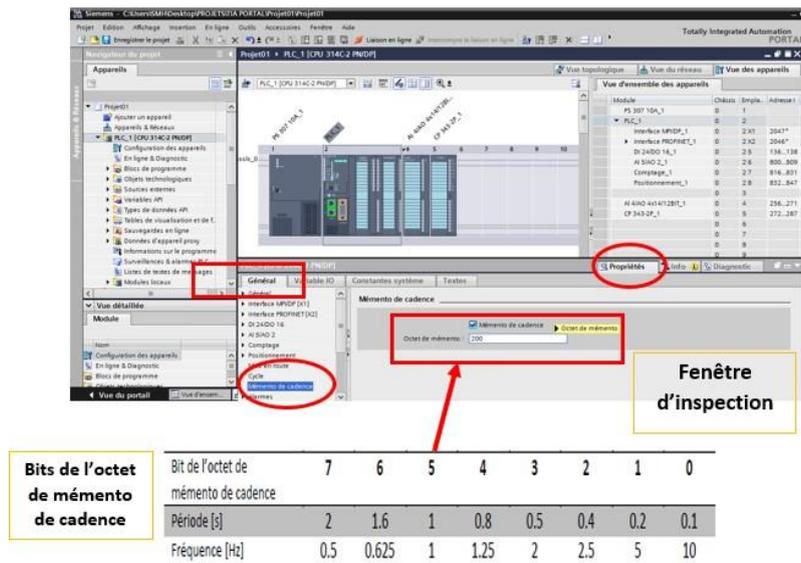


Figure 2.34 Utilisation du memento de cadence

### i. Adresse Ethernet de la CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet si la CPU contient un connecteur Ethernet (**Figure 2.35**). Un double clic sur ce dernier fait apparaître la fenêtre d'inspection permettant de définir ses propriétés.

Pour établir la liaison entre la CPU et la console de programmation (PC), ou bien entre la CPU et un IHM, il faut donner aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau.

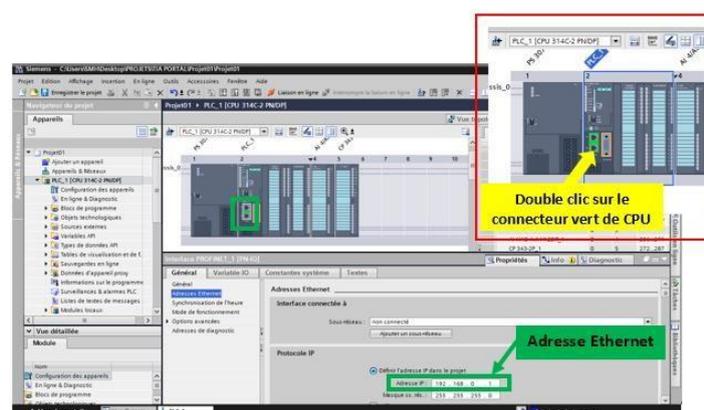
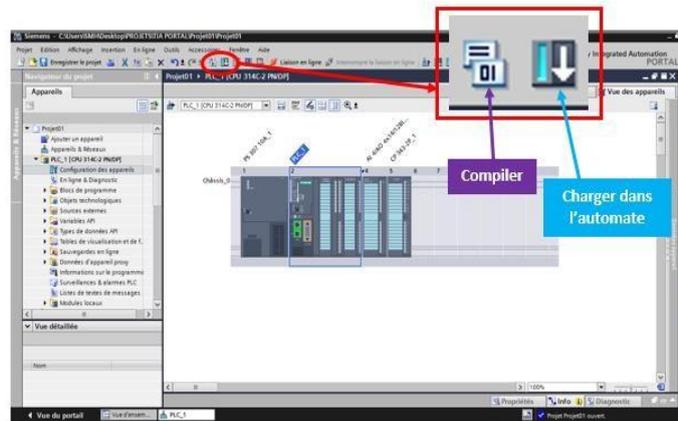


Figure 2.35 L'adresse Ethernet de la CPU

### j. Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et charger dans l'automate.

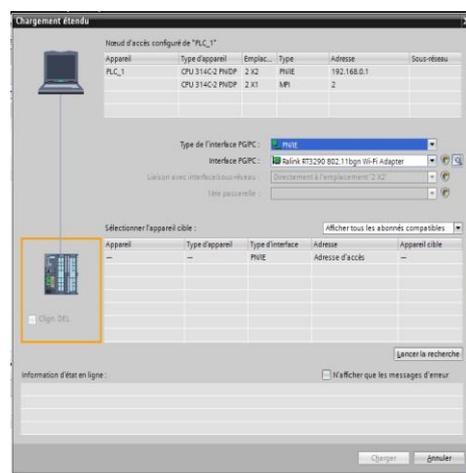
On sélectionne l'API dans le projet puis on clique sur l'icône "compiler". En utilisant cette manière, on effectue une compilation pour la configuration matérielle et la programmation (**figure2.36**).



**Figure 2.36** Outils de compilation et de chargement

Pour charger la configuration dans l'automate, on clique sur "charger dans l'appareil", la fenêtre Chargement s'ouvre et permet de choisir du mode de connexion de l'automate avec la console de programmation, on clique sur l'icône "Lancer la recherche", l'ordinateur reconnaît l'adresse IP de l'automate, la touche "Clign.DEL" permet de clignoter une LED sur l'automate afin de s'assurer que l'on est connecté à l'automate désiré (**Figure 2.37**).

Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil. Des avertissements ou des confirmations peuvent apparaître lorsque le chargement. En cas de présence d'erreur dans le projet le chargement ne sera pas possible.



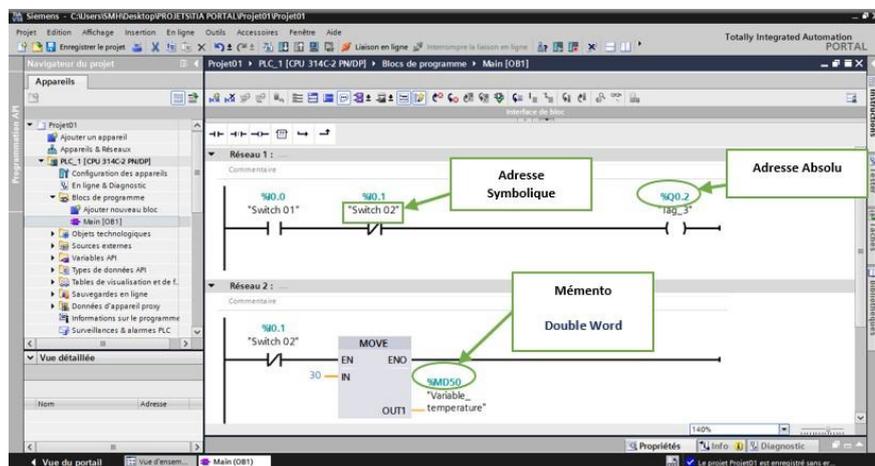
**Figure 2.37** Fenêtre chargement

### 2.3.1.3 Les variables API

#### k. Adresses symboliques et absolue

Dans TIA Portal, toutes les variables (entrées, sorties, mémentos, ...) possèdent une adresse symbolique et une adresse absolue (**Figure 2.37**). L'adresse absolue représente l'identificateur d'opérande (I pour les entrées, Q pour les sorties, M pour les mémentos, T pour les temporisateurs et C pour les compteurs) plus leurs adresses. L'adresse peut être un numéro de bit, Octet, Word, Double Word.

L'adresse symbolique c'est un nom donné à la variable par l'utilisateur (ex : capteur\_01).



**Figure 2.38** Les adresses absolue et les 'adresses symbolique

Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des variables de l'API, et lorsque on programme, on peut écrire pour les variables, les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément.

#### l. Table des variables API

La table des variables (**Figure 2.39**) API permet de déclarer toutes les variables utilisées le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, WORD, INT...
- L'adresse absolue : par exemple la sortie Q6.4, l'entrée IW30, le memento MD50. On peut insérer un commentaire pour la variable.

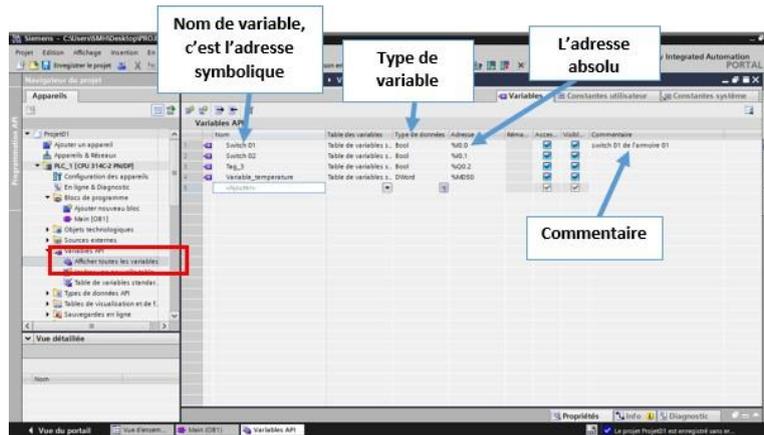


Figure 2.39 Table des variables

### 2.3.1.4 Types de blocs de programme

Dans la programmation des automates, plusieurs types de blocs sont disponibles, selon la programmation, le développeur et la complexité du système, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC (Figure 2.40).



Figure 2.40 Différents types de blocs de programme

#### m. Les blocs d'organisation - OB

C'est l'interface médium entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, ils commandent le traitement du programme. Les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de déterminer le comportement de la CPU.

Pour démarrer le traitement du programme, le projet doit avoir au moins un OB cyclique (l'OB 1).

Il existe plusieurs types des OB qui sont appelés par le système d'exploitation pour réagir aux événements spécifiques comme les événements cycliques, temporisés ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme. Voici quelque type des OB :

### - OB de démarrage (OB 100)

Ils sont traités une seule fois, lorsque le mode de fonctionnement démarre.

### - Les OB cycliques (comme l'OB 1)

Ils sont traités cycliquement. Les OB cycliques sont des blocs de programmation, dans lesquels on peut appeler d'autres blocs.

### - Les OB de traitement périodique

Le traitement cyclique du programme peut être interrompu par des OB de priorités.

### - Les OB d'alarmes horaires (OB 10 à OB 17)

Les alarmes horaires sont utilisées pour exécuter un programme donné, on peut alors paramétrer la CPU pour les OB soient traités dans les intervalles suivants : chaque minute, chaque heure, chaque jour, chaque semaine, chaque mois, chaque année, en fin de mois. En fonction de la CPU, l'utilisateur dispose au maximum de huit alarmes horaires différentes.

#### n. Les fonctions - FC

Ce sont des blocs de programmation sans mémoire, elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc. On peut les programmer avec différent langage comme SCL, LADDER...

Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des variables globales.

#### o. Les fonctions blocs - FB

Les fonctions blocs sont des blocs de programme qui utilise des blocs de données d'instances pour sauvegarder en permanence leurs valeurs pour la possibilité accéder à ces valeurs même après le traitement du bloc.

#### p. Les Blocs de données globaux (DB)

Les blocs de données (**figure 2.41**) sont désignés pour sauvegarder les données variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur. Les données enregistrées dans ce type peuvent être utilisées par tous les autres blocs.

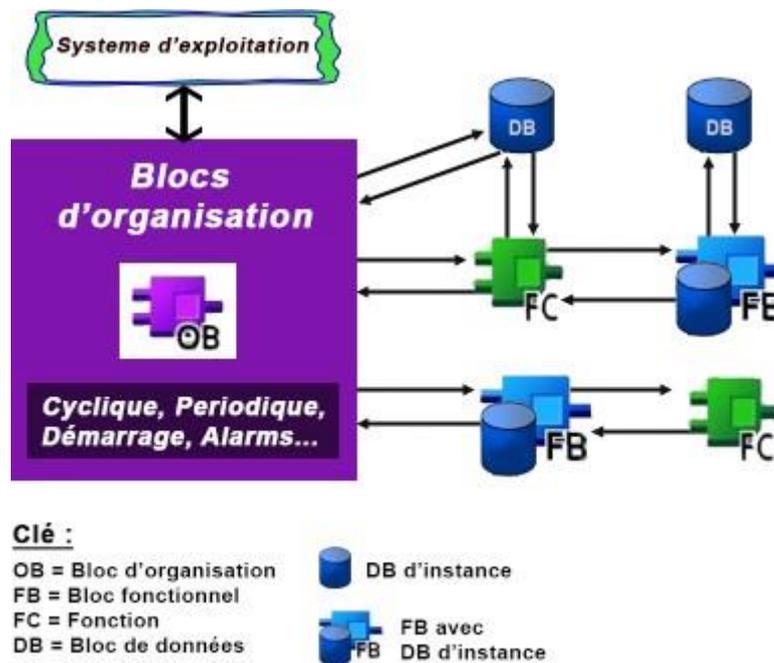


Figure 2.41 Structure d'appel de différents blocs de programme et de données

### 2.3.2 Les HMI

Les IHM (Figure 2.382) sont des panneaux de commande compris comme la principale interface graphique entre la machine et les opérateurs commandent et supervisant le travail.

Chaque entreprise produit ces propre panneaux IHM compatible avec leurs produits, il existe d'autres entreprises qui fabriquent des panneaux IHM autonomes, tels que : Red Lion.



Figure 2.42 IHM marque siemens

#### 2.3.2.1 Programmation de l'IHM

La plupart des fabricants ont une plateforme spéciale est généralement nécessaire pour la programmation de l'IHM (figure 2.43), Siemens utilise le logiciel WinCC, ce dernier est

intégré dans la Platform TIA PORTAL, Allen Bradley utilise FactoryTalk View et Schneider utilise Vijeo Designer ...

Dans cette partie nous allons voir comment ajouter, configurer et programmer un IHM siemens avec TIA PORTAL V14 en utilisant le WINCC.

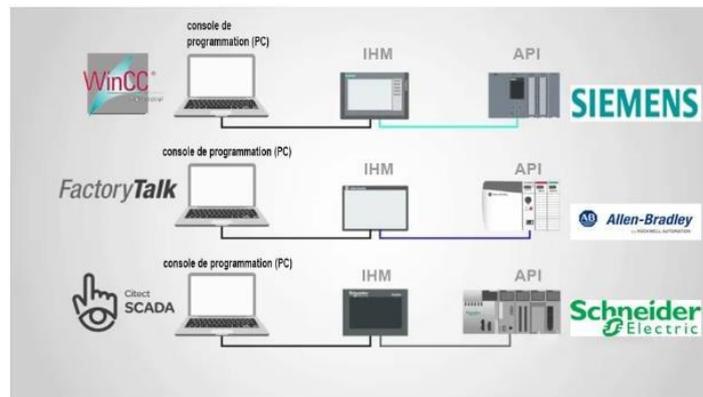


Figure 2.43 Différents fabricants de l'IHM

Pour la première étape, on commence par faire le choix de notre IHM. Alors, on passe par la **vue du projet** et on clique sur “ **ajouter un appareil** ” dans le navigateur du projet. La liste des matériels que l’on peut ajouter IHM qu’on a besoin, après on clique sur la touche “**OK**”, comme la **figure 2.44** :

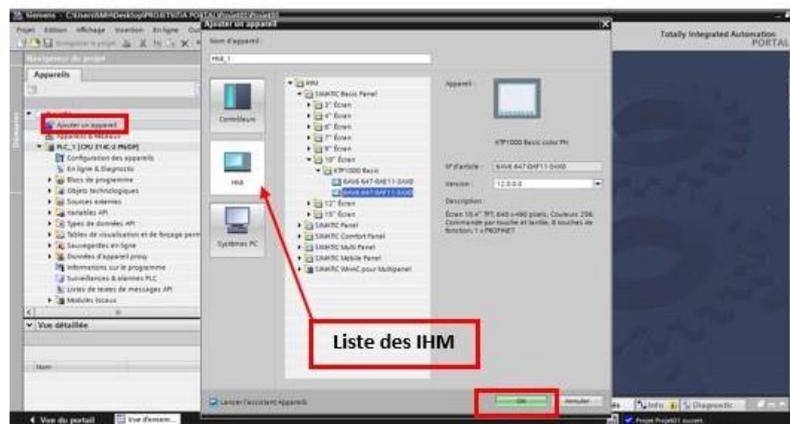
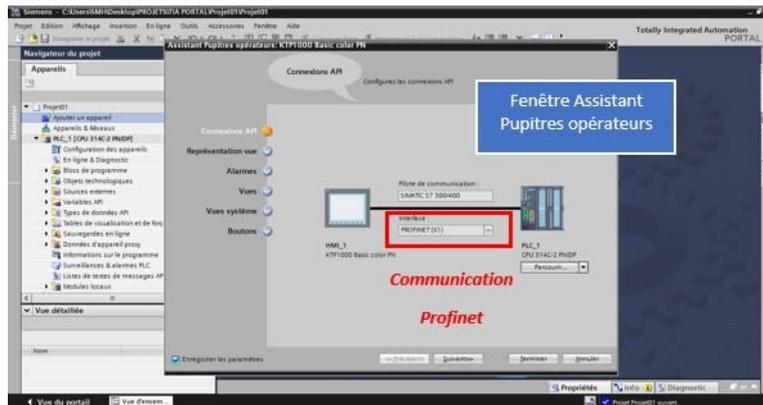


Figure 2.44 L'ajoute de l'IHM sur TIA PORTAL

Dans la deuxième étape, la fenêtre “ Assistant pupitres opérateurs ” apparaitre (**figure 2.45**), elle permet de configurer notre IHM comme celui-ci :



**Figure 2.45** Configuration d'une communication entre l'IHM et l'API via PROFINET

- Connexion API : pour configurer la communication entre l'IHM et l'API suivant un protocole spécifié. La figure 1.49 montre la configuration d'une communication via PROFINET.
- Représentation de vue : permet de choisir la couleur d'arrière-plan, d'afficher la date et l'heure, choisir et affiche le logo.
- Alarmes : permet de sélectionner le différent type d'alarmes de 'IHM qu'on a choisi.
- Vue : permet d'ajouter un ou plusieurs interfaces vides pour l'IHM.
- Vues system : permet de choisir un ou plusieurs interfaces spécifiées pour le system de l'IHM, par exemple : la vue Gestion des utilisateurs.
- Boutons : lorsqu'on a choisi cette section, permet d'insérer des boutons par l'utilisation les boutons system qui se trouve dans la fenêtre

On termine la configuration de notre IHM lorsqu'on clique sur la touche " Terminer ".  
(Figure 2.46).

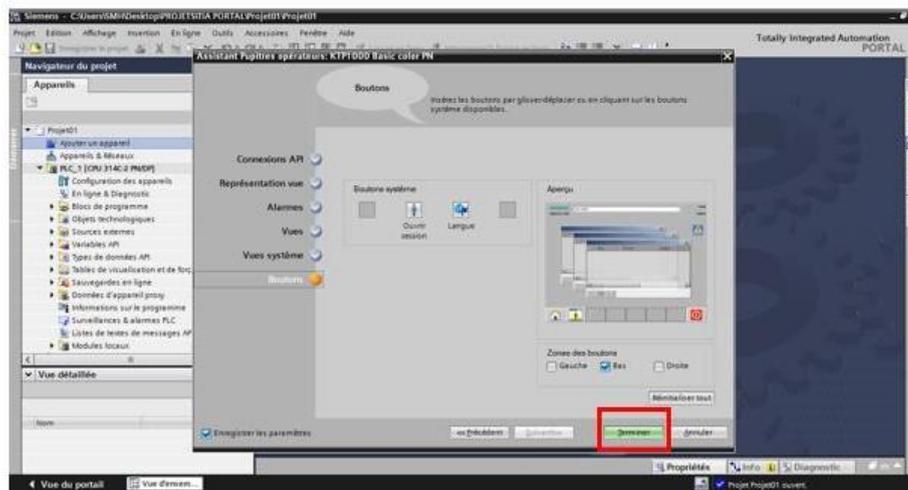


Figure 2.46 Confirmation des choix sur l'IHM

Dans la partie projet de TIA PORTAL, on sélectionne l'IHM, on traite les objets correspondant à cet IHM. Ces objets sont affichés dans la fenêtre de travail et peuvent être : la configuration de matériel, variables HMI, vues...

L'objet " Vue " nous permet d'accéder à la vue racine, c'est la vue principale de l'IHM, aussi permet de créer d'autres vue. Cette création dépend de la complexité de system à dessiner et programmer. Lorsqu'on sélectionne une vue, elle apparait dans la fenêtre principale (**figure 2.49**).

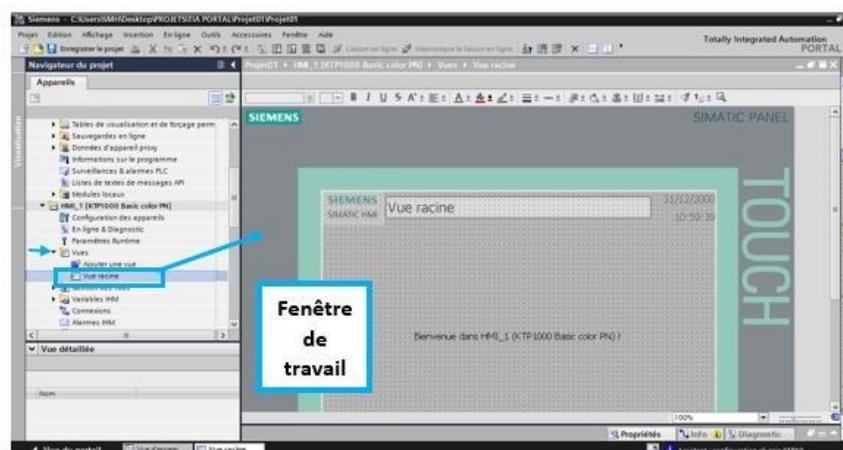


Figure 2.47 Vue racine de l'IHM sélectionné

Dans le côté gauche de la fenêtre de travail, on trouve :

- La section des accessoires : cette section à quatre parties : objets de bases, éléments, contrôles, graphique. Par l'utilisation de contenu de ces parties on peut dessiner le besoin.
- La section animation.
- La section apparence.
- La section instruction de script.

### 2.3.3 SCADA

SCADA est l'acronyme de " Supervisory Control And Data Acquisition ", la supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique des procédés de fabrications automatisés.

Elle concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et permet de suivre le fonctionnement des machines industrielles, et permet de contrôler et commander les actionneurs et pré actionneur en temps réel. La station SCADA communique avec les automates programmables (API), cette communication est faite par des protocoles de communication comme le Profinet, ou bien par la configuration des serveurs d'entrées/sorties.

#### 2.3.3.1 Création d'une station SCADA sur le TIA PORTAL

On ouvre un nouveau projet et on ajoute une station PC. Alors, on passe par la **vue du projet** et on clique sur " **ajouter un appareil**" dans le navigateur du projet, après on sélectionne " **System PC**". La liste des matériels que l'on peut ajouter PC station, après on clique sur la touche " **OK**", comme le montre la **figure2.50** :

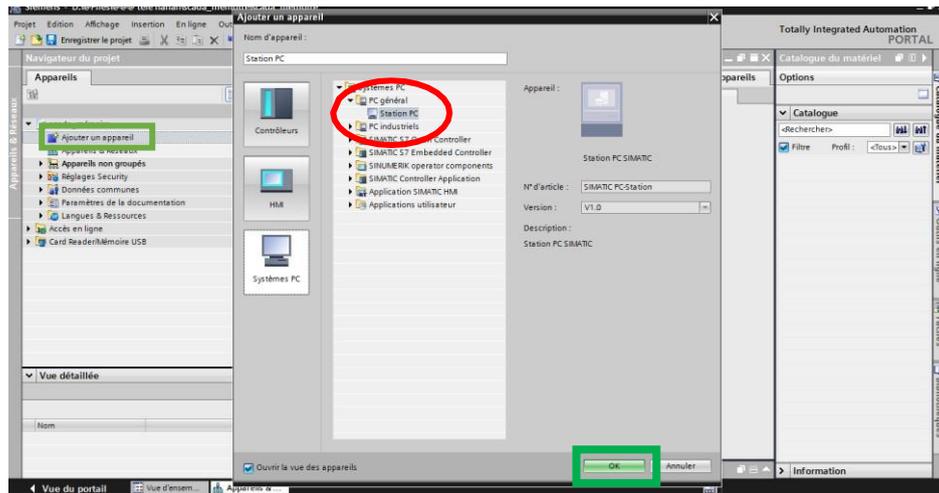


Figure 2.48 L'ajoute d'une STATION PC sur TIA PORTAL

Le module de communication et l'application WINCC peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue matériel comme le montre la **Figure 2.51**. Le WINCC nous permet de dessiner notre system SCADA pour la station, le module de communication est nécessaire pour la station PC peut communiquer avec l'API ou bien avec un autre appareil.

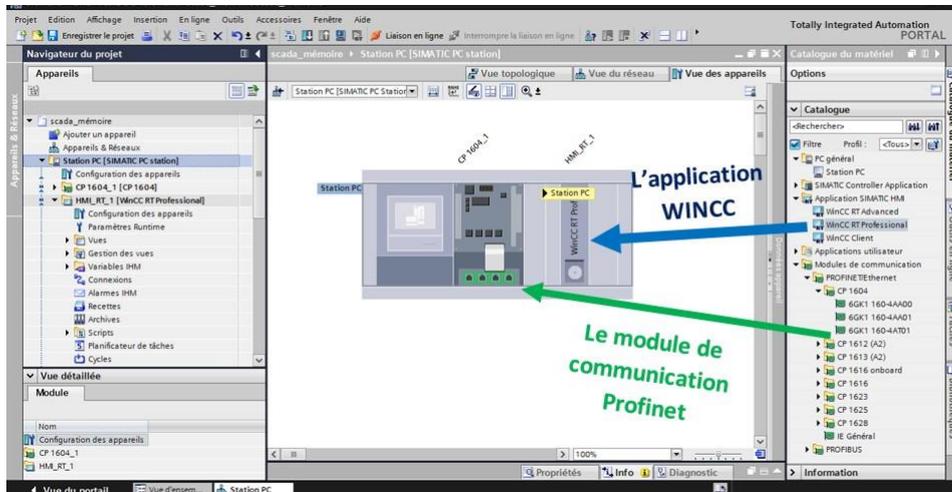


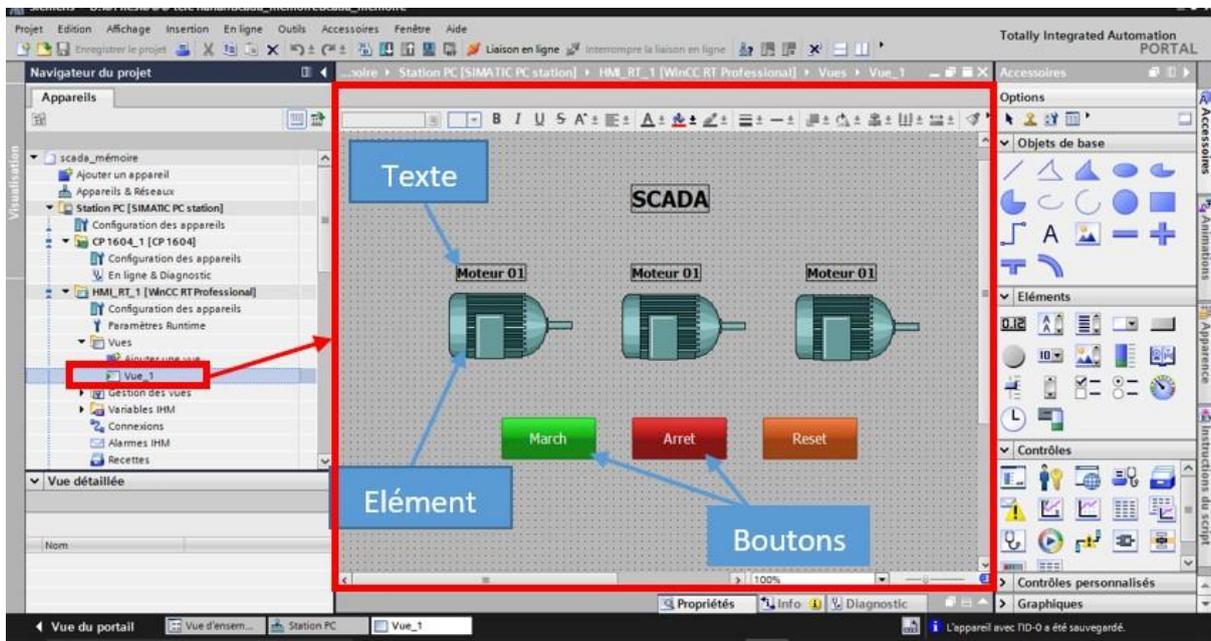
Figure 2.49 La configuration de la station PC par l'utilisation de catalogue de matériel

Dans la partie navigateur de projet, on sélectionne HMI\_RT (ici, le rôle de WINCC entre), et on traite les objets correspondant à cette station PC. Ces objets sont affichés dans la fenêtre de travail et peuvent être : la configuration de matériel, variables HMI, connexion, vues...

L'objet " Vue " nous permet d'ajouter des vues pour dessiner notre system SCADA, cette création dépend de la complexité de system à dessiner. Lorsque on sélectionne une vue, elle apparait dans la fenêtre de travail comme le montre la **figure 2.52**.

Dans le côté gauche de la fenêtre de travail, on trouve :

- La section des accessoires : contient quatre parties : objets de bases, éléments, contrôles, graphique. Par l'utilisation de contenu de ces parties on peut dessiner le besoin.
- La section animation.
- La section apparence.
- La section instruction de script.



*Figure 2.50 Fenêtre de travail sur les vues du SCADA*

### 2.3.4 Logiciel de la simulation 3D FACTORY IO

Factory I/O (**Figure 2.53**) est un logiciel de simulation (3D) des équipements disponibles en industrie pour l'apprentissage des différentes technologies d'automatisation. Conçu pour être simple à utilisation, il permet de construire rapidement une usine virtuelle à partir de la sélection de pièces, des machines industrielles courantes.

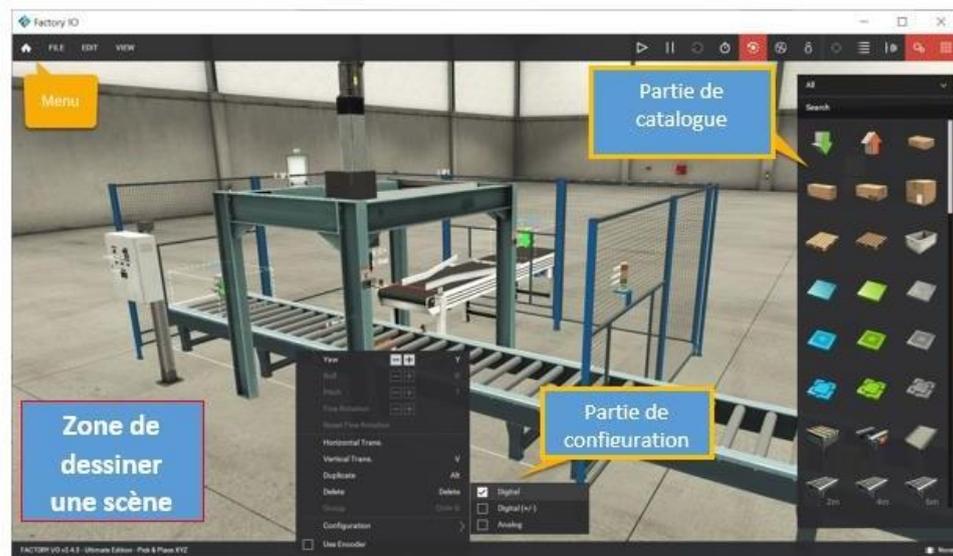


Figure 2.51 Différentes zones de la vue principale du logiciel Factory i/o

Il comprend plusieurs scènes (plus de 20 scènes) inspirées par les applications industrielles automatisées, de complexités variées, donnant la possibilité aux débutants à développer leurs connaissances (figure 2.54). Ce logiciel consiste à utiliser les capteurs/actionneurs d'une usine virtuelle sous pour communiquer avec les différents types d'API, on peut donc développer un programme pour un API de notre choix et le communiquer avec ce logiciel pour contrôler l'usine dessinée.

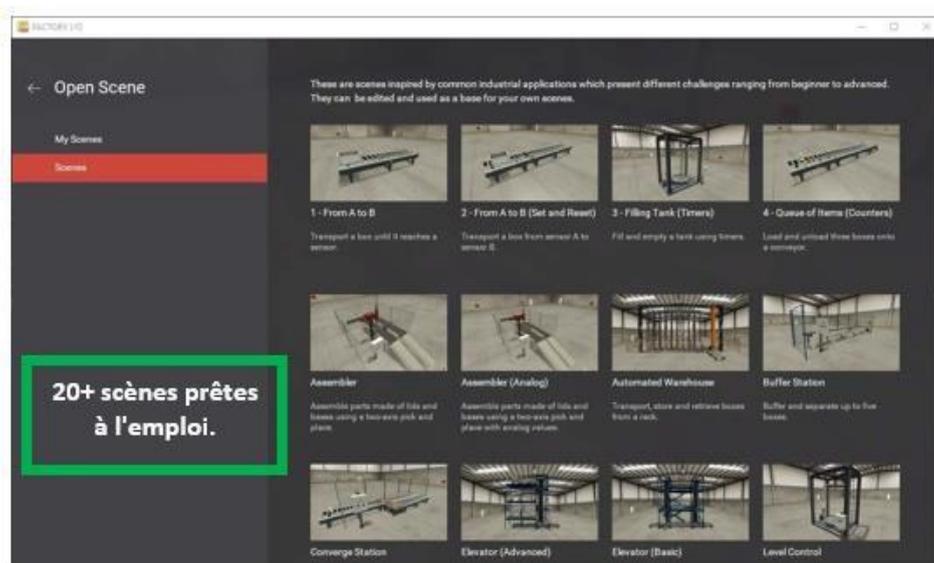
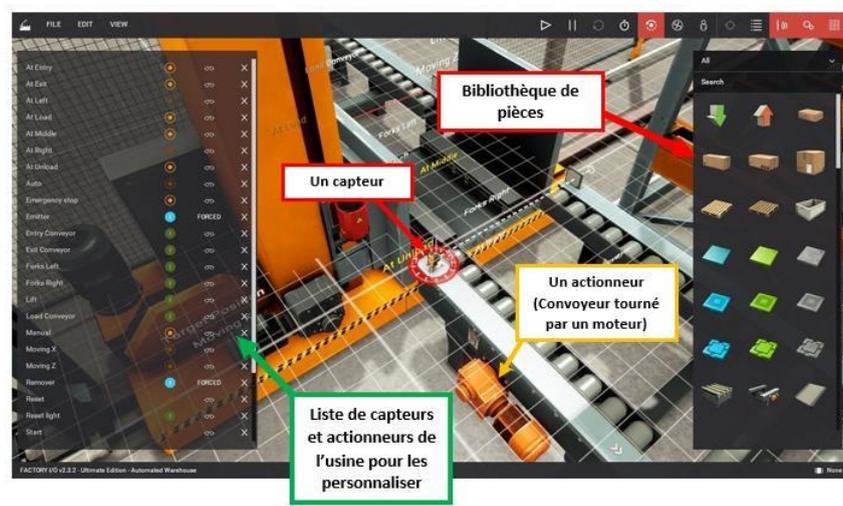


Figure 2.52 Scènes offertes par le logiciel Factory i/o

Lorsqu'on créer un nouveau projet vide, les outils d'édition intelligents (partie catalogue (**figure 2.55**) de Factory I/O permettent la création d'une scène 3D selon notre imagination, la figure présente la variété d'objets disponible sous ce logiciel.



*Figure 2.53 Options de contrôle offert par Factory i/o*

L'utilisation de la bibliothèque de pièces industrielles permet de créer une propre usine industrielle et personnaliser les entrées (capteurs) et les sorties (les actionneurs) d'usine, comme la montre la (**figure 2.56**), les actionneurs peuvent être configuré soit en numérique soit en analogique ce qui très pratique pour tester son programme avant de l'implémenter dans une usine réelle (**figure 2.57**).



*Figure 2.54 Différents objets offert par factory i/o*



*Figure 2.55 Types de configuration des actionneurs offert par Factory i/o*

## 2.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le principe de fonctionnement des équipements nécessaires pour la réalisation de la partie opérative dans une première partie, et les logiciels de programmation et de simulation que nous allons exploiter dans la deuxième partie.

---

## **Chapitre 3**

# **Simulation de la programmation et la supervision du transstockeur automatique**

---

### 3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes parties de la partie opérative, les fonctions et algorithmes adopté en programmation, l'interface SCADA avec ces différentes fonctionnalités réparties dans les différentes vues pour la commande et la supervision.

### 3.2 Présentation de la partie opérative

La partie opérative a été construite sous le logiciel Factory i/o (logiciel de simulation de partie opérative, des systèmes automatisés et d'usines virtuel) pour visualiser le fonctionnement des transstockeurs, convoyeurs et de la table rotative répondant au programme et aux commandes de l'opérateur depuis l'interface SCADA comme le montre la

**figure 3.1 :**



*Figure 3.1 Factory io, partie opérative (système globale)*

La partie opérative est constitué de deux transstockeurs pour le stockage/déstockage, un convoyeur d'alimentation pour chaque transstockeur qui assurent l'acheminement des palettes depuis les différentes chaînes de production, quatre rayonnages de stockage, une table rotative reliant les deux transstockeurs par deux convoyeurs de charge avec le convoyeur de sortie. On peut donc diviser la partie opérative en trois parties majeures :

- Partie Transport
- Partie Stock
- Partie Transstockeurs

### 3.3 Structure d'appels

Les figures 3.2 et 3.3 montrent la structure d'appels des différentes fonctions (FC et FB) ainsi que les blocks data (DB) utilisé en programmation (figure 3.4).

Call structure	Address	Details
1 Main	OB1	
2 Commande manuel T1	FC16	@Main ▶ NW19 (T1 manuel )
3 transfert directe des palettes,	FB6, DB9	@Commande manuel T1 ▶ NW7
4 G7_STD_3	FC72	@transfert directe des palettes
5 Commande manuel T2	FC17	@Main ▶ NW30 (T2 commande manuel)
6 transfert directe des palettes,	FB6, DB19	@Commande manuel T2 ▶ NW7
7 G7_STD_3	FC72	@transfert directe des palettes
8 Comptage du nombre des palett...	FB10, DB16	@Main ▶ NW38 (*.....)
9 déstockage global contole trans ...	FB22, DB30	@Main ▶ NW15 (T1 Déstockage Global controle)
10 déstockage global contole trans ...	FB27, DB29	@Main ▶ NW26 (T2 Déstockage Global controle)
11 Déstockage Turn table Global co...	FB7, DB11	@Main ▶ NW33 (turntable mode Automatique )
12 Déstockage depuis T1 Table, ...	FB8, DB13	@Déstockage Turn table Global control ▶ NW1 (Sortie depuis T1..
13 G7_STD_3	FC72	@Déstockage depuis T1 Table
14 Déstockage depuis T2 Table, ...	FB9, DB10	@Déstockage Turn table Global control ▶ NW2 (sortie depuis T2 ..
15 G7_STD_3	FC72	@Déstockage depuis T2 Table
16 écriture dans A1 & A2, écriture d...	FB18, DB36	@Main ▶ NW14
17 pst° 01 (Global DB)	DB18	@écriture dans A1 & A2 ▶ Program code
18 pst° 01 (Global DB)	DB18	@écriture dans A1 & A2 ▶ Program code
19 écriture dans B1 & B2, écriture da...	FB13, DB25	@Main ▶ NW25 (T2 auto mode 1 commande criture)
20 pst° 01 (Global DB)	DB18	@écriture dans B1 & B2 ▶ Program code
21 pst° 01 (Global DB)	DB18	@écriture dans B1 & B2 ▶ Program code
22 Global contole Transstockeur 2 (...)	FB1, DB12	@Main ▶ NW29 (Global contole Trans 2 sequenceur )
23 mouvement auto trans functio...	FB4, DB2	@Global contole Transstockeur 2 (Left) ▶ NW1 (séquenceur )
24 G7_STD_3	FC72	@mouvement auto trans fuction
25 T2 pick target position	FC3	@Global contole Transstockeur 2 (Left) ▶ NW2 (pick target posit..
26 T2 Place target position	FC4	@Global contole Transstockeur 2 (Left) ▶ NW5
27 Trans_pick_function, Trans_2 ...	FB3, DB3	@Global contole Transstockeur 2 (Left) ▶ NW3 (pick)
28 G7_STD_3	FC72	@Trans_pick_function
29 Trans_Place_function, Trans_...	FB2, DB5	@Global contole Transstockeur 2 (Left) ▶ NW6
30 G7_STD_3	FC72	@Trans_Place_function
31 Global controle Transstockeur 1 (...)	FB5, DB7	@Main ▶ NW18 (Global contole Trans 1 sequenceur )
32 mouvement auto trans functio...	FB4, DB6	@Global controle Transstockeur 1 (Right) ▶ NW1 (cette network...
33 G7_STD_3	FC72	@mouvement auto trans fuction
34 T1 pick target position	FC5	@Global controle Transstockeur 1 (Right) ▶ NW2 (step 2 : pick p...
35 T1 Place target position	FC6	@Global controle Transstockeur 1 (Right) ▶ NW5 (Step 4 : Place ..
36 Trans_pick_function, Trans_1 ...	FB3, DB1	@Global controle Transstockeur 1 (Right) ▶ NW3 (step 3 : Trans ...
37 G7_STD_3	FC72	@Trans_pick_function
38 Trans_Place_function, Trans_...	FB2, DB4	@Global controle Transstockeur 1 (Right) ▶ NW6 (step 5 : Tran...
39 G7_STD_3	FC72	@Trans_Place_function
40 IEC_Counter_0_DB_2 (Instance DB o...	DB14	@Main ▶ NW32 (Conv de sortie Compteur )
41 IEC_Timer_0_DB_1 (Instance DB of T...	DB22	@Main ▶ NW9 (T2 placing must waite)
42 IEC_Timer_0_DB_2 (Instance DB of T...	DB15	@Main ▶ NW8 (T1 placing must waite)
43 Left Conveyor	FC2	@Main ▶ NW6 (Left Conveyor FC)
44 RAZ les emplacements après dés	FB26, DB38	@Main ▶ NW16 (T1 Déstockage reset emplacements )
45 Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code
46 Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code
47 Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code

Figure 3.2 structure d'appels (partie1)

48	Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code
49	pst° 01 (Global DB)	DB18	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code
50	pst° 01 (Global DB)	DB18	@RAZ les emplacements après déstockage T1 ▶ Program code
51	RAZ les emplacements après dés	FB28, DB39	@Main ▶ NW27 (T1 Déstockage reset emplacements )
52	Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
53	Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
54	Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
55	Dés var (Global DB)	DB27	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
56	pst° 01 (Global DB)	DB18	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
57	pst° 01 (Global DB)	DB18	@RAZ les emplacements après déstockage T2 ▶ Program code
58	Right conveyor	FC1	@Main ▶ NW4 (Right Conveyor FC)
59	Stockage commande T1, Stocka...	FB15, DB35	@Main ▶ NW13 (T1 auto mode 1 commande )
60	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T1 ▶ NW7 (step 5)
61	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T1 ▶ NW7 (step 5)
62	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T1 ▶ NW7 (step 5)
63	Stockage mode1 séq fonction...	FB16, DB26	@Stockage commande T1 ▶ NW3
64	trouver place A1, trouver plac...	FB17, DB31	@Stockage commande T1 ▶ NW5 (Step 3)
65	trouver place A2, trouver plac...	FB19, DB37	@Stockage commande T1 ▶ NW6 (step 3)
66	Stockage commande T2, Stocka...	FB12, DB21	@Main ▶ NW24 (T2 auto mode 1 commande )
67	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T2 ▶ NW7 (step 5)
68	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T2 ▶ NW7 (step 5)
69	pst° 01 (Global DB)	DB18	@Stockage commande T2 ▶ NW7 (step 5)
70	Stockage mode 1 séq fonction...	FB11, DB20	@Stockage commande T2 ▶ NW3
71	Trouver place B1, Trouver pla...	FB14, DB23	@Stockage commande T2 ▶ NW5 (Step 3)
72	Trouver place B2, Trouver pla...	FB20, DB24	@Stockage commande T2 ▶ NW6
73	Système de distockage commande ...	FC8	@Main ▶ NW34 (turntable mode manuel)
74	T1 reset outputs	FC14	@Main ▶ NW7 (Transstockeur 1 basculement du manuel à l'aut...)
75	T2 rest outputs	FC15	@Main ▶ NW21 (Trans 2 manuel to auto sécurité)
76	Transfert des palettes	FC7	@Main ▶ NW35
77	IEC_Counter_0_DB (Instance DB ...)	DB8	@Transfert des palettes ▶ NW4
78	IEC_Counter_0_DB_3 (Instance D..)	DB17	@Transfert des palettes ▶ NW2

Figure 3.3 structure d'appels (partie2)



Figure 3.4 Fonctions FC, FB et bloc data DB utilisé en programmation

### 3.4 SCADA WinCC vue principale

Une interface de supervision SCADA (WinCC professionnel) a été créée pour la visualisation et la commande des différentes parties de l'entrepôt, l'accès à l'interface est protégé par un mot de passe (figure 3.5) une fois l'identifiant du superviseur est vérifiée, il pourra accéder à la vue principale, la figure\_3.6 présente la vue principale du SCADA.



Figure 3.5 SCADA vue de connexion

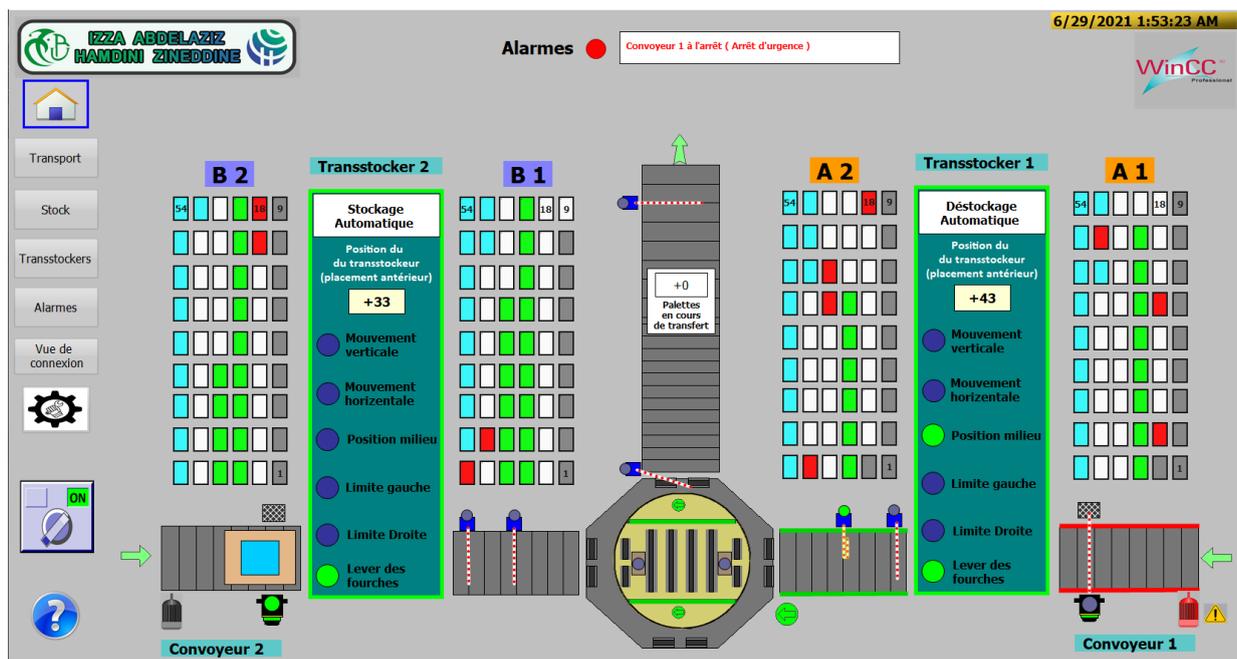


Figure 3.6 SCADA vue principale de la supervision

La vue principale permet uniquement de visualiser l'état de la partie opérative, Pour lancer ou arrêter une tâche nous devons utiliser le volet de navigation situé à gauche, pour accéder aux différentes vues de commande, ce dernier est réduit dans la vue principale, une fois la partie qu'on veut commander est sélectionné le volet s'étend et une vue de la partie sélectionné apparaîtra, cette dernière offre plus de détails sur la partie sélectionné, mais

comme la vue principale, elle ne donne pas la possibilité de commander le système, pour le faire nous devons choisir encore une fois la partie voulue depuis le volet de navigation, ainsi les différents modes opératoires vont apparaître permettant au superviseur de commander le système selon le besoins.

En haut-milieu on trouve une zone réservée aux Alarmes / avertissements, à tout moment qu'une alarme survient le voyant clignote et un texte indiquant le type d'alarme apparaîtra, de même pour les avertissements sauf que dans ce cas le voyant rouge ne clignote pas. Dans le cas où plusieurs alarmes surviennent en même temps, le champ réservé à l'affichage ne suffira pas pour tout afficher, dans ce cas le superviseur devra ouvrir la vue des alarmes soit en cliquant sur le bouton **"Alarmes"** (volé de navigation) ou bien sur l'alarme elle-même, cette option est valable dans toutes les vues du SCADA contrairement au bouton du volet de navigation.

En ce qui concerne la partie opérative, l'état des capteurs/actionneurs est représenté avec des animation qui indiquent leurs états, plus d'informations sont indiqué dans **"Aide"** (point d'interrogation bleu) situé en bas-gauche, cette option est valable pour toutes les vues, en cliquant dessus une fenêtre s'ouvre apportant des explications sur le mode opératoire et/ou la signification des symboles présents dans la vue actif, pour la fermer on clique soit sur la même icône, soit sur le bouton **-X-** (en haut-droit), la **figure 3.7** montre le contenu du **Aide** de la vue principale.

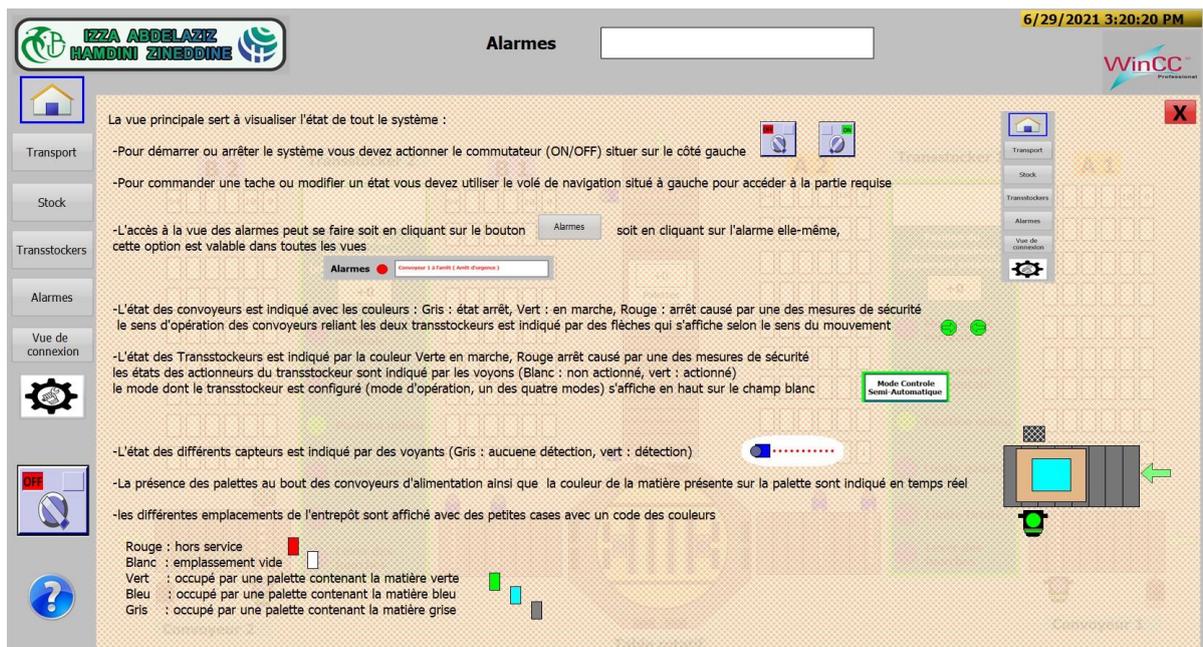


Figure 3.7 SCADA vue principale (Aide)

### 3.5 Transport

Dans la partie transport on trouve les convoyeurs responsables du déplacement des palettes dans l'entrepôt. Lorsqu'on clique sur le bouton transport (SCADA) une nouvelle vue s'affiche (**figure 3.8**) permettant de visualiser clairement le système de transport, sans pouvoir le contrôler. Trois autres boutons apparaissent dans le volet de navigation (convoyeur 1, convoyeur 2, Table rotative) ces derniers permettent de basculer vers les vues correspondantes permettant d'apporter les changements voulus au système.

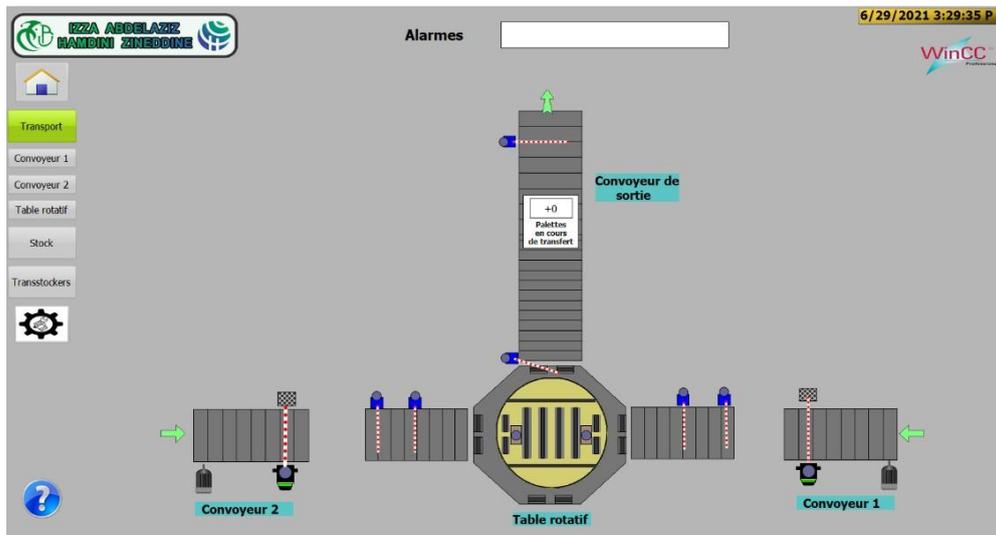


Figure 3.8 SCADA Vue principale Transport

#### 3.5.1 Convoyeurs d'alimentation

Les deux convoyeurs d'alimentation se chargent de l'acheminement des palettes depuis les chaînes de production vers les Transstockeurs, ces derniers peuvent être commandés soit en mode automatique soit en mode manuel (**figure 3.9**).

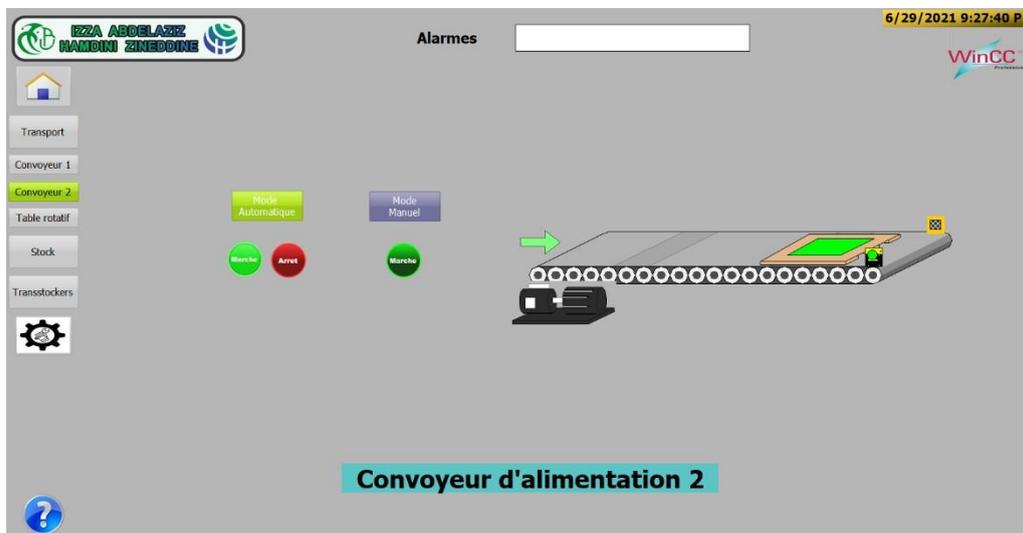


Figure 3.9 SCADA vue de convoyeur d'alimentation 2

### 3.5.1.1 Convoyeurs d'alimentation mode manuel

Lorsque ce mode est sélectionné, seul le superviseur peut commander le convoyeur en cliquant sur le bouton **“marche”** situé au-dessous de la commande manuelle, il doit maintenir son doigt pressé pour qu'il roule, il l'arrête en relâchant ce bouton, le convoyeur s'arrêtera automatiquement lorsqu'une palette atteint le bout du convoyeur même si la commande est encore active, il ne redémarrera qu'à l'absence de la palette, la détection de cette dernière se fait par une photocellule (**figure 3.10**).



*Figure 3.10 Factory io capteur photocellule, convoyeur d'alimentation 1*

### 3.5.1.2 Convoyeurs d'alimentation mode automatique

Une fois le mode automatique est sélectionné, le convoyeur ne se mettra pas en marche avant l'appuie sur le bouton **“marche”** depuis le SCADA ou bien le bouton poussoir vert depuis le pupitre de commande (**figure3.11**), pour l'arrêter il suffit d'appuyer sur le bouton poussoir rouge ou bien le bouton **“arrêt”** depuis le SCADA.

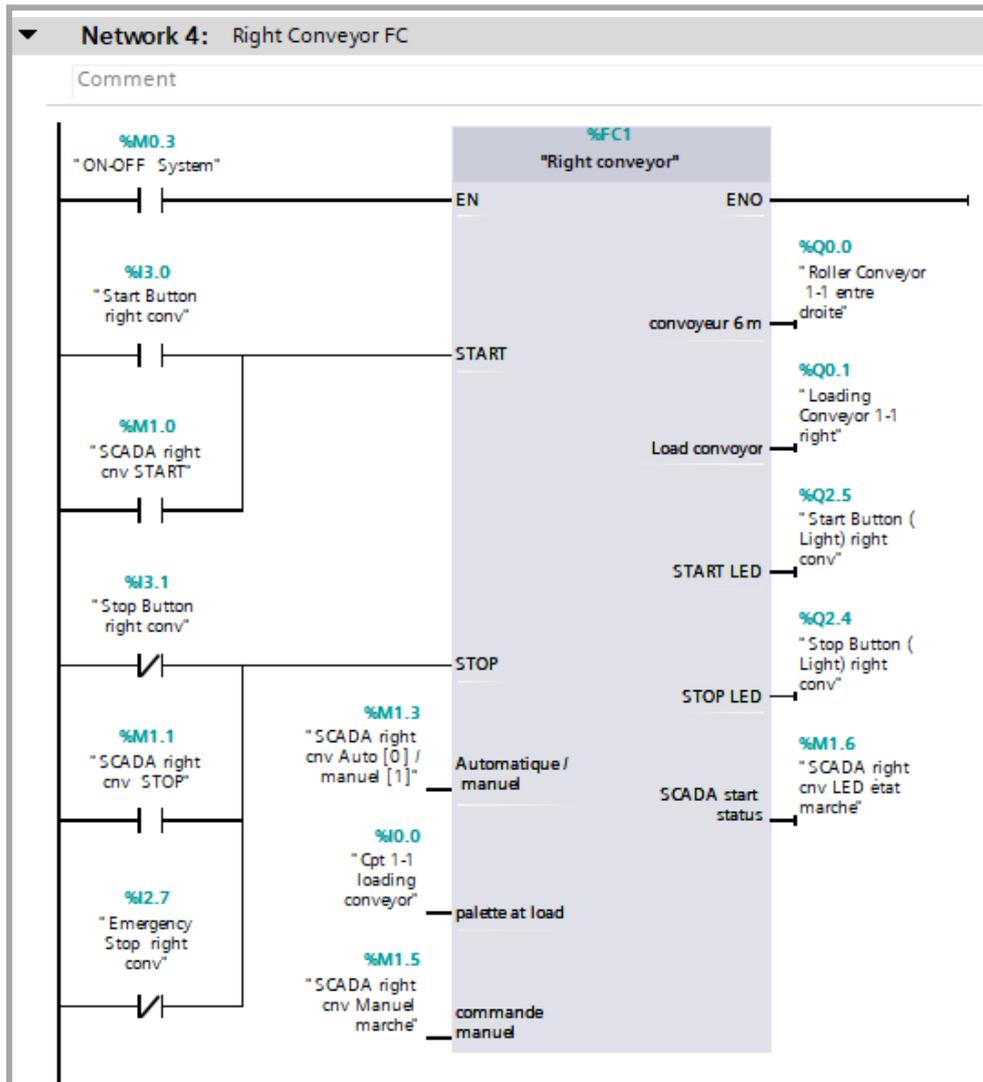
Comme pour le mode manuel une fois une palette est présente au bout du convoyeur, il s'arrête, dans ce cas lorsque le capteur ne capte plus la palette (palette soulevée par le Transstockeur) le convoyeur ne se met pas en marche qu'après une durée de temps bien précise, ce retard est implémenté pour laisser le temps au Transstockeur de finir sa manœuvre et de s'éloignée.



*Figure 3.11 Factory io, Pupitre de commande du convoyeur d'alimentation 1*



Dans la **figure 3.13** nous présentons le block d'appels de la fonction responsable sur les deux modes opératoires du premier convoyeur d'alimentation.



*Figure 3.13 Main [OB1] block d'appel de la fonction qui commande le convoyeur d'alimentation 1*

### 3.5.2 Table rotative

Dans la vue de la Table-rotative **figure 3.14** on peut visualiser les quatre modes opératoires disponibles selon deux catégories : Déstockage et Transfert.

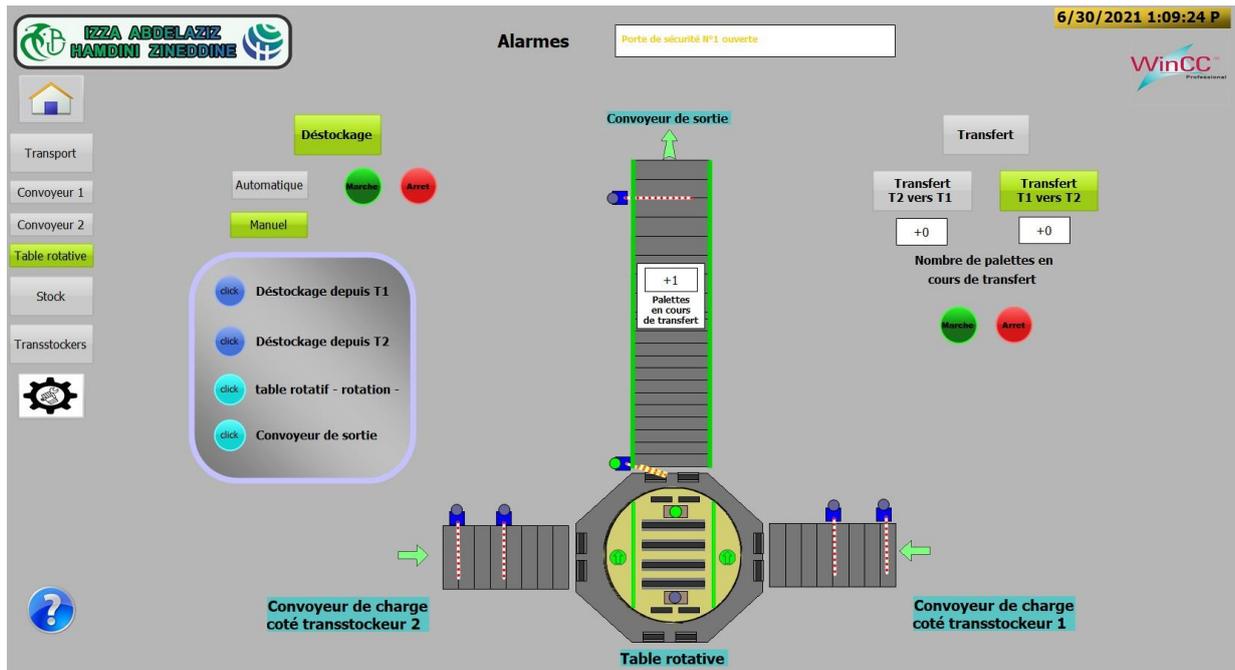


Figure 3.14 SCADA vue de commande de la table rotative, mode déstockage manuel

### 3.5.2.1 Table rotative mode déstockage

Dans le cas de déstockage, la table rotative peut recevoir les palettes depuis les deux Transstockeurs, et transfère ces dernières vers le convoyeur de sortie selon deux modes : manuel ou automatique.

#### a. Table-rotative mode déstockage automatique

Pour lancer ce mode, le superviseur devra sélectionner d'abord le mode déstockage puis automatique avant d'appuyer sur le bouton "marche" adjacent, et pour le stopper il devra appuyer sur le bouton "arrêt" (figure 3.14).

Une fois ce mode est activé, le programme fait appels à une fonction (figure 3.15) qui se charge de gérer les priorités de déstockage (la première palette qui a été déposé).

Comme la figure 3.16 le montre, la table rotative est dotée de deux capteurs capacitifs à ces extrémités, et chaque convoyeur de charge est équipé de deux capteur (photocellules), le premier est au milieu et le deuxième à l'extrémité du convoyeur, coté transstockeur, dans le déstockage on s'intéresse à ceux du milieu, dans le prochain paragraphe nous allons expliquer le fonctionnement dans le cas du déstockage depuis le transstockeur 1.

Lorsque la photocellule de milieu du convoyeur de charge de droite capte la présence d'une palette, le programme donne le signal aux convoyeur de charge droit et la table rotative de rouler vers la gauche jusqu'à ce que le capteur gauche de la table rotative capte la présence

de la palette, une fois sur place, le convoyeur et la table s'arrêtent, la table commence à tourner avec un angle de 90°, une fois à la bonne position, le convoyeur de la table-rotative se met à rouler dans le sens du convoyeur de sortie, lorsque la palette quitte la table rotative elle tourne sens contraire à sa position initiale 0°, le même principe est appliqué lorsqu'une palette est présente du côté gauche.

Le convoyeur de sortie se met en marche dès qu'une palette est captée par la photocellule orienté vers la table, et reste en marche jusqu'à ce qu'elle quitte ce convoyeur.

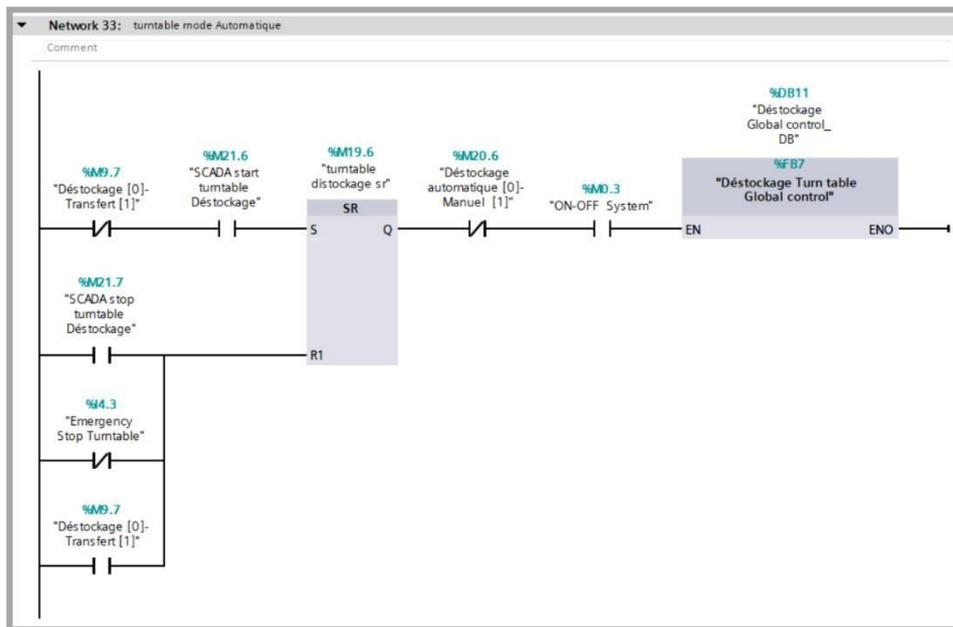


Figure 3.15 Main [OB1] block d'appels de la fonction déstockage automatique table rotative

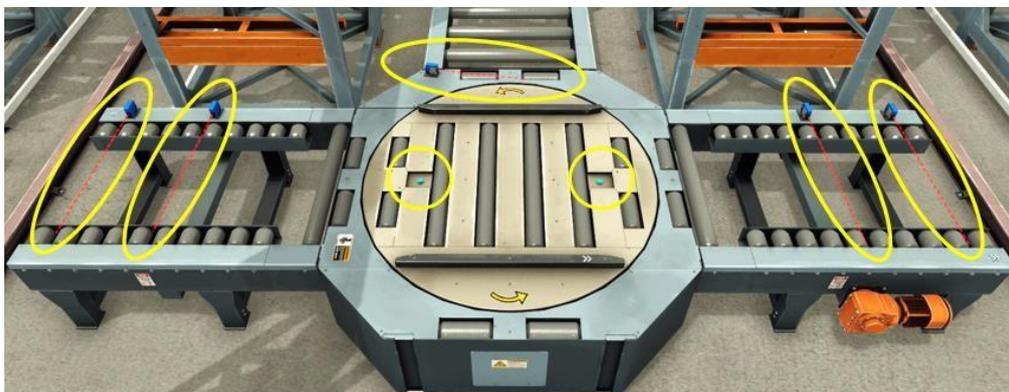


Figure 3.16 Factory io différents capteurs installé au tour de la table rotative

**b. Table-rotative mode déstockage manuel**

Dans la **figure 3.14** le mode manuel est activé, les quatre boutons en-dessous du bouton **“Manuel”** permettent au superviseur de gérer les opérations avec priorités du déstockage.

Les deux premiers boutons commandent la première phase (le coté de déstockage), une fois l’un des deux est cliqué, le convoyeur de charge et la table rotative se mettent à rouler (vers la gauche : Déstockage depuis T1, vers la droite : Déstockage depuis T2), ils ne s’arrêtent que si un signal de détection apparaît au niveau du capteur de la table rotative coté du mouvement, à cette instant la commande du mouvement sera désactivée.

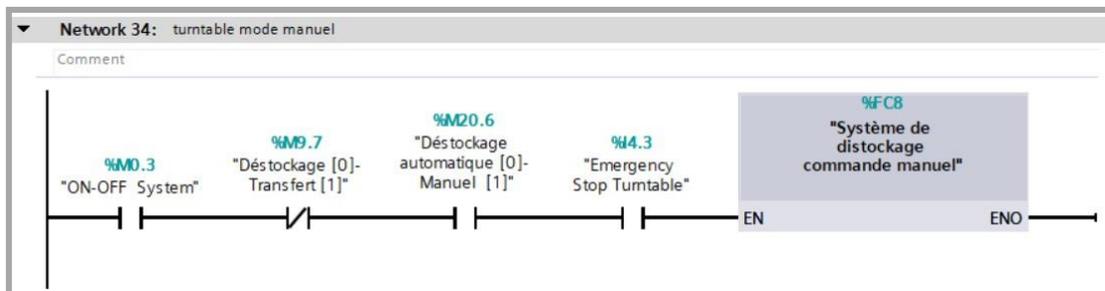
Lorsque l’un des deux boutons est actif, l’autre ne sera pas opérationnelle, le superviseur peut arrêter la tâche en re cliquant sur le même bouton.

La rotation de la table (de 0° à 90°) est commandée par un troisième bouton, une fois activé la table se met à tourner, elle restera dans la nouvelle position jusqu’à la désactivation du même bouton par un deuxième clic.

Pour la touche correspondante au convoyeur de sortie, une fois activé il se met en marche et ne s’arrête que si l’on désactive la commande (deuxième clic sur le même bouton).

Cette touche commande aussi le convoyeur de la table rotative, si cette dernière est dans le sens du convoyeur de sortie **figure\_3.14**, si la table n’est pas à cette position cette commande ne l’infecte pas.

La **figure 3.17** présente le block d’appels de la fonction responsable sur le fonctionnement du mode déstockage manuel de la Table-rotative.



**Figure 3.17** Main [OB1] boc d'appels de la fonction déstockage manuel table rotative

### 3.5.2.2 Table rotative mode transfert

Le mode transfert est utilisé lorsqu'on veut transférer les palettes entre les deux transstockeurs.

Pour activer ce mode, le superviseur doit s'assurer que la table-rotative est à la position initiale, une fois c'est fait, il clique sur le bouton "Transfert" puis sur la partie transfert, le lancement de l'opération se fait en cliquant sur le bouton "marche", et l'arrêter en cliquant sur le bouton "arrêt"

Pour lancer un transfert dans le sens inverse le superviseur devra arrêter la première tâche, change le sens du transfert puis lance la nouvelle tâche (les même boutons "marche" et "arrêt" sont utilisé pour les deux sens), un afficheur en-dessous de chaque mode (sens de transfert) a été ajouté pour permettre au superviseur de savoir quel est le nombre de palettes présentes sur les convoyeurs, il peut aussi repérer leurs positions en surveillant l'état des capteurs (figure 3.18).

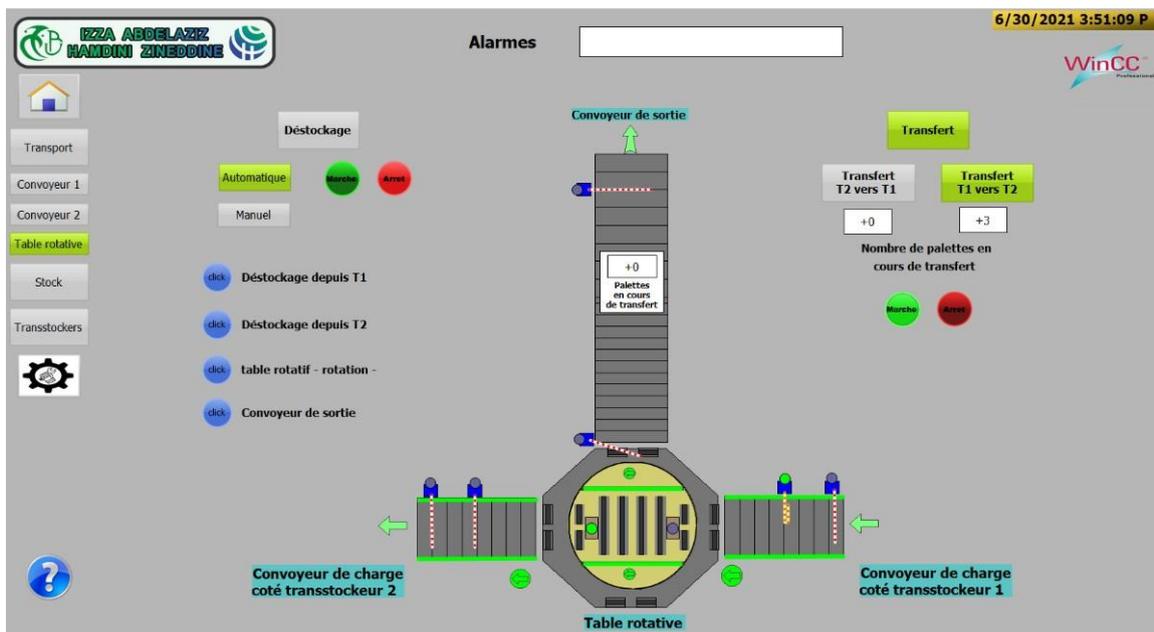
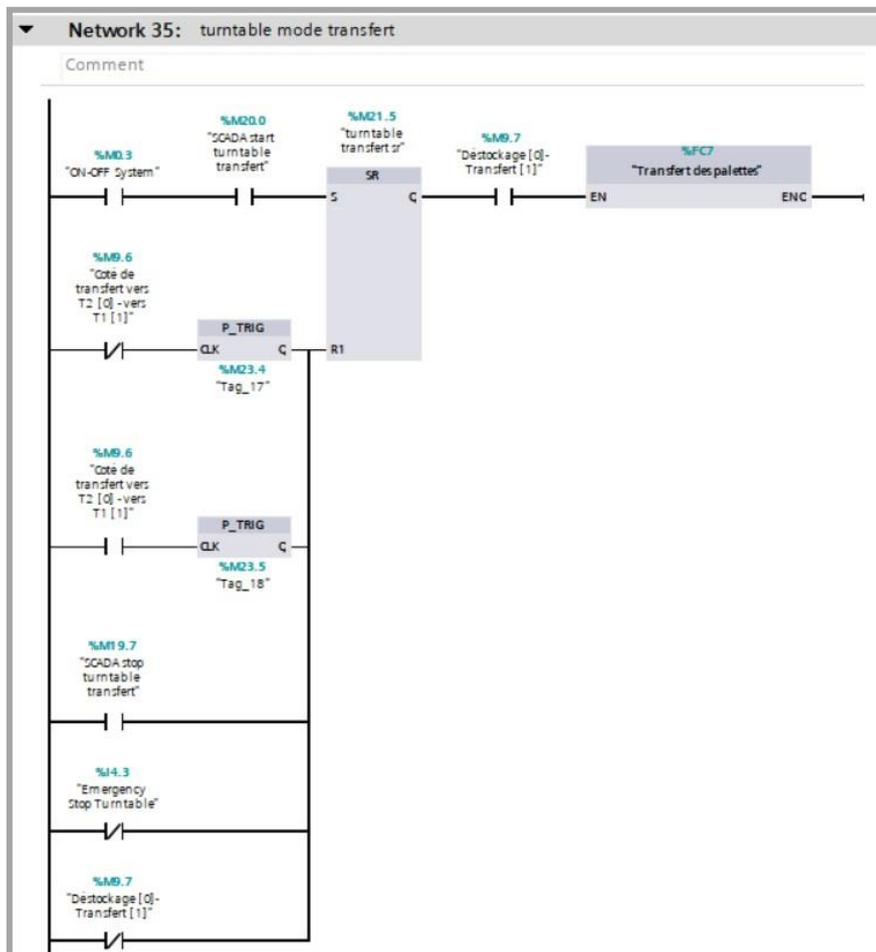


Figure 3.18 SCADA Vue Table-rotative (mode Transfert du premier transstockeur au deuxième)

La **figure 3.19** montre le block d'appels de la fonction qui se charge du mode transfert de la Table-rotative.



**Figure 3.19** Main [OB1] bock d'appel de la fonction du transfert (Table-rotative)

### 3.6 Le Stock

Par stock on se réfère à l'état de chaque emplacement dans l'entrepôt. La **figure 3.20** représente la vue principale du stock avec quatre tableaux (un pour chaque rayonnage), chaque case dans ces tableaux représente un emplacement précis indiqué par une combinaison [X ; Y], X indique l'étagère et Y la colonne, l'état des emplacements est révélé par la couleur affiché :

- Emplacement vide : couleur Blanche
- Emplacement occupé : couleur selon le produit occupant (Bleu, Vert, Gris)
- Emplacement hors service : couleur Rouge

En plus de ces tableaux on trouve sur le côté bas-gauche le nombre total des palettes disponible pour chaque produit, ainsi que le nombre des emplacement vides et hors service.

Pour modifier l'état d'un emplacement ou changer son contenu (produit occupant) le superviseur doit choisir depuis le volé de navigation le coté dans lequel cet emplacement se situe (Stock 1 : A1 et A2 coté Transstockeur 1, Stock 2 : B1 et B2 coté Transstockeur 2), activer la modification manuelle puis fait les changements voulue (figure3.21).

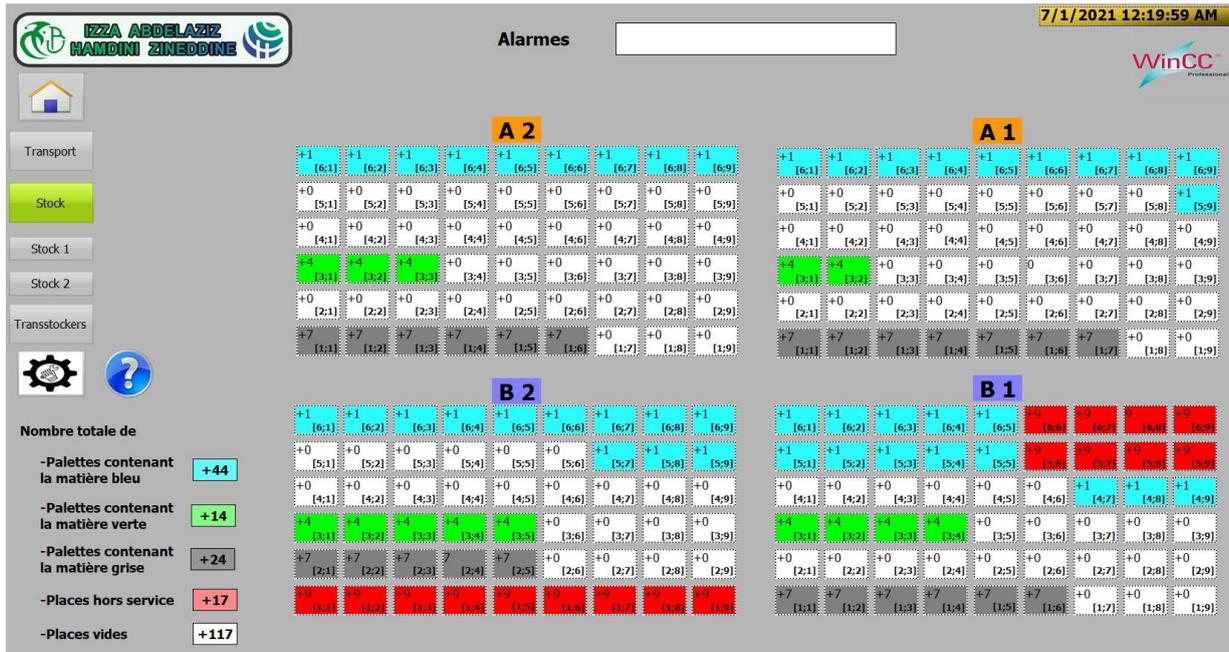


Figure 3.20 SCADA vue principale du stock

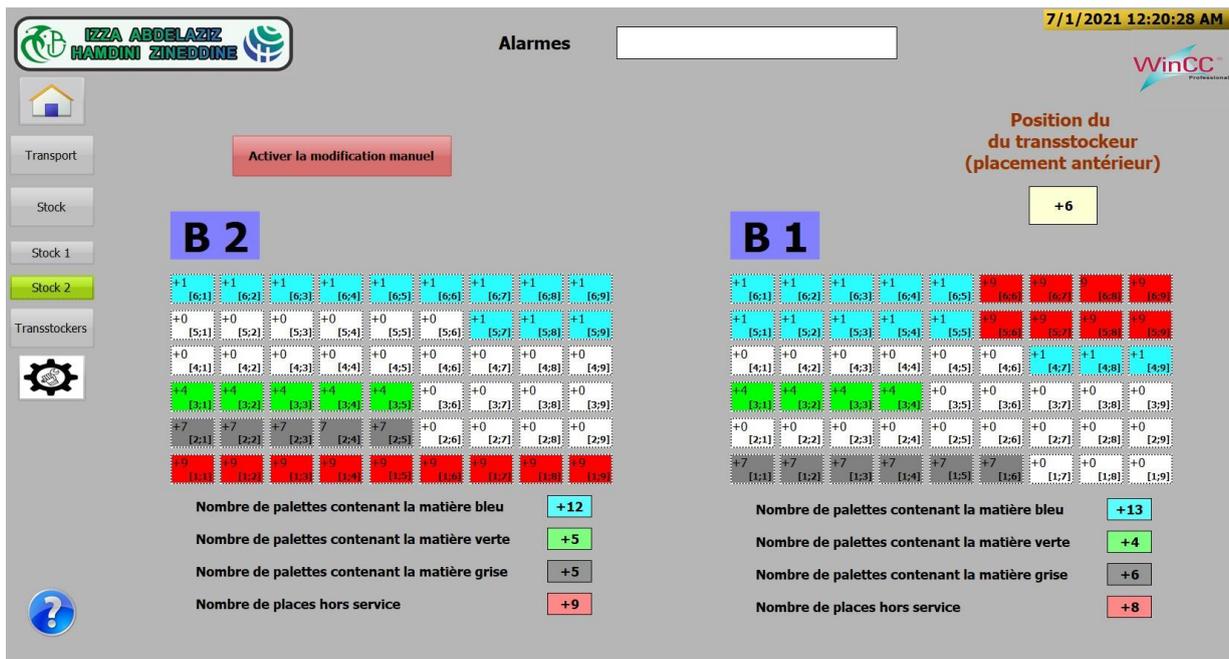
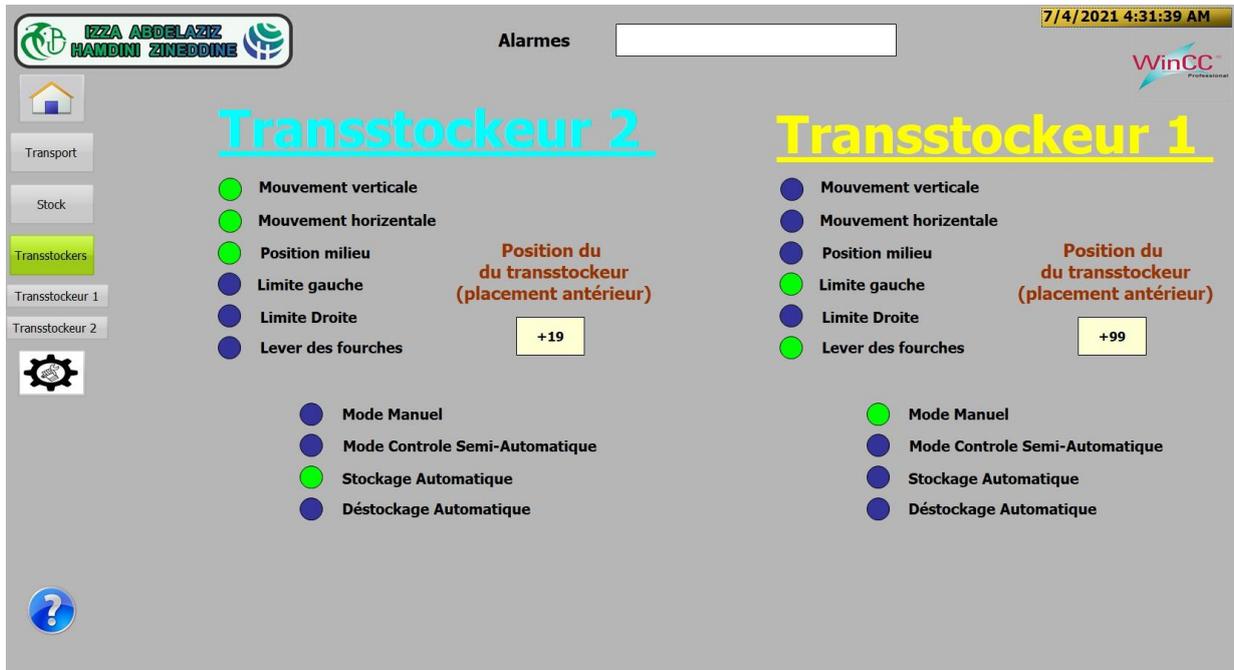


Figure 3.21 SCADA vue Stock (B1, B2), transstockeur 2

### 3.7 Transstockeurs

Les deux Transstockeurs travaillent d'une manière similaire selon quatre modes, pour pouvoir les contrôler, le superviseur devra d'abord ouvrir la vue principale des transstockeurs **figure 3.22**, dans cette vue on trouve les voyants indiquant l'état de chaque transstockeur ainsi que le mode dont ils opèrent.



**Figure 3.22** SCADA vue principale Transstockeurs

Une fois accédé à la vue principale des transstockeurs, deux boutons apparaissent dans le volé de navigation : **“Transstockeur\_1”** et **“Transstockeur 2”**, ils vous orientent respectivement aux **figures 3.23** et **3.24**.

Pour les quatre modes opératoires des Transstockeurs, lorsqu'un d'entre eux est activé, un rectangle apparait en arrière-plan indiquant les boutons associés à ce mode.

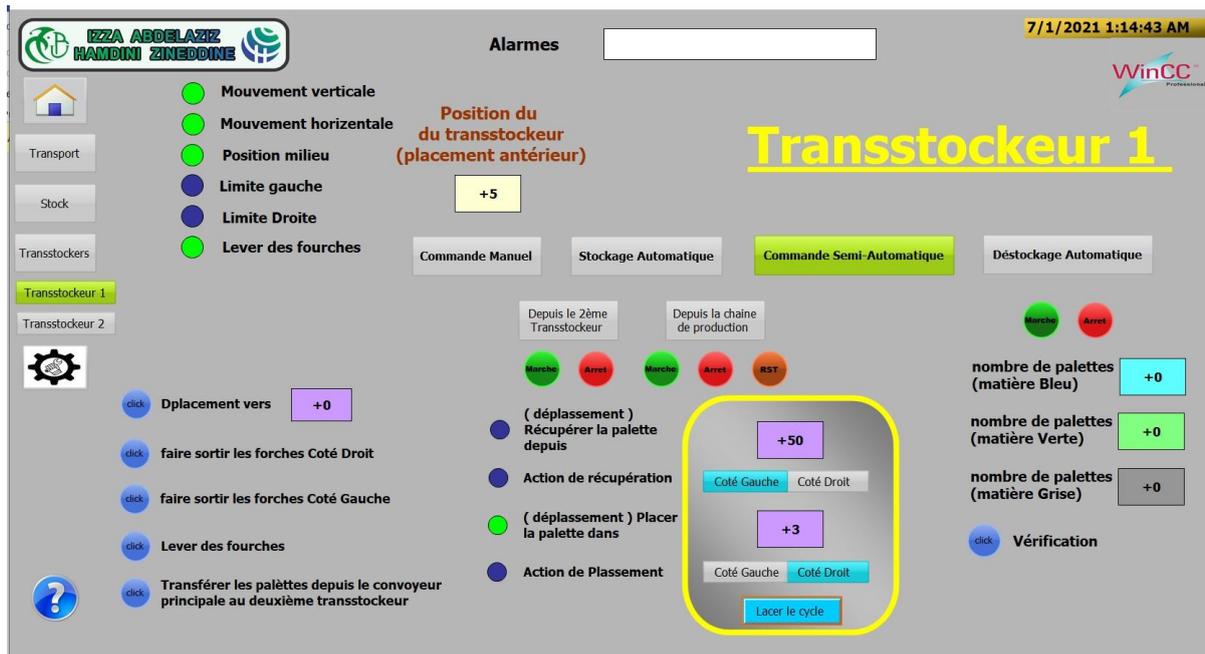


Figure 3.23 SCADA vue transstockeur 1 (mode semi-automatique)

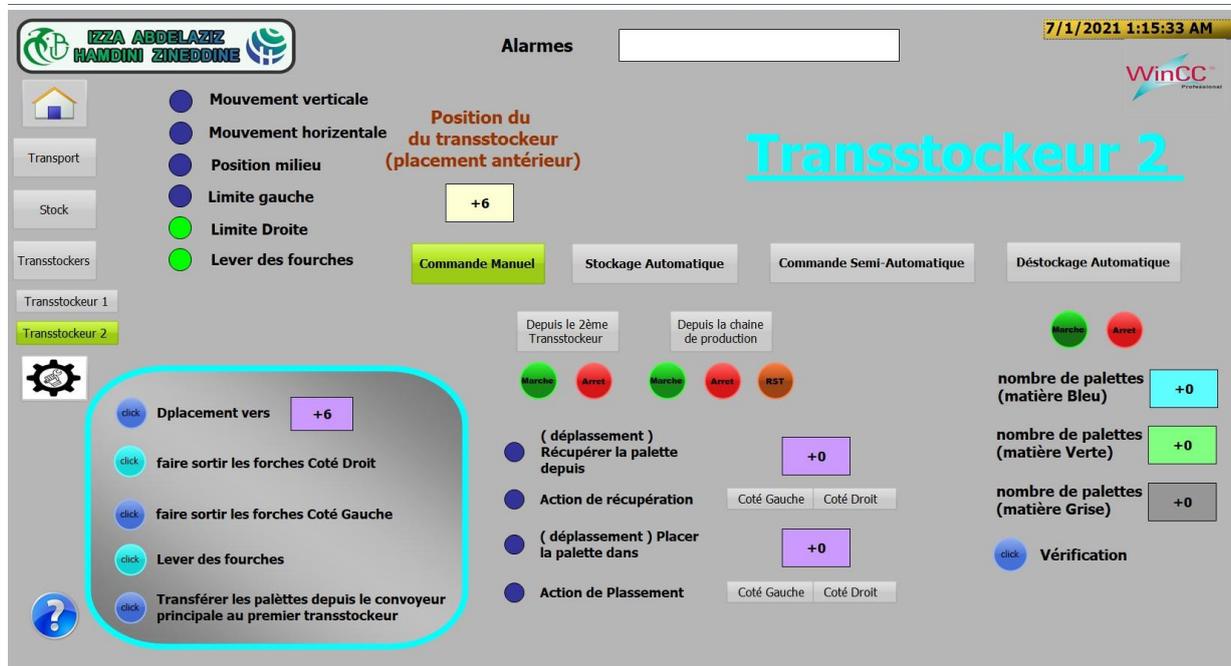


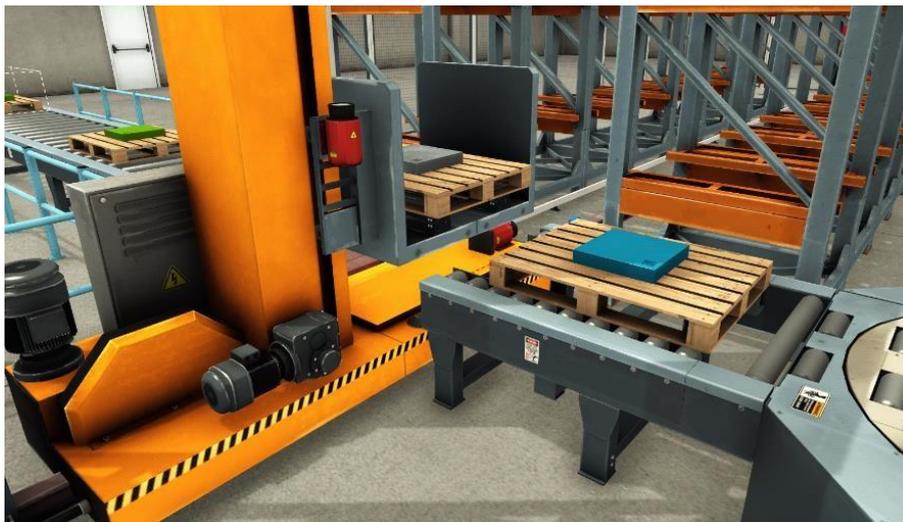
Figure 3.24 SCADA vue transstockeur 2 (mode manuel)

### 3.7.1 Transstockeur commande manuel

Comme la **figure 3.24** le montre, le mode manuel est activé dans le Transstockeur 2, lorsque ce mode est activé nous pouvons commander chaque actionneur du transstockeur séparément, avec certaines conditions de sécurité implémenté en programmation (déplacement non autorisé dans le cas où les fourches du transstockeur ne sont pas au milieu) comme dans la commande manuelle de la table-rotative il suffit de cliquer sur un bouton pour lancer une action, et recliqué dessus pour l'arrêter.

Pour l'action de déplacement nous devons d'abord indiquer la position voulue puis lancer l'action.

La dernière option sert à transférer les palettes depuis le convoyeur d'alimentation au deuxième transstockeur, cette option est très pratique lorsqu'un coté de l'entrepôt est saturé. Avant le lancement de cette opération nous devons s'assuré de la position du transstockeur (il doit être à la position initiale), à chaque fois qu'une palette se manifeste au bout du convoyeur d'alimentation, le transstockeur la soulève et la dépose sur le convoyeur de charge (coté table-rotative), cette dernière devra être configuré en mode transfert. Par mesure de sécurité lorsque le convoyeur de charge est occupé, le transstockeur attendra jusqu'à ce qu'il se libère pour déposer la charge (**figure 3.25**), la **figure 3.26** présente le block d'appel de la fonction responsable sur le mode manuel du Transstockeur 2.



*Figure 3.25 Factory io transstockeur 2 en mode manuel (transfert)*

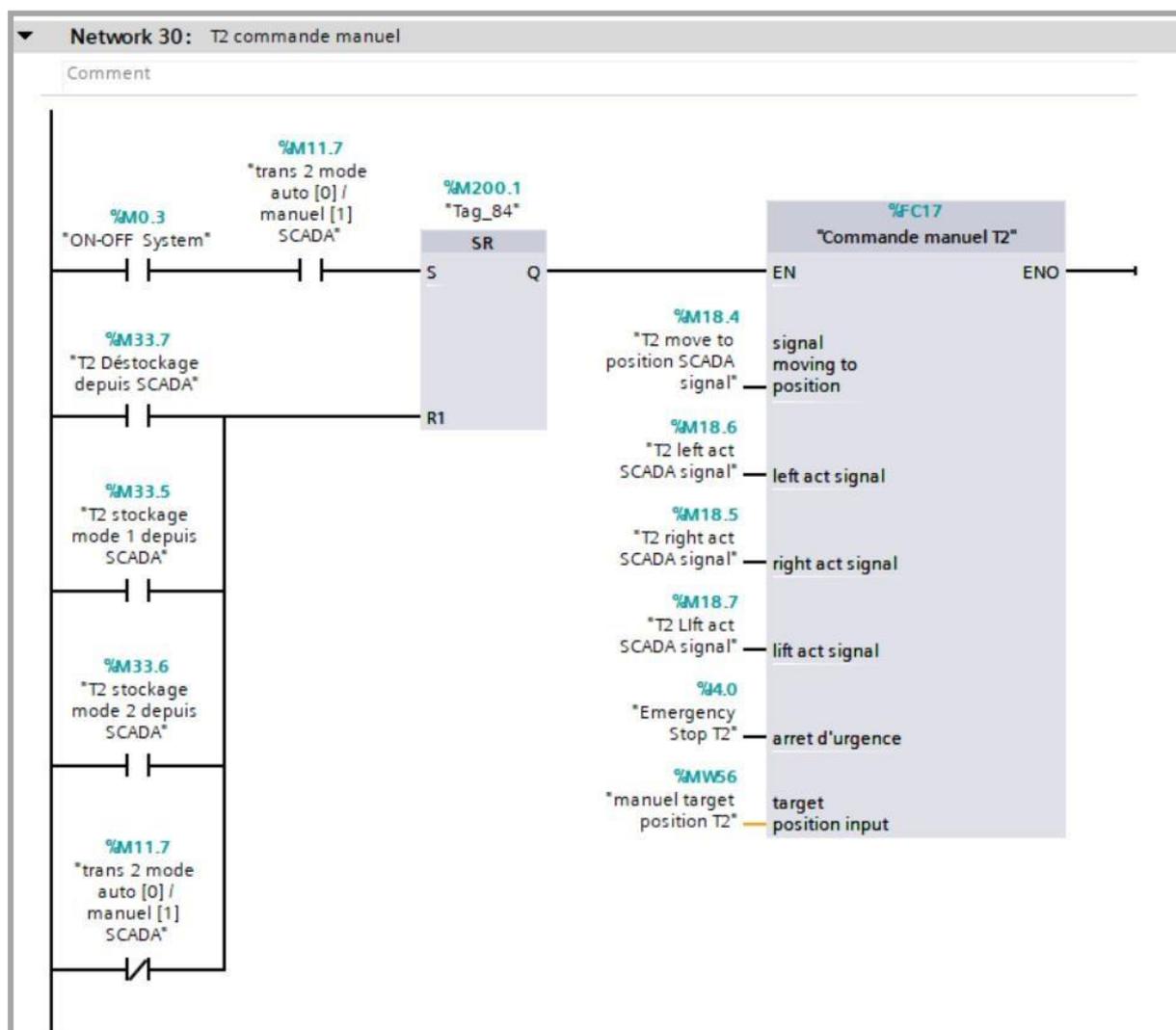


Figure 3.26 Main [OB1] fonction contrôle manuel transstockeur 2

### 3.7.2 Transstockeur commande semi-automatique

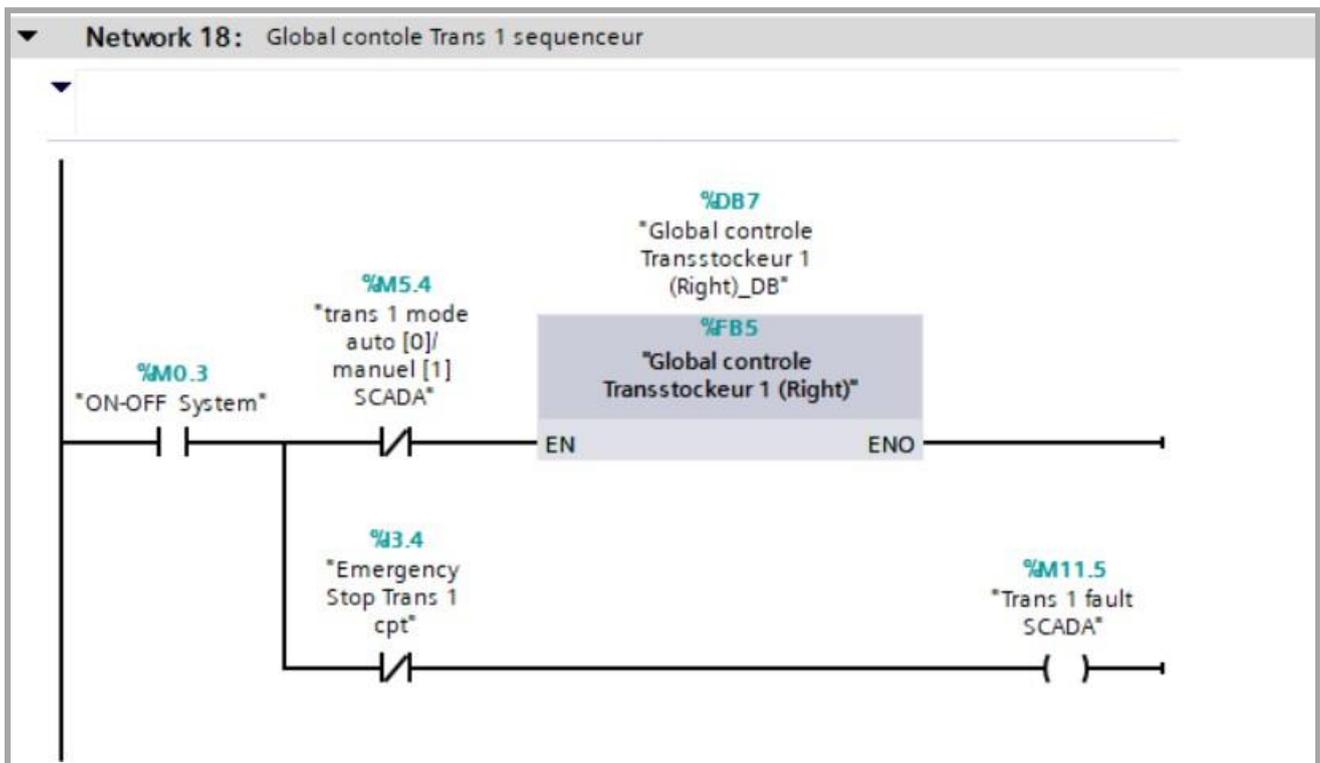
La figure 3.23 présente la vue du Transstockeur 1 avec le mode semi-automatique activé, lorsque ce mode est activé le superviseur aura la main pour désigner la destination depuis laquelle le Transstockeur récupérera la palette, dans quel emplacement il la déposera en plus des côtés de récupération/placement. Une fois c'est fait, il lance l'opération en cliquant sur le bouton "lance le cycle".

En plus des voyants situés au côté haut-gauche de l'interface indiquant l'état des actionneurs du transstockeur, on trouve quatre voyants sur la gauche de la commande semi-automatique indiquant l'opération en cours d'exécution.

La dernière position du transstockeur est révélée par un petit afficheur au-dessus du bouton **“Commande manuel”**, le programme prend en compte cette information pour chaque commande, dans le cas où la nouvelle destination est la même que la dernière position, il va by-passer l’action du déplacement et exécutera la suite du programme directement ; pour faciliter la modification manuelle au superviseur, on trouve cette option présente dans les vues du stock 1 et 2.

Ce mode donne la possibilité d’exécuter toute opération possible par le Transstockeur : stockage, déstockage ou bien changement d’emplacement d’une palette, ce qui est le cas présenté dans la **figure 3.23**.

À la fin de l’opération le bouton **“lance le cycle”** redevienne inactif, en plus de la réinitialisation des entées (cotés récupération/dépôt, emplacements) indiquant la fin de l’opération, et permettant au superviseur de lancer une nouvelle commande, la **figure 3.26** présente le bloc d’appel de la fonction responsable sur les différentes opérations du Transstockeur 1.



**Figure 3.27** Main [OB1] fonction contrôle globale Transstockeur 1

### 3.7.3 Transstockeur mode stockage automatique

Après avoir choisis le mode stockage automatique nous devons choisir le coté de récupération ; deux choix sont disponibles : **“Depuis le deuxième transstockeur”** et **“Depuis la chaîne de production”** (figure 3.28). Une fois le choix est fait on lance le stockage en cliquant sur le bouton **“marche”**, pour l’arrêter on clique sur **“arrêt”**.

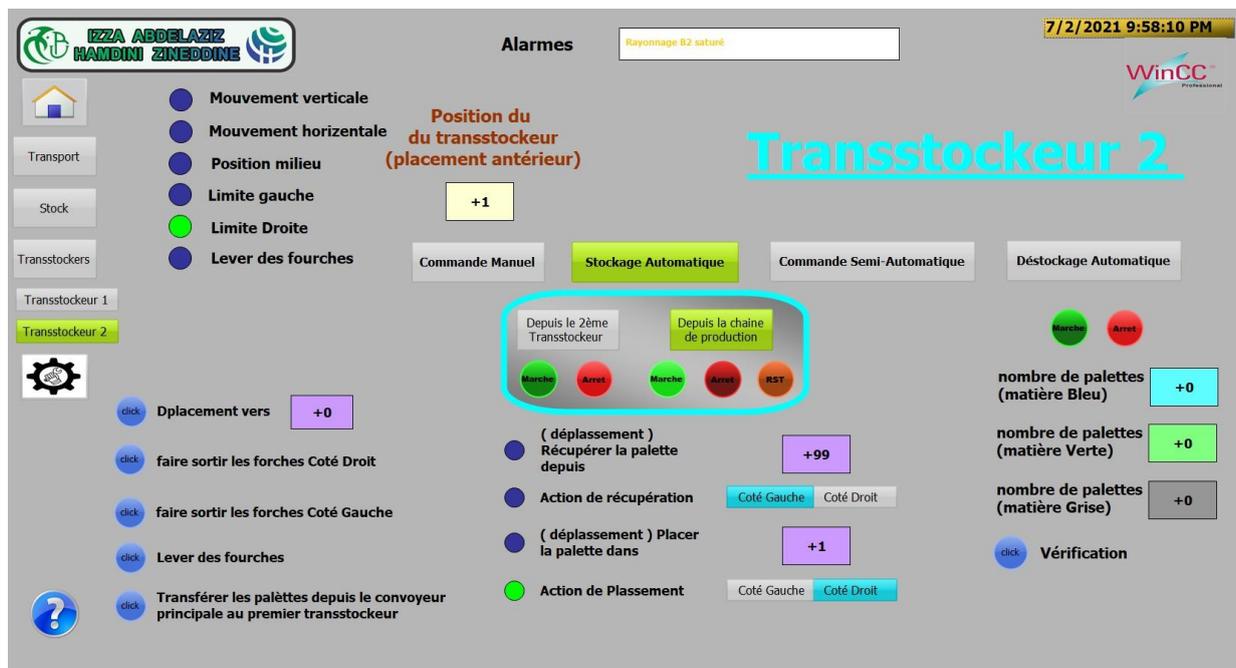
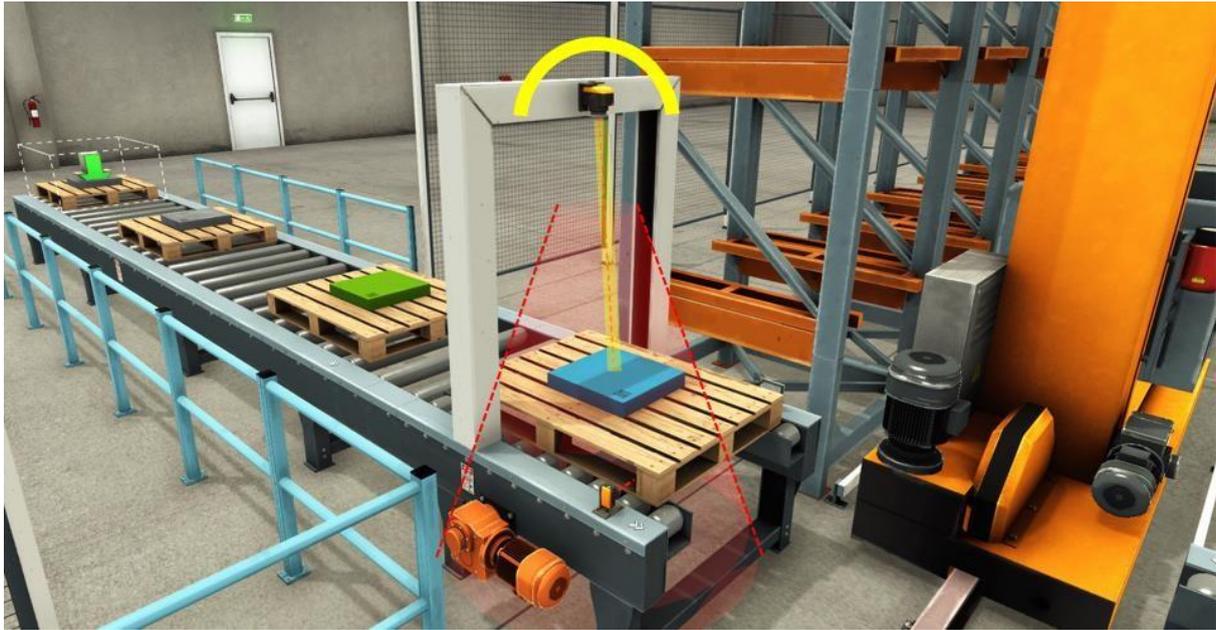


Figure 3.28 SCADA vue Transstockeur 2 mode stockage automatique

Le premier consiste à récupérer les palettes depuis le convoyeur de charge coté table-rotative, on utilise ce mode pour stocker les palettes transférées depuis le deuxième transstockeur, ce mode n’est pas encore opérationnel.

Le deuxième consiste à récupérer les palettes depuis le convoyeur d’alimentation, l’emplacement de stockage de chaque palette sera choisi selon la couleur de la matière présente sur celle-ci, détecté par une caméra de vision **figure 3.29**.



**Figure 3.29** Factory io camera vision, convoyeur d'alimentation 2

Dans les entrepôts automatisés le système de triage se fait par la lecture des codes bar/QR Code, ces codes bar contiennent des informations relatives à chaque produit (nom du produit, dimensions et poids de la palette, date de production/expiration, lot, numéro de la palette...), un lecteur code bar récupère ces informations, et selon les conditions ajoutées au programme les emplacements de stockage seront ordonnés au transstockeur.

Dans notre cas nous avons choisi de faire les tris par poids, les palettes les plus lourdes seront stockées dans les étagères près du sol et les plus légères en-haut.

Seulement trois types de matières premières sont disponibles sous Factory io : Bleu, Vert, Gris. Comme la valeur récupérée par les caméras de vision pour chaque couleur est 1, 4, 7 respectivement, nous avons choisi de prendre ces valeurs comme une référence de poids : la matière grise sera la plus lourde et la bleue la plus légère. L'entrepôt offert par Factory io se compose de six étages sur neuf colonnes. En principe ça nous donne deux étages pour chaque couleur.

Nous avons mis en œuvre un algorithme qui récupère la valeur de la caméra de vision lorsqu'une palette est présente au chargement (au bout du convoyeur d'alimentation) et fournit la destination de stockage comme suite :

Chaque rayonnage est représenté par un vecteur de 54 cases (quatre vecteurs en tout), l'état de chaque emplacement est représenté par une valeur numérique :

- Zéro "0" : emplacement vide.
- Neuf "9" : emplacement hors service.
- Un "1" : emplacement occupé par une palette contenant la matière Bleu.
- Quatre "4" : emplacement occupé par une palette contenant la matière Verte.
- Sept "7" : emplacement occupé par une palette contenant la matière Grise.

Ces mêmes valeurs sont affichées dans chaque emplacement en plus de la couleur correspondante dans la vue du stock (**figure 3.20**).

Une fois la valeur de la caméra vision est récupéré par le programme un scanne pour le vecteur correspondant au rayonnage cible sera fait selon trois cas possible :

Si la matière présente est de la couleur grise : le scanne des vecteurs se fera de la première case jusqu'à la 54<sup>ème</sup>, la position de la première case vide rencontré (valeur zéro) sera récupérée comme position de stockage.

Si la matière présente est de la couleur bleue : le scanne des vecteurs se fera de la 54<sup>ème</sup> case jusqu'à la première, la position de la première case vide rencontré (valeur zéro) sera récupérée comme position de stockage.

Si la matière présente est de la couleur verte : le scanne des vecteurs se fera de la 19<sup>ème</sup> case jusqu'à la 54<sup>ème</sup>, la position de la première case vide rencontré (valeur zéro) sera récupérée comme position de stockage, si aucune place n'est disponible dans cette marge, le programme fera un scanne des 18 premières cases en appliquant le même principe.

Pour les trois cas possibles les cases contenant la valeurs neuf (hors service), ne seront pas pris en compte lors de repérage des emplacements vides.

Si aucune place n'est disponible dans un rayonnage, un avertissement sera affiché (**figure 3.28**) dans le volet des alarmes (texte de couleur jaune) indiquant quel rayonnage est saturé, si c'est le cas pour les deux côtés le transstockeur s'arrêtera à sa dernière position est attendra de nouvelles instructions.

Pour commander le déplacement du transtockeur on doit fournir l'emplacement voulue : un numéro entre 1 et 54 ; haut de là, le transstockeur revient à sa position initiale, c'est pour cette raison qu'on a utilisé la position 99 pour revenir à la position initiale, et pour l'arrêter là où il est on lui fournit un zéro.

Une fois l'emplacement de la position dans lequel la palette sera stocké est repéré, le coté sera automatiquement sélectionné selon le rayonnage correspondant, ces informations seront fournies à la fonction responsable sur le mouvement du transstockeur (**figure 3.27**) avec la position et le coté de récupération (les mêmes pour chaque cycle), une fois c'est fait, la fonction du stockage automatique (**figure 3.30**) lance l'opération.

Juste après le placement de chaque palette, la fonction de stockage automatique fait appel à une autre fonction (**figure 3.31**), avec qui elle partage les mêmes coordonnées pour écrire dans la case mémoire du vecteur correspondant la valeur récupérée par la caméra vision (type de matière).

Ces opérations se répètent à chaque fois qu'une palette est présente au chargement, jusqu'à la saturation de l'entrepôt.

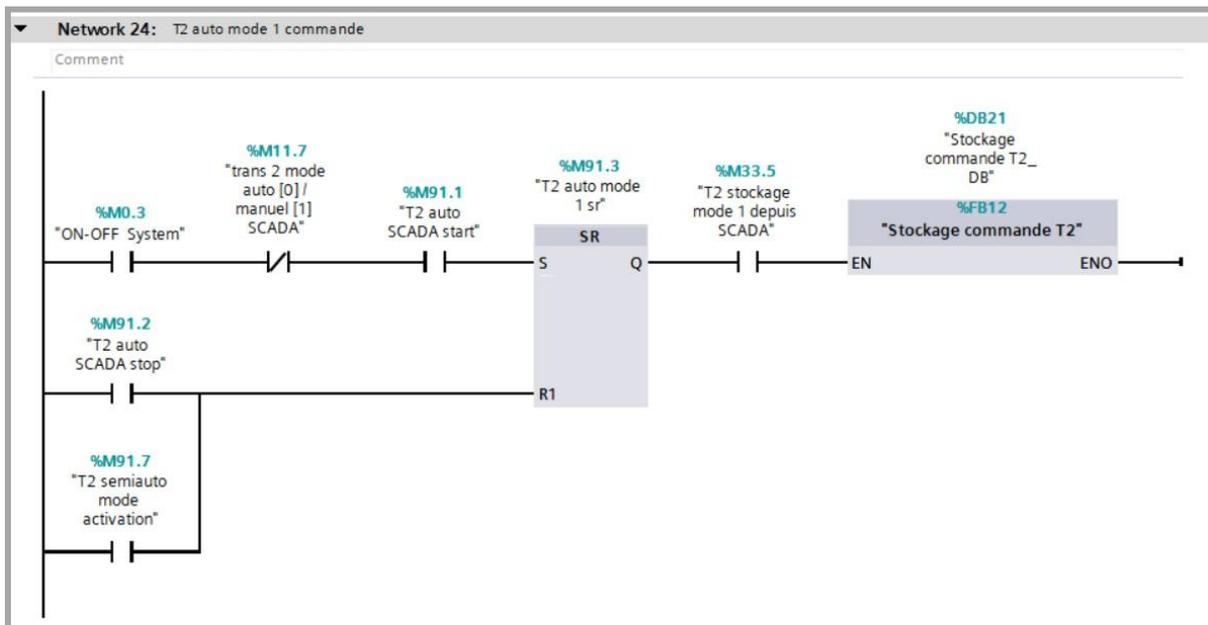


Figure 3.30 [OB1] fonction de stockage automatique transstockeur 2

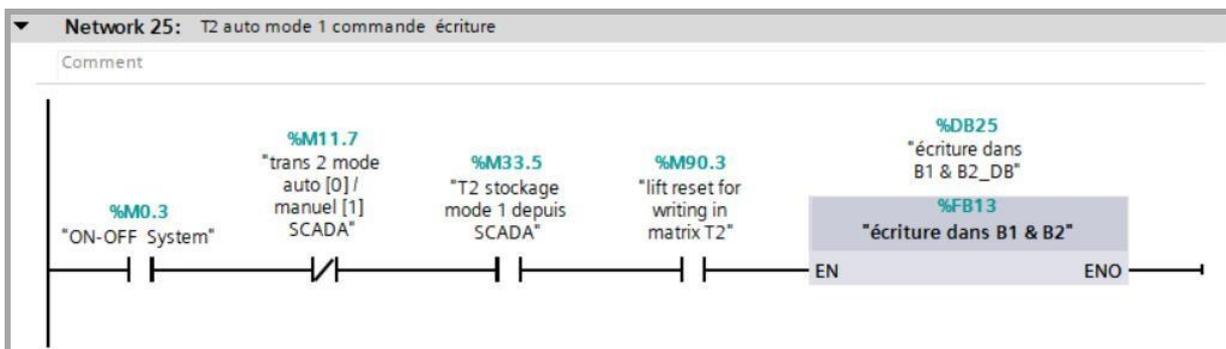
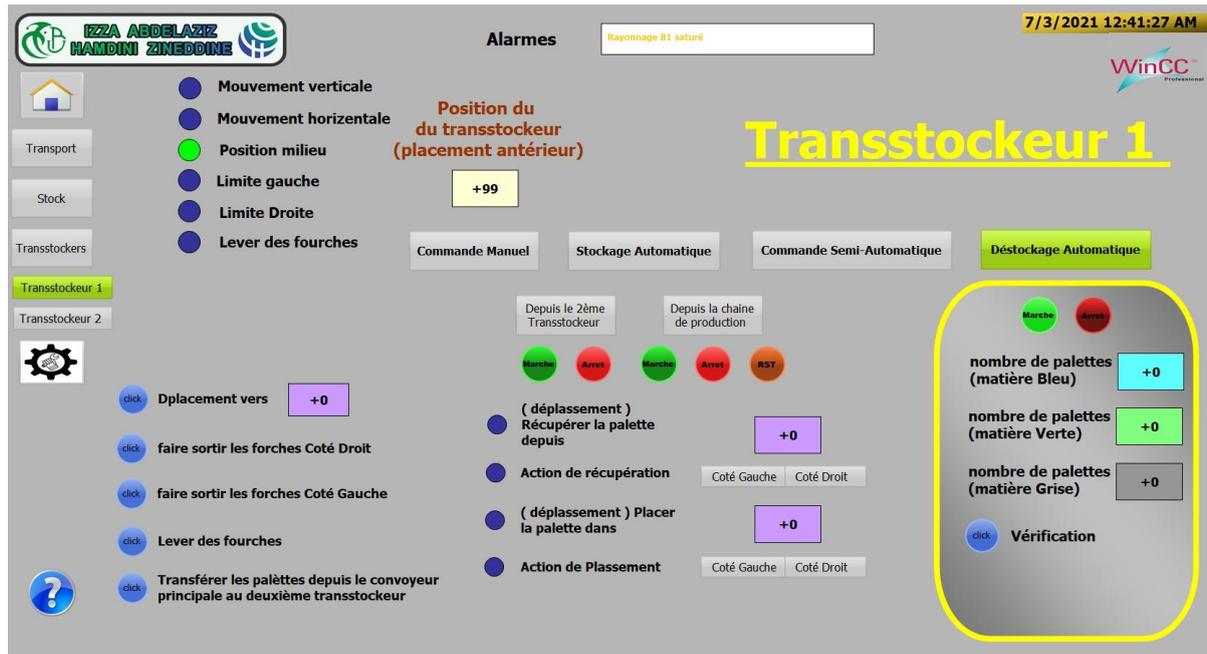


Figure 3.31 Main [OB1] fonction de stockage automatique transstockeur 2 (écriture des valeurs)

### 3.7.4 Transstockeur mode déstockage automatique

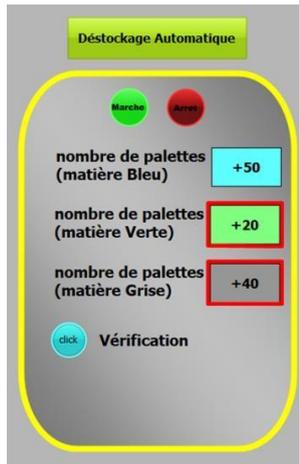
La **figure 3.32** montre l'interface SCADA vue du Transstockeur 1 en mode déstockage.

Pour lancer Le mode déstockage, comme pour toute autre opération nous devons d'abord arrêter le mode en cours, puis cliqué sur le mode déstockage automatique, puis sur le bouton **"marche"** pour activer le mode, on clique sur **"arrêt"** le stopper.



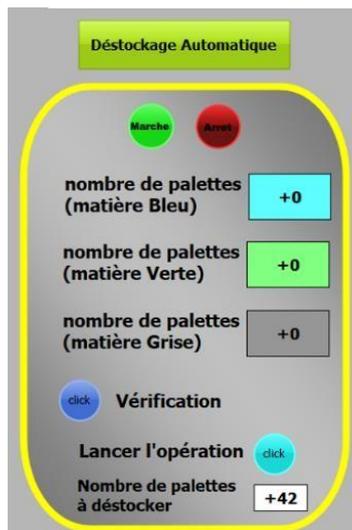
**Figure 3.32** SCADA vue du Transstockeur 1 en mode déstockage

Dans ce mode chaque transstockeur se charge des deux rayonnages qui lui conviennent, pour lancer le déstockage nous devons designer le nombre de palettes qu'on veut déstocker de ce côté, puis cliqué sur le bouton de vérification, si le nombre de palettes demandé n'est pas disponible en stock de se coté (rayonnages A1 et A2 pour le transstockeur 1) le rectangle correspondant au champ d'entré des valeur aura un contour enrouge indiquant la non disponibilité de ce nombre de palettes comme le montre la **figure 3.33**.



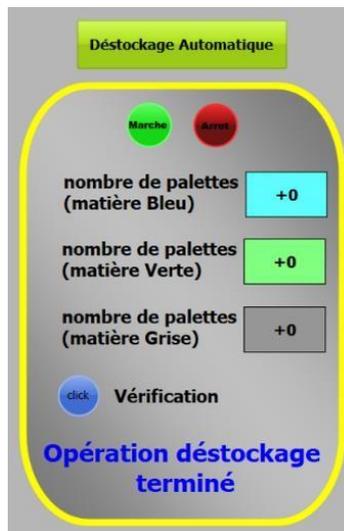
**Figure 3.33** SCADA transstockeur 1 mode déstockage vérification (nombre demandé non disponible)

Dans ce cas le superviseur aura la main pour modifier ces valeurs, une fois la modification est faite, il cliquera sur le bouton de vérification, si le nombre est bon, une autre commande apprêtera pour lancer le déstockage (**figure 3.34**), à ce moment aucune modification n'est possible, il doit donc lancer le cycle. À partir de l'affichage accompagné, il pourra connaître le nombre de palettes restant à déstocker. Dans le cas où une modification de nombre de palettes à déstocker est nécessaire après la vérification, le superviseur devra stopper l'action par "arrêt", quittera le mode (basculer vers un des trois autre modes) puis refaire les mêmes étapes depuis le début comme si c'était la première fois.



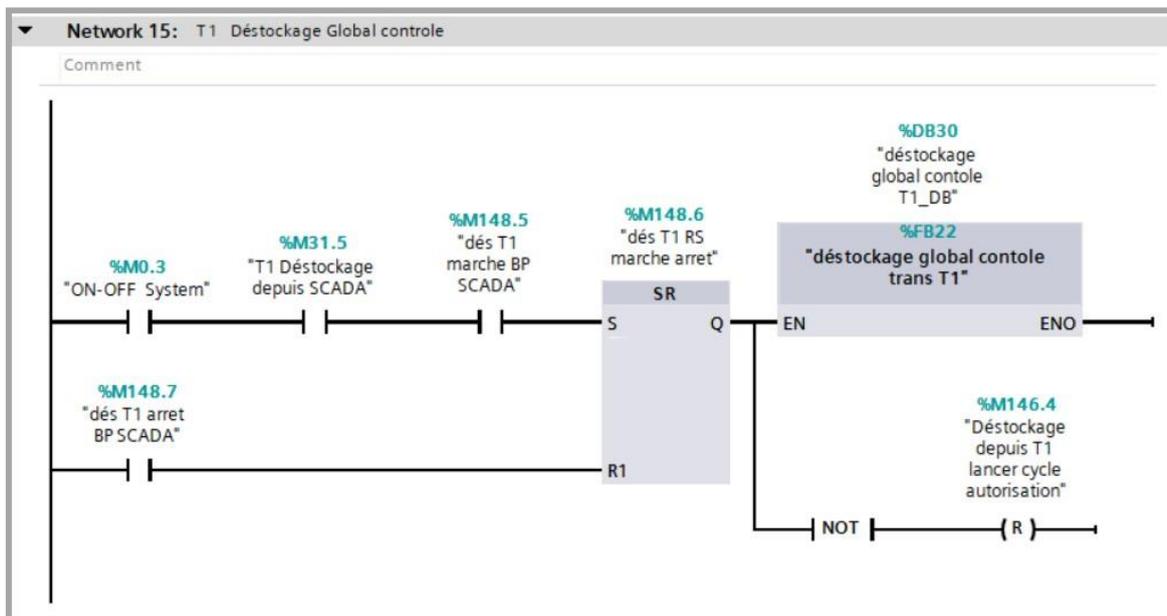
**Figure 3.34** SCADA transstockeur 1 mode déstockage (lancement de l'opération)

A la fin du déstockage une indication apparaît à la place de la commande du lancement de l'opération, indiquant la fin du déstockage (**figure .35**).



**Figure 3.35** SCADA transstockeur 1 mode déstockage (fin de l'opération)

La fonction responsable sur le déstockage automatique est représentée dans la **figure 3.36**.



**Figure 3.36** Main [OB1] fonction control déstockage Transstockeur 1

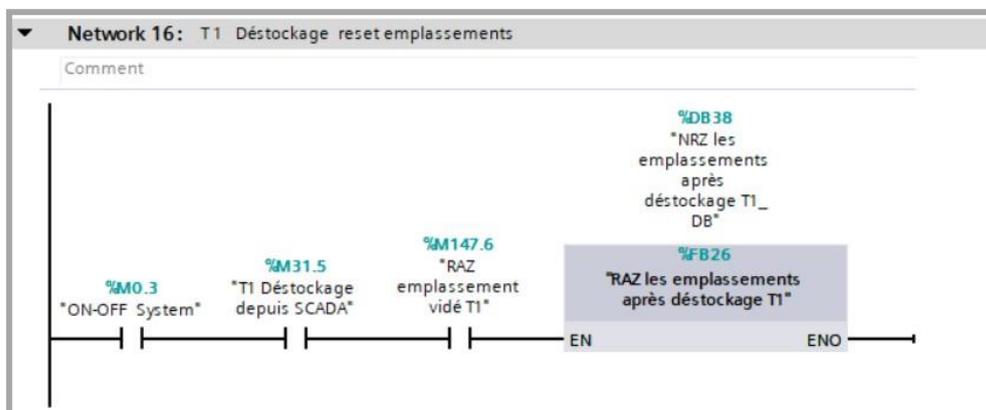
Lorsqu'on active le mode déstockage automatique le programme fait appel à la fonction en dessus (**figure 3.36**), cette dernière appelle plusieurs fonctions pour assurer le bon fonctionnement de la tâche.

En premier lieu elle appelle une fonction de vérification pour s'assurer de la disponibilité du nombre de palettes demandé, et selon le résultat obtenu soit on obtient l'affichage de la **figure 3.33** indiquant la non disponibilité des palettes ou bien celui de la **figure 3.34** pour lancer l'opération.

Dans le deuxième cas, une fois l'opération est lancée une autre fonction rentre en jeu, cette fonction scanne, en même temps, les vecteurs correspondant aux rayonnages du côté du Transstockeur commandé, repérera les emplacements des palettes pour chaque matière, et sauvegarde ces informations dans un tableau de deux dimensions sur une longueur de 108 cases. La première dimension est pour la position et la deuxième est pour le côté de la palette, une fois c'est fait, un séquenceur se chargera de récupérer ces coordonnées puis les transférer en plus des coordonnées de placement (position 99, côté gauche pour le Transstockeur 1), cycle par cycle, à chaque fois il active la commande du lancement du cycle et attend l'indication de fin de l'opération pour transmettre les nouvelles coordonnées, une fois le nombre de palettes à déstocké égale à zéro, le séquenceur s'arrête.

D'autres commande prennent le relais, et remettent à zéro les compteurs ainsi que tout valeur temporaire utilisé par le séquenceur, un message sera affiché dans l'interface du transstockeur permettant au superviseur de passer à d'autres opérations.

Pendant l'exécution des opérations de déstockage une fonction responsable sur l'écriture dans les vecteurs correspondants aux rayonnages est appelée à chaque fois qu'une palette est soulevé de sa place (**figure 3.36**), cette fonction remet l'état des emplacements vidés à zéro à chaque fois. On peut visualiser l'implication de cette fonction dans la vue du stock (couleurs des cases).



**Figure 3.37** Main [OB1] la fonction qui remet à zéro les emplacements vidés par le déstockage automatique

Pour les trois modes : stockage automatique, déstockage automatique et mode semi-automatique, la même fonction (**figure 3.27**) est appelée à chaque fois, la seule différence est la source des commandes ; pour les deux modes automatiques, le programme se charge de transférer les coordonnées de récupération et placement ainsi que le lancement du cycle, tandis que ces dernières sont désigné par le superviseur dans le mode semi-automatique, et le lancement du cycle (de l'opération) se fait par un clique sur le bouton correspondant qui s'affiche une fois le mode semi-automatique est activé, on peut aussi remarquer que les mêmes voyants indiquant l'étape en cour d'exécution dans la vue des transstockeurs sont utilisé pour les trois modes.

Pour empêcher tout interférence avec le fonctionnement des modes automatique, une fois le mode semi-automatique n'est plus actif, la touche du lancement de l'opération disparaîtra, en plus de la désactivation des touches indiquant les positions ciblées et les côtés de récupération et placement, seulement leurs états peut être visualisé.

### 3.8 Alarmes et autorisations

Pour des raisons de sécurité, l'accès aux vues du SCADA n'est pas donné à tout le monde, le superviseur doit d'abord s'identifier pour qu'il puisse accéder aux vues de commande et supervision du SCADA.

En plus des droits d'accès, quelques commandes comme la mise en marche ou l'arrêt de tout le système (commutateur ON/OFF présent dans la vue principale) n'est autorisé qu'aux personne ayant un droit d'accès d'administrateur. En plus des autorisations de commandes, l'accès aux différentes vues de commande n'est donné qu'aux personnes ayant les droits : moniteur et opérateur (**figure 3.38**).

Durant l'exécution des différentes opérations plusieurs problèmes ou imprévus peuvent survenir à tout moment. Sous certaines conditions les opérateurs sur cite peuvent appuyer sur un arrêt d'urgence pour arrêter une partie de la partie opérative.

Pour des raisons de traçabilité et de visualisation, plusieurs alarmes ont été configuré sellons les événements que nous avons pu assimiler, la **figure 3.39** présente la table des alarmes.

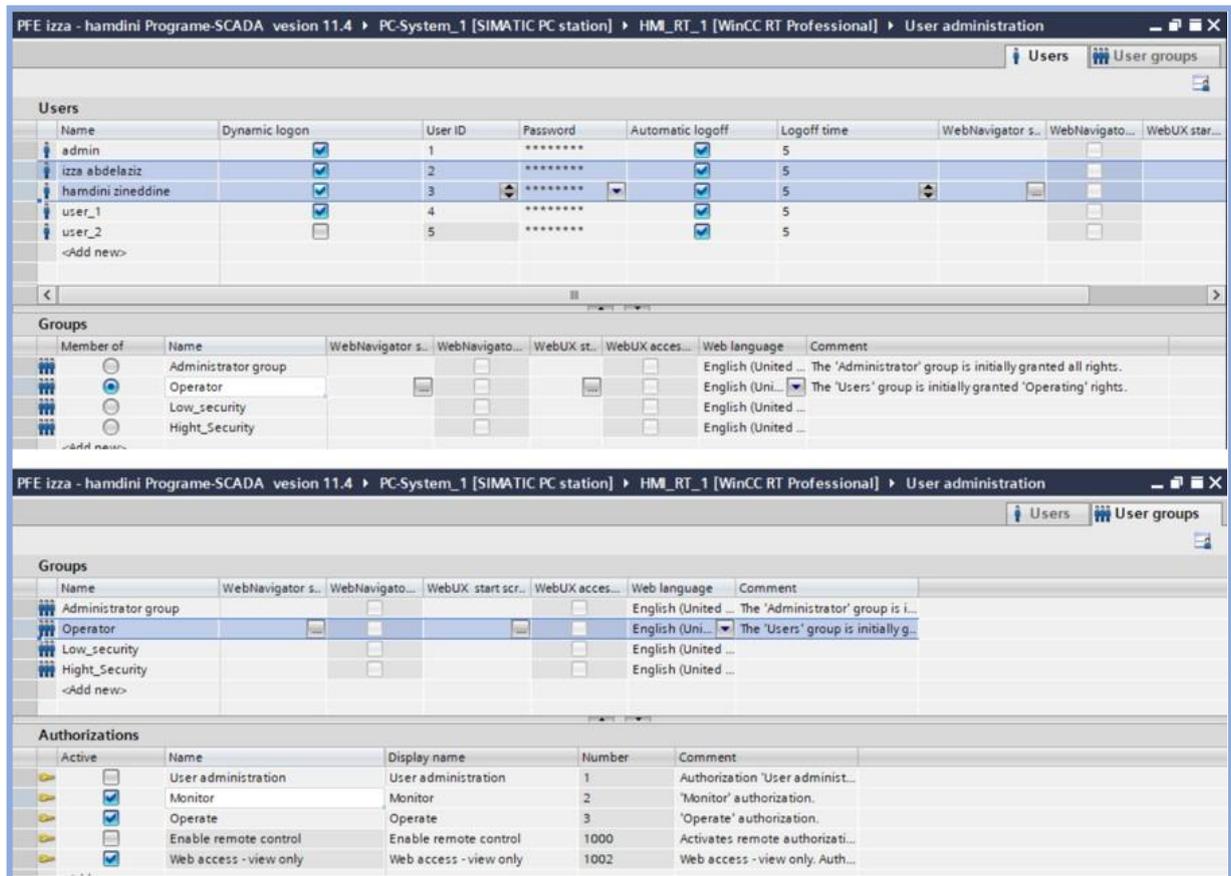


Figure 3.38 SCADA utilisateurs et droits d'accès

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge...	Acknowl...	Ackn...	Single ackno...
2	Discrete_alarm_2	Transstockeur 1 à l'arrêt ( Arrêt d'urgence )	Errors	Trans1fault...	0	T1alarma...	0	<input type="checkbox"/>
3	Discrete_alarm_3	Table rotatif, et ces convoyeurs à l'arrêt ( Arrêt d'urgence )	Errors	SCADAturnt...	0	tablealar...	0	<input type="checkbox"/>
4	Discrete_alarm_4	Transstockeur 2 à l'arrêt ( Arrêt d'urgence ).	Errors	Trans2fault...	0	T2alarma...	0	<input type="checkbox"/>
5	Discrete_alarm_5	Convoyeur 2 à l'arrêt ( Arrêt d'urgence )	Errors	SCADAleftc...	0	C2alarma...	0	<input type="checkbox"/>
6	Discrete_alarm_6	Transstockeur 1 ne peut pas déposer la palette, convoyeur occupé	Warnings	T1mustwaite	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
7	Discrete_alarm_7	Transstockeur 2 ne peut pas déposer la palette, convoyeur occupé	Warnings	T2mustwaite	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
8	Discrete_alarm_8	Porte de sécurité N°1 ouverte	Warnings	SafetyDoor1	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
9	Discrete_alarm_9	Convoyeur 1 à l'arrêt ( Arrêt d'urgence )	Errors	SCADArigh...	0	C1alarma...	0	<input type="checkbox"/>
1	Discrete_alarm_1	Rayonnage A1 saturé	Warnings	matrice_A1...	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
10	Discrete_alarm_10	Rayonnage A2 saturé	Warnings	matrice_A2...	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
11	Discrete_alarm_11	Rayonnage B1 saturé	Warnings	matrice_B1...	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
12	Discrete_alarm_12	Rayonnage B2 saturé	Warnings	matrice_B2...	0	<No tag>	0	<input type="checkbox"/>
13	Discrete_alarm_13	Palette présente au chargement, convoyeur d'alimentation 1, sans matière première !!	Errors	absensem...	0	absensM...	0	<input type="checkbox"/>
14	Discrete_alarm_14	Palette présente au chargement, convoyeur d'alimentation 2, sans matière première !!	Errors	absensem...	0	absensM...	0	<input type="checkbox"/>

Figure 3.39 SCADA table des alarmes

Lorsqu'une alarme apparaît, on peut la voir dans toutes les du SCADA en haut-milieu, en cliquant dessus, une nouvelle vue contenant la table des alarmes survenues s'ouvre, deux types d'alarmes ont été configuré : les alarmes qui stoppent le déroulement du processus appelé **Errors** et celles qui ne stoppe pas le processus appelé **Warnings**, la **figure 3.40** présente la configuration des alarmes.

Display name	Name	State machine	Log	Backgro...	Text col...	Backgro...	Text col...	Backgro...	Text col...
Errors	Errors	Alarm with single-mode acknowled...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
Warnings	Warnings	Alarm without acknowledgment	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
System	System	Alarm without outgoing without ac...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
Diagnostics	Diagnosis events	Alarm without outgoing without ac...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
A	Acknowledgement	Alarm with single-mode acknowle...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
NA	No Acknowledgement	Alarm without acknowledgment	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0...	255...	0, 0...	255...	0, 0...
<Add new>									

**Figure 3.40** SCADA table des alarmes (configuration des alarmes)

On peut remarquer que les **erreurs** acceptent un signal d'acquiescement alors que les **avertissements** ne l'acceptent pas, c'est dû à la gravité de l'alarme.

Dans la table des alarmes, la couleur de l'arrière-plan pour les erreurs est en rouge lorsqu'ils apparaissent, et orange lorsqu'ils disparaissent, dans le cas où un acquiescement d'alarme est fait avant que la cause de cette dernière disparaisse, le fond de l'alarme devient vert. Les avertissements apparaissent en jaune, une fois l'avertissement n'est plus actif, il devient en blanc (l'arrière-plan).

La **figure 3.41** montre la vue des alarmes avec l'historique de quelques alarmes survenues lors du fonctionnement des transstockeurs.

En plus du volé des alarmes les parties concernées de l'alarme changent d'apparence pour indiquer que quelque chose ne va pas à ce niveau, la **figure 3.6** montre que le convoyeur d'alimentation 1 est en arrêt causé par l'appuis sur l'arrêt d'urgence, de même pour la table-rotative dans la **figure 3.42**.

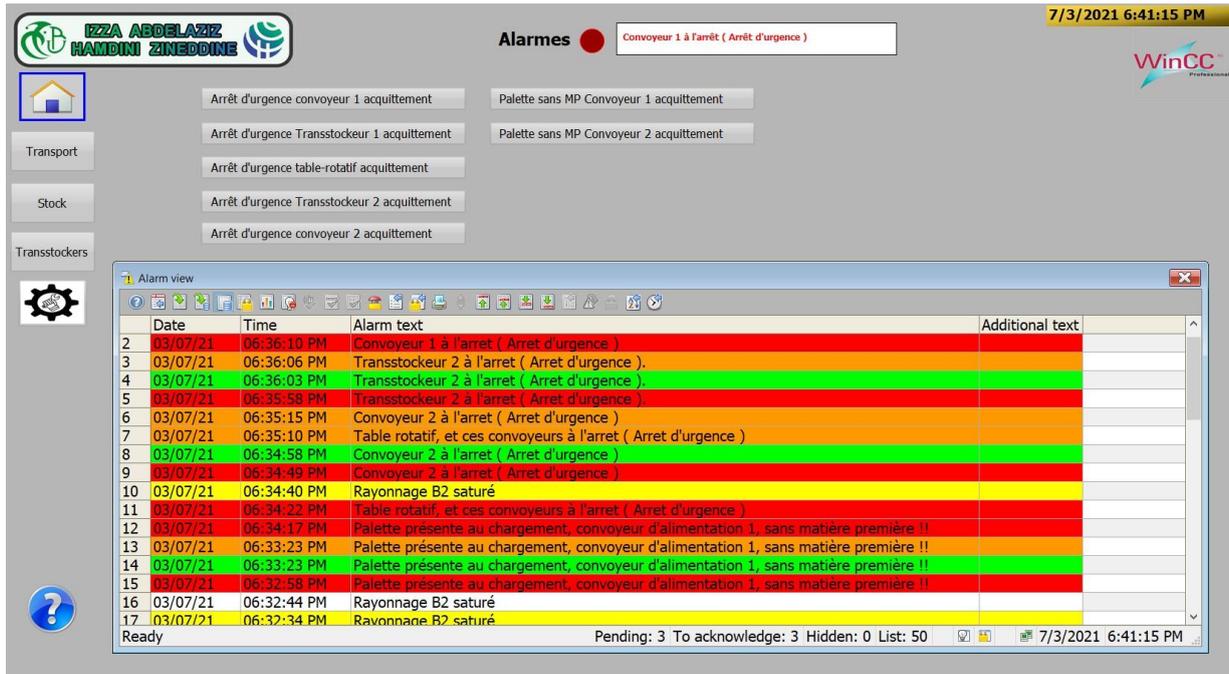


Figure 3.41 SCADA vue des alarmes (historique)

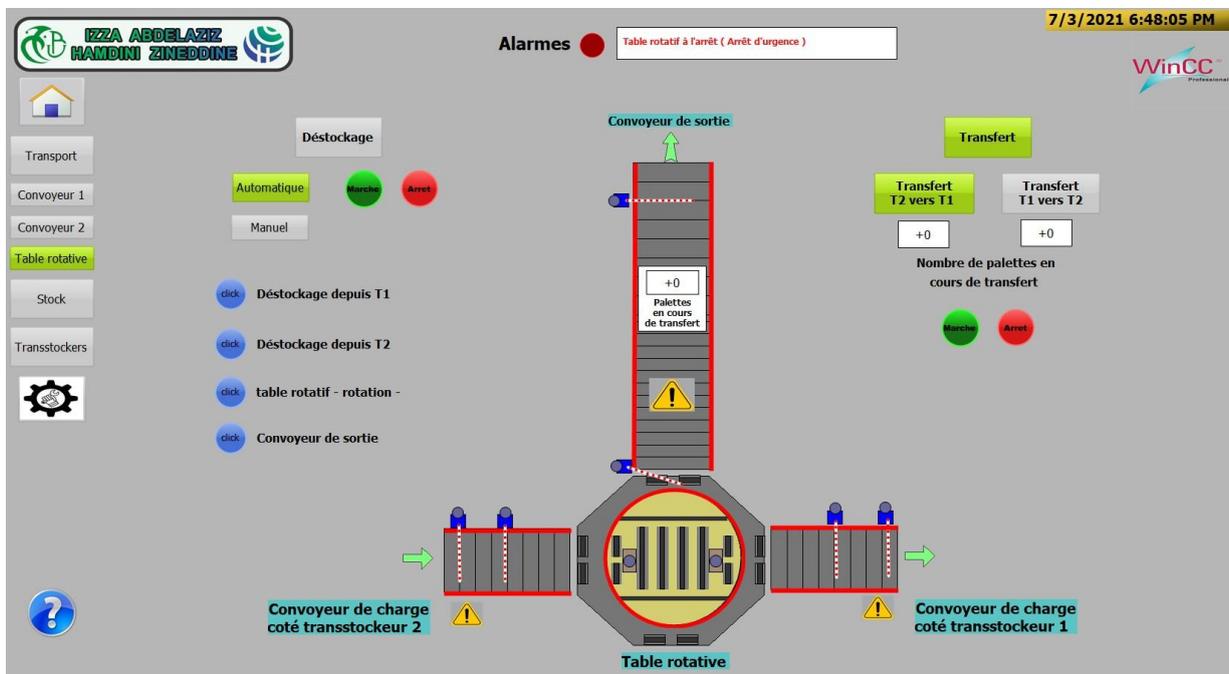


Figure 3.42 SCADA table -rotative à l'arrêt causé par un arrêt d'urgence

### 3.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons développé les divers algorithmes exploités dans la programmation sous le TIA Portal, et nous avons présenté la partie supervision qui est conçu sous le logiciel WinCC intégré dans le TIA Portal, reliait à un logiciel de la partie opérative connue sous le nom Factory i/o pour visualiser et commander les différentes parties de la partie opérative en utilisant les différents modes opératoires.

## Conclusion générale

---

La réalisation de ce projet de fin d'études au sein de la SARL HAYAT DHC Algérie été très intéressante, car elle nous a permis de se frotter au monde professionnel, et de mettre le lien entre nos connaissances théoriques avec le monde de l'industrie.

Au début de ce mémoire nous avons présenté l'unité détergent de l'entreprise avec ces différents ateliers de productions, ce qui nous a permis de repérer les processus non automatisés dans les différentes chaines de production, pour finir par l'identification du thème de notre projet, ensuite nous avons développé tous ce qui est nécessaire en point de vue matériel et logiciel pour la réalisation du transstockeur automatique.

Dans le troisième chapitre nous avons présenté les différentes parties de l'entrepôt automatisé, conçu sous le logiciel Factory i/o. Le mode de fonctionnement ainsi qu'aux différentes vues de la supervision SCADA ont été présenté pour chaque partie de la partie opérative.

Nous avons eu de bons résultats, la partie opérative répond aux commandes exactement comme il faut, et la supervision révéler ce qu'il se passe en temps réel dans la partie opérative.

Nous aurions aimé que ce projet soit intégré dans la réalité, mais nous ne pouvions pas le faire car la partie opérative nécessite un investissement très lourd qui n'est pas à la portée des étudiants, mais puisque ça a marché dans la simulation d'une manière impeccable on peut toujours considérer que la simulation est proche de la réalité.

Vue que nous n'avions pas assez de temps, nous n'avons pas pu finir la programmation du mode stockage automatique depuis le convoyeur de charge pour les deux transstockeurs ;

le mode qui consiste à transférer les palettes entre les deux transstockeurs d'une manière automatique (le mode semi-automatique est opérationnel) dans la partie programmation.

Pour la partie commande : nous aurions aimé de réaliser des interfaces HMI qui seront installés au niveau des machines (pupitres de commande), pour les commandes manuelles et semi-automatiques.

En plus de sa base de données SQL server devrait être très pratique, avec un accès à distance, ça nous aurait permis de programmer des interfaces de commande sur tablettes pour les opérateurs sur les quais de chargement.

Une réalisation de ce projet en réalité sous forme de maquette était notre premier objectif, mais En manque de moyen et de temps, nous avons décidé que la simulation serait assez suffisante pour modéliser, et tester nos programmes et les présenter d'une façon assez claire.

# Bibliographie

---

- [1] <https://www.ssi-schaefer.com/fr-ch/produits/stockage-/stockage-des-palettes/rayonnages-mobiles-%C3%A0-palettes--425202> 08/05/2021
- [2] <https://www.jungheinrich.fr/systemes-logistiques/systemes-stockage-automatiques/entrepot-automatique-petites-pieces/transtockeur-petites-pieces> 08/05/2021
- [3] <https://www.mecalux.fr/nouvelles/excellent-accueil-nouveau-showroom-mecalux-secteur-logistique> 08/05/2021
- [4] <https://www.pompes-h2o.com/fr/protection-moteur/4301-contacteur-puissance-schneider-lc1d09-12-18.html> 06/07/2021
- [5] <https://www.se.com/be/fr/product/CAK406BLS207/contacteur-auxiliaire-tesys-k---4-no---690v---bobine-24v-cc-basse-consom./> 05/07/2021
- [6] <https://www.se.com/fr/fr/product/LADT2/tesys-d---bloc-de-contacts-auxiliaires---1f%2B1o---bornes-%C3%A0-vis-%C3%A9triers/> 05/07/2021
- [7] [http://lycees.ac-rouen.fr/maupassant/Melec/co/Techno/Syst\\_indust/co/grain\\_relais\\_thermique.html](http://lycees.ac-rouen.fr/maupassant/Melec/co/Techno/Syst_indust/co/grain_relais_thermique.html) 13/05/2021
- [8] Guide d'automatisme (support de formation)
- [9] [https://www.pdfprof.com/PDF\\_Image.php?id=48056&t=17](https://www.pdfprof.com/PDF_Image.php?id=48056&t=17) 07/05/2021
- [10] [https://www.researchgate.net/figure/Lautomate-programmable-S7-300\\_fig29\\_343278878](https://www.researchgate.net/figure/Lautomate-programmable-S7-300_fig29_343278878) 13/06/2021
- [11] <https://www.axesindustries.com/details.php/id/8575/interrupteurs-de-position-fins-de-course-steute.html> 04/07/2021 02/06/2021
- [12] <https://fr.aliexpress.com/item/33031150255.html> 02/06/2021
- [13] [https://www.technologuepro.com/schema/moteur-asynchrone-triphas.htm?fbclid=IwAR3WTQCQfryz4MO2Nrmn\\_nx3qz2Uk8N5W37XKYVScYC56\\_hEpJhhhNebLsw](https://www.technologuepro.com/schema/moteur-asynchrone-triphas.htm?fbclid=IwAR3WTQCQfryz4MO2Nrmn_nx3qz2Uk8N5W37XKYVScYC56_hEpJhhhNebLsw) 03/06/2021
- [14] [https://www.plc-city.com/shop/fr/siemens-simatic-s7-300-cpu-standard/6es7312-1ae14-0ab0.html?fbclid=IwAR1LZez5f6fhYTSue-eeCFhSJs9uf7MkeSE\\_wo5VPhol1cSjdwix\\_OO7wp0](https://www.plc-city.com/shop/fr/siemens-simatic-s7-300-cpu-standard/6es7312-1ae14-0ab0.html?fbclid=IwAR1LZez5f6fhYTSue-eeCFhSJs9uf7MkeSE_wo5VPhol1cSjdwix_OO7wp0) 04/06/2021

[15][https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.reichelt.com%2Ffr%2Ffr%2Fconvertisseur-de-fr-quence-sinamics-v20-0-37-kw-200-240-vac-1-sinamics-137av0-p155935.html%3Ffbclid%3DIwAR0GvYJstFABlu8YOT3wloTvdXDFaQduILAyab8dktYyk8kGi-kU8Mbr0&h=AT2dnNUTb5tWoC1ndp1on9xavoLOLOYNMHsoxHggMoa9uH0edvPrZMskKevVMYwivEHxcPn-yVul1ITsW8h6upvsF\\_Ykn62-I9dBHKBYiAtMPyjobU\\_sKtkpZIUGGdzfv-ZqFyKYHLiCw](https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.reichelt.com%2Ffr%2Ffr%2Fconvertisseur-de-fr-quence-sinamics-v20-0-37-kw-200-240-vac-1-sinamics-137av0-p155935.html%3Ffbclid%3DIwAR0GvYJstFABlu8YOT3wloTvdXDFaQduILAyab8dktYyk8kGi-kU8Mbr0&h=AT2dnNUTb5tWoC1ndp1on9xavoLOLOYNMHsoxHggMoa9uH0edvPrZMskKevVMYwivEHxcPn-yVul1ITsW8h6upvsF_Ykn62-I9dBHKBYiAtMPyjobU_sKtkpZIUGGdzfv-ZqFyKYHLiCw)  
05/06/2021