



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département de Maintenance en Instrumentation**  
**MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière : Génie Industriel**  
**Spécialité :**  
**Instrumentation et Maintenance Industriel**

**Thème**

**Automatisation et Supervision d'un Robot**  
**« Pick & Place » par un Système Industriel Virtuel**

Présenté et soutenu publiquement par :

**Tordjmane Abderrahmane**

**Messaoudi Ahmed**

Devant le jury composé de :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Hammami Zieneb	MCA.	IMSI	<b>Président</b>
Hadj djelloul Kheira	MAA	IMSI	<b>Encadreur</b>
Belkhodja Leila	MCB	IMSI	<b>Examineur</b>

**Année 2023/2024**



# Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu Le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience, et la santé durant toutes ces années et que grâce à lui ce travail a pu être réalisé et qui nous accordé la chance de vivre ce jour pour voir le fruit de nos études.*

*Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à madame **Hadj Djelloul Kheira** qui nous a proposé ce thème, et qui nous a encadré et soutenu par leurs conseils, compréhensions et encouragements.*

*Nous tenons aussi à présenter nos remerciements aux **membres de jury** qui ont accepté de juger notre modeste travail.*

*Tous les enseignants qui ont contribué de près ou de loin à notre formation sans oublier nos amis et collègues qui directement ou indirectement ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Mille remerciements.*

**Abderrahmane et Ahmed.**

# Dédicaces

*Chaleureusement je dédie ce modeste travail :*

*A la lumière de ma vie ma grand-mère **Sadia**,  
ma chère maman en témoignage de leur amour et de leurs sacrifices sans  
limites, je leurs souhaite une bonne santé, que dieu me les garde.*

*A mes frères et mes sœurs,*

*A mes tantes*

*Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A toute la famille Kadid*

*A tous mes amis plus particulièrement :*

*A Beghdous Khair-Eddine*

*A Belkebir Abdessamad*

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

*Abderrahmane*

# Dédicaces

*A ma chère mère*

*A mon cher père*

*Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour vos, soutien fut une lumière et vos encouragements dans tout mon parcours.*

*A mes frères*

*A mes sœurs*

*Qui me donne de l'amour et de la vivacité. Je vous dis merci et je vous souhaite bonheur, réussite et prospérité.*

*A tous mes amies et mes collègues,*

*A tous mes enseignants*

*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

### Résumé

L'automatisation des systèmes industriels joue un rôle crucial dans la compétitivité des entreprises en garantissant une production améliorée, en facilitant les tâches ou les services, ainsi que la surveillance. Le système de logiciel ITS PLC (Robot Pick & Place) a été programmé dans cette étude, en utilisant un graphe sept à l'aide d'un logiciel automgen 8. Grâce à cette activité, il est possible de renforcer les compétences en utilisation des logiciels de simulation des systèmes automatisés et en développant des compétences en programmation des systèmes industriels. En conclusion, les résultats de la simulation sont exposés.

**Mots clé :** Automatiser, Supervision, API, Pick & Place, ITS PLC, Automgen 8

### Summary

The automation of industrial systems plays a crucial role in the competitiveness of companies by ensuring improved production, facilitating tasks or services, as well as monitoring. The ITS PLC (Robot Pick & Place) software system was programmed in this study, using a graph seven using automgen 8 software. Through this activity, it is possible to strengthen competence in the use of software for the simulation of automated systems and by developing competence in programming industrial systems. In conclusion, the results of the simulation are presented.

**Keywords:** Automate, Supervision, API, Pick & Place, ITS PLC, Automgen 8.

### الملخص

يشكل التشغيل الآلي للنظم الصناعية دورا حاسما في القدرة التنافسية للشركات من خلال ضمان تحسين الإنتاج وتسهيل الخدمات وكذلك المراقبة. من خلال هذا العمل، برمجنا النظام الصناعي Pick & Place كنظام فرز افتراضي باستخدام نظام البرمجة ITS PLC ونظام برمجة البيانات المدمج Automgen 8. من خلال هذا النشاط، رأينا انه من الممكن تعزيز المهارات في استخدام البرمجيات لمحاكاة الأنظمة الآلية وتطوير المهارات في برمجة الأنظمة الصناعية. في الختام، يتم تقديم نتائج المحاكاة.

**الكلمات المفتاحية:** التشغيل الآلي، وحدة نظام فرز افتراضي Pick & Place، Automgen 8، ITS PLC.

# **SOMMAIRE**

<i><b>Introduction générale</b></i> .....	<b>5</b>
-------------------------------------------	----------

## **Chapitre I : Automatisation et Supervision Industriel**

I.1 Introduction .....	8
I.2 C'est quoi un système automatisé ? .....	8
I.3 Système automatisé de production .....	8
I.4 Objectif de l'automatisation .....	9
I.5 Structure des systèmes automatisés .....	9
I.5.1 La partie opératives (PO) .....	10
I.5.2 La partie commande (PC) :	
I.5.3 Dialogue entre la partie commande et la partie opérative et la partie commande et l'opérateur .....	11
I.6 Différents types de commande .....	11
I.6.1 Système automatisé combinatoire .....	12
I.6.2 Système automatisé séquentiel .....	12
I.6.3 Les Avantages de l'automatisation .....	12
I.7 Inconvénient de l'automatisation .....	12
I.8 Les Automates Programmables Industriels (API) .....	13
I.8.1 Définition .....	14
I.8.2 Les Avantages .....	14
I.8.3 Les Inconvénients .....	14
I.8.4 Le Principe de fonctionnement d'un API .....	14
I.8.5 L'Architecture d'un API .....	14
I.8.6 Choix d'un API .....	15
I.8.7 DES EXMPLES SUR L'API 1 .....	15
I.9 La Supervision .....	18
I.9.1 Définition .....	18
I.9.2 Les différents types de moniteurs .....	19
I.9.3 Le rôle de la supervision industrielle .....	20
I.9.4 La Différences entre les techniques de contrôle et supervision .....	20

## SOMMAIRE

I.9.5 Quel est l'intérêt de la supervision (informatique) .....	20
I.9.6 Les avantages de la supervision .....	21
I.10 Conclusion .....	22

### **Chapitre II : Robot Pick & place**

II.1 Introduction .....	25
II.2 Définition de Pick & Place .....	25
II.2 Définition d'un Robot Pick & Place .....	26
II.3 Fonctionnement des robots Pick &Place .....	27
II.4 L'impact des Robots Pick & Place sur l'Industrie 4.0 .....	29
II.5 Comment Intégrer un Robot Pick & Place dans votre Production ? .....	29
II.6 Fonctionnement d'un robot « Pick & Place » .....	29
II.7 Les applications des robots qui réalisent le « pick & place » .....	29
II.7.1 Applications d'assemblage .....	30
II.7.3 Applications de prélèvement en bac .....	30
II.7.4 Inspection et contrôles qualité .....	30
II.7.5 Tri des pièces .....	30
II.7.6 Applications médicales .....	30
II.8 Fonctionnement des robots Pick & Place .....	30
II.8.1 Un bras robotique .....	31
II.8.2 CFM robotique .....	31
II.8.3 Le robot cartésien : .....	32
II.8.4 Le Robot collaboratif .....	32
II.8.5 Atlas robot .....	34
II.8.6 Delta robot .....	35
II.9 Comment Choisir le meilleur robot Pick & Place .....	37
II.10 Les avantages d'un robot Pick & Place .....	38
II.11 Conclusion .....	38

### **Chapitre III : Système Industriel Virtuel « ITS PLC »**

III.1 Introduction .....	40
III.2 Description du logiciel ITS PLC .....	40
III.2.1 Interface du logiciel .....	40



III.2.2 La relation entre les sorties ITS PLC et adresses .....	45
III.2.3 La relation entre les entrées ITS PLC et adresses .....	45
III.3 Fonctionnalités principales .....	46
III.4 Automgen 8 .....	46
III.4.1 Historique et Développement .....	46
III.4.2 Les Premières Versions (1 à 4) : .....	47
III.4.3 Automgen 5 .....	47
III.4.4 Automgen 6 .....	47
III.4.5 Automgen 7 .....	47
III.4.6 Automgen 8 .....	47
III.4.7 LANCEMENT D'AUTOMGEN 8 .....	48
III.4.7.1 CRÉATION D'UN PROJET.....	48
III.4.7.2 Construction d'un GRAFCET en mode assistant.....	50
III.4.7.3 Construction d'un GRAFCET élément par élément .....	51
III.4.7.4 Suppression, déplacement d'éléments .....	52
III.4.7.5 Insertion d'action.....	53
III.4.7.6 Insertion de réceptivités.....	53
III.4.8 Compilation, Téléchargement Et Exécution D'un Projet.....	54
III.4.8.1 Quelle cible choisir ?.....	54
III.4.8.2 Téléchargement du GRAFCET .....	56
III.4.8.3 Exécution du GRAFCET .....	57
III.4.8.4 Désinstaller le programme.....	57
III.4.9 Simulation d'un GRAFCET.....	57
III.4.9.1 Choix d'une simulation .....	57
III.4.9.2 Exécution d'une simulation.....	57
III.4.9.3 Organigramme simplifié .....	60
III.5 Conclusion .....	60

### **Chapitre V : Simulation**

IV.1 Introduction .....	62
IV.2 Objectif de projet .....	62
IV.3 Description du système .....	63
IV.3.1 Structure du Robot Pick & Place .....	63

## SOMMAIRE

IV.3.1.1 Bras Manipulateur .....	63
IV.3.1.2 Tapis Roulant .....	63
IV.3.1.3 Caisse de 9 Places .....	63
IV.3.2 Fonctionnalités Requises .....	63
IV.3.2.1 Détection des Pièces .....	63
IV.3.2.2 Commandes du Bras .....	63
IV.3.3 Partie opérative.....	64
IV. 4 Programmation.....	66
IV. 4.1 Modélisation par Grafcet.....	66
IV. 4.2 Contraintes .....	66
IV.4.3 Grafcet du fonctionnement .....	67
IV.5 Conclusion .....	78
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>86</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>83</b>

## Table des figures

Figure I.1 : Les pré-actionneurs.....	7
figure I.2 : Les actionneurs.....	7
Figure I.3 : Les capteurs.....	8
Figure I.4 : SIMATIC S7-1200.....	13
Figure I.5 : SIMATIC S7-300.....	14
Figure I.6 : SIMATIC S7-400.....	14
Figure I.7 : L'API S7-1500.....	15
Figure I.8 : Le SIMATIC S7-200.....	16
Figure II.1 : Bras robotiques.....	29
Figure II.2 :CFM robotique.....	29
Figure II.3 : Le robot cartésien.....	30
Figure II.4 : Le Robot collaboratif.....	30
Figure II.5 : Delta robot.....	34
Figure III.1 : Menu principal.....	40
Figure III.2 : Menu de système.....	42
Figure III.3: Menu des options.....	43
Figure III.4 : Moteur DC TT.....	44
Figure III.5 : fonctionnement de Moteur DC.....	45
Figure III.6 : Panneau pratique.....	45
Figure III.7 : Panneau des E/S en mode manuel.....	46
Figure III.8 : Mode automatique.....	47
Figure III.9 : La boîte de dialogue.....	50
Figure III.10 : Raccourcis clavier.....	50
Figure III.11 : icones.....	51
Figure III.12 : Assistant.....	51
Figure III.13 : Propriétés d'un symbole.....	55
Figure IV.1 : Actionneurs.....	62
Figure IV.2 : Capteurs.....	63
Figure IV.3 : Symbols – Variable - Comments.....	63

| Table des figures

Figure IV.4 : Grafcet ..... 64

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

# Introduction générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le domaine de l'automatisation Industriel. L'Automatisation Industriel a pour but d'automatiser la production et les processus commerciaux dans une opération de fabrication et de confier à la technologie des tâches sales, dangereuses ou ennuyeuses. De nos jours, dans le monde industriel l'automatisation est devenue une nécessité pour la compétitivité entre les entreprises, car elle augmente la productivité et la qualité du produit fini et réduit les coûts de production. Ainsi, les entreprises qui cherchent à consolider leur position dans les marchés locaux ou internationaux investissent énormément dans la modernisation de leurs équipements d'automatisation.

Depuis que l'homme existe, il a inventé des moyens de confier le travail physique à des machines pour le rendre plus rapide et plus efficace. Avec l'invention des automates programmables industriels, l'automatisation industrielle a connu un intérêt de plus en plus croissant. Maintenant, on retrouve les systèmes automatisés dans presque tous les secteurs d'activités : industrie pétrolière, production d'énergie, agro-alimentaire, logistique...etc. Ceci entraîne une compétition farouche entre les fabricants de matériels d'automatisme qui ne cessent d'innover et concevoir des solutions matérielles et logicielles de plus en plus performantes.

Le but de notre travail est l'automatisation et la supervision d'un Robot Pick & Place en utilisant les logiciels ITS PLC et Automgen 8 qui permet de simuler dans la réalité virtuelle le système considéré ce qui permet de visualiser les résultats de nos programmes et de comprendre facilement le fonctionnement des systèmes et déceler rapidement les erreurs de programmation.

Pour une bonne présentation de notre travail, ce mémoire a été organisé en quatre chapitres :

Nous présentons dans le premier chapitre quelques notions sur les systèmes automatisés et la supervision industrielle.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons un état de l'art sur les différents robots pick & place et leur utilisation dans le domaine industriel.

Le troisième chapitre est consacré à la description détaillée des logiciels ITS PLC, Automgen 8 et les graphes que nous avons utilisés pour la programmation de notre

projet.

Le dernier chapitre est destiné à présenter notre projet d'automatisation et de supervision d'un système Robot Pick & Place à l'aide des maquettes du logiciel ITS PLC, on a donné une description du système à automatiser. Ensuite, on a exposé les graphes sept programmé par Automgen 8 et leur validation on effectue une exécution en parallèle des logiciels ITS PLC et Automgen 8.

---

**CHAPITRE I :**  
**Automatisation et Supervision**  
**Industriel**



### **I.1 Introduction :**

Un automatisme est un système qui, par le moyen de dispositifs mécaniques, pneumatiques, hydrauliques ou électriques, est capable de remplacer l'être humain pour certaines tâches. Simples ou complexes, les systèmes automatisés font partie de l'environnement de l'être humain. Ils se développent et prennent une place plus importante dans la manière de travailler, tant dans la production industrielle que dans les services.

### **I.2 C'est quoi un système automatisé ?**

Un système automatisé est constitué d'un ensemble d'éléments qui accomplissent un ensemble de tâches préprogrammées sans que l'homme ne soit requis. D'autres exemples incluent le passage automatique à niveau, la porte de garage, etc.... le travail. En d'autres termes, c'est la machine. Il est composé de :

- **La chaîne d'information (PC)** : elle transmet les commandes et reçoit les informations provenant de l'extérieur ou de la partie opérationnelle. Trois formes peuvent être utilisées pour la présenter : un boîtier de commande, un microprocesseur (cerveau électronique) ou un ordinateur.
- **La chaîne d'énergie/La partie opérative (PO)** est la composante d'un système automatisé qui réalise les tâches. En d'autres termes, c'est la machine. La partie qui reçoit les ordres de la partie commande est responsable de leur exécution. Elle inclut les capteurs et les actionneurs suivants.

### **I.3 Système automatisé de production :**

L'automation industrielle consiste à faire appel aux machines pour diminuer la charge de travail des employés tout en améliorant la productivité et la qualité. Elle fait appel à des systèmes électroniques qui englobent toute la hiérarchie de contrôle-commande depuis les

capteurs de mesure, en passant par les automates, les bus de communication, la visualisation, l'archivage jusqu'à la gestion de production et des ressources de l'entreprise.

L'automation industrielle est le recours à « une technique qui assure le fonctionnement d'une machine ou d'un groupe de machines sans intervention humaine ». En d'autres termes, l'automation vise à « substituer » une machine à l'homme. L'automatisation de ces derniers concerne tous les aspects de l'activité industrielle : production, assemblage, montage, contrôle et conditionnement. Un Système Automatisé de Production (SAP) doit donc traiter une matière d'œuvre pour lui apporter une valeur ajoutée de façon reproductible et rentable [1].

### **I.4 Objectif de l'automatisation :**

Une des réponses à l'évolution du contexte industriel et à la compétitivité a été l'automatisation des systèmes de production. L'objectif de cette automatisation était double : augmentation de la productivité du système technique (réduction des coûts, fiabilité, disponibilité, qualité) et améliorer la sécurité directe des opérateurs, car la plupart d'entre eux sont éloignés (et protégés) du lieu de transformation du produit.

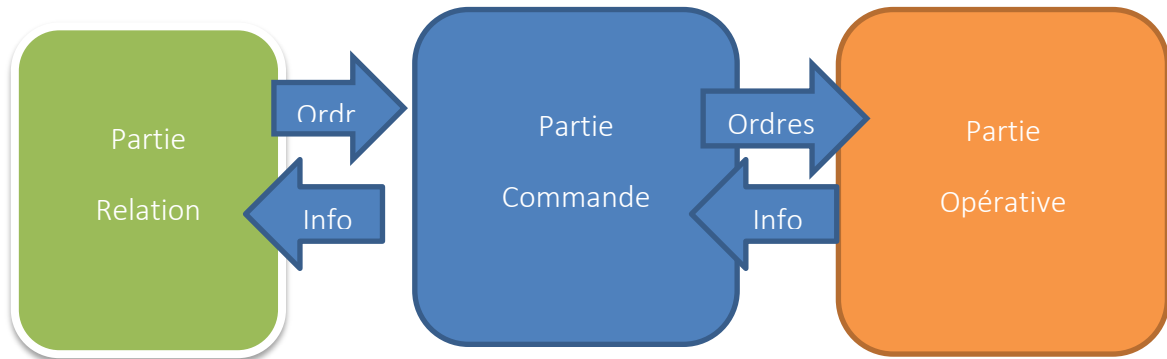
La prise en charge progressive, par les automatismes et les systèmes informatiques, de certaines opérations mises en jeu dans les procédés de fabrication a induit un certain nombre de caractéristiques de ces nouveaux systèmes :

Les objectifs poursuivis par une automatisation peuvent être assez variés :

- Recherche de réduction des dépenses en réduisant les coûts de main-d'œuvre, en économisant des matières premières et en économisant de l'énergie.
- Éliminer les tâches dangereuses ou difficiles et améliorer les conditions de travail.
- Afin d'améliorer la qualité du produit, il est nécessaire de réduire le facteur humain et de multiplier les contrôles automatisés.
- réalisation d'opération impossible à contrôler manuellement ou intellectuellement
- Exemple : des opérations très rapides.

### **I.5 Structure des systèmes automatisés :**

Afin de simplifier l'analyse, un système automatisé peut être représenté sous la forme d'un schéma qui identifie trois parties (P.O ; P.C ; P.P) du système et exprime leurs liens entre elles (Informations, Ordres, Comptes rendus, Précisions).



### I.5.1 La partie opératives (PO) :

Ce sont les éléments visibles du système. Elle inclut les composantes mécaniques du mécanisme telles que :

- **Des pré-actionneurs** : tels que les distributeurs et les contacteurs, reçoivent des commandes de la partie de commande.

Voir la figure suivante :



Figure I.1 : Les pré-actionneurs.

- **Des actionneurs (vérins-moteurs)** : qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique. Ils se présentent sous différentes formes comme :  
Moteurs : hydraulique, pneumatique, électriques,  
Vérins : linéaires (1 ou 2 tiges) rotatifs, sans tige



Figure I. 2 : Les actionneurs

- **Des capteurs** : qui informent la partie commande de l'exécution du travail. Ils existent sous différents types comme :
  - Capteurs mécaniques, pneumatiques ou électriques :
  - Capteurs magnétiques montés sur les vérins,
  - Capteurs pneumatiques à chute de pression



Figure I.3 : Les capteurs

### I.5.2 La partie commande (PC) :

Ce secteur de l'automatisme gère dans la suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs situés dans la PO, et les restitue vers cette même PO en direction des pré-actionneurs (distributeurs). L'outil de description s'appelle GRAFCET (Graphe de Commande Étape et Transaction).

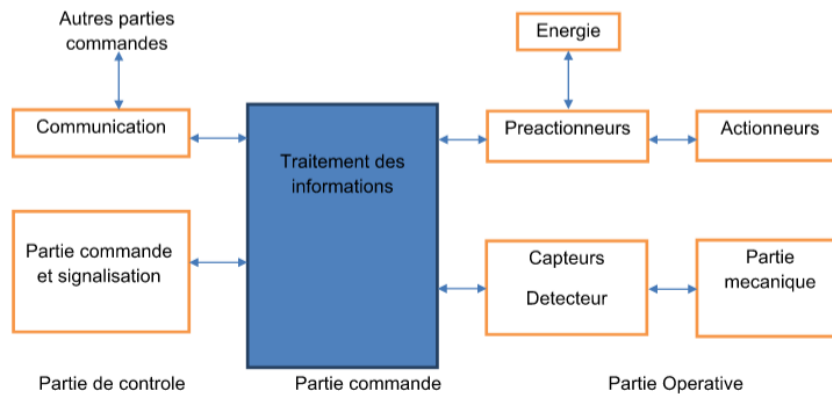


Figure I.4 : Automate programmable associe avec ordinateur.

### I.5.3 Dialogue entre la partie commande et la partie opérative et la partie commande et l'opérateur :

Le dialogue entre la partie opérative et la partie commande se fait au moyen des signaux de mesures fournis par les capteurs et les signaux de commande à destination des actionneurs. Le dialogue entre l'opérateur et la partie commande se fait au biais d'interfaces homme/machine qui transforme les signaux fournis par l'API en visualisations et avertisseurs compréhensibles par l'homme et les consignes de l'opérateur en signaux exploitables par l'API.

### I.6 Différents types de commande :

Ils existent sur les SAP (développement de programmes d'analyse de système) différents types de commandes.

#### I.6.1 Système automatisé combinatoire :

Ces systèmes n'utilisent aucun mécanisme de mémorisation (ils n'ont pas de mémoire) et à une combinaison des entrées correspondent une seule combinaison des sorties. La logique associée est appelée logique combinatoire. Les outils utilisés pour les concevoir sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de KARNAUGH.

Les systèmes automatisés utilisant la technique du « combinatoire » sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur des mécanismes simples où le nombre

d'actions à effectuer est limité. Ils présentent en plus l'avantage de n'utiliser que très peu de composants (vérins, distributeurs, capteurs, cellules).

### I.6.2 Système automatisé séquentiel :

Ces systèmes sont les plus répandus sur le plan industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape. À une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sorties. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif. La logique associée est appelée « logique séquentielle ». Elle peut être

- Avec commande pneumatique ou électrique : logique câblée ;
- Avec commande électronique : logique programmée.

### I.6.3 Les Avantages de l'automatisation :

- **Meilleure efficacité de la chaîne de production :** L'automatisation industrielle a le pouvoir d'accroître la productivité et l'efficacité des processus de fabrication.
- **Réduction des coûts de production :** Malgré un coût initial qui peut être important, une automatisation se traduit généralement par des économies pour une entreprise industrielle, notamment en termes de coûts des matières premières, de main-d'œuvre et d'énergie.
- **Moins grande incertitude face au manque de main d'œuvre :** Dans le contexte économique actuel, le recrutement de travailleurs qualifiés et fiables est un défi pour une multitude d'entreprises, dont celles du secteur industriel. La rareté de la main d'œuvre est donc devenue un enjeu important pour bien des organisations qui peinent à maintenir leur rythme de production, faute d'employés.
- **Amélioration de la sécurité des travailleurs :** L'automatisation industrielle contribue à améliorer l'ergonomie et la sécurité sur le lieu de travail. Les tâches dangereuses ou répétitives peuvent être confiées aux robots et aux machines, réduisant ainsi le risque d'accidents ou de blessures professionnelles pour les travailleurs.
- **Flexibilité de production accrue :** De manière générale, les machines automatisées offrent une meilleure flexibilité dans la production. Par exemple, elles peuvent être programmées pour effectuer différentes tâches et s'adapter à différents produits et configurations.
- **Augmentation de la qualité générale des produits :** L'automatisation industrielle permet de garantir une qualité constante et élevée des produits puisque les machines automatisées sont capables de mesurer et de contrôler précisément les paramètres de production, ce qui réduit les variations et les défauts.

En conclusion, selon nos spécialistes en la matière, les principaux avantages de l'automatisation industrielle sont :

- Meilleure efficacité de la chaîne de production.
- Réduction des coûts de production.
- Moins grande incertitude face au manque de main-d'œuvre.
- Amélioration de la sécurité des travailleurs.
- Flexibilité de production accrue.
- Augmentation de la qualité générale des produits.

### I.7 Inconvénient de l'automatisation :

- ✚ **Investissement initial** : La mise en place d'une usine automatisée nécessite un investissement initial important. Cela comprend le coût d'achat et d'installation des machines, ainsi que le coût de la formation des employés à travailler avec le nouvel équipement.
- ✚ **Entretien et réparations** : Les machines automatisées nécessitent un entretien et des réparations réguliers, ce qui peut être coûteux et prendre du temps.
- ✚ **Manque de flexibilité** : Les machines automatisées sont conçues pour effectuer des tâches spécifiques et peuvent ne pas être en mesure de s'adapter aux exigences changeantes de la production ou aux événements inattendus.
- ✚ **Créativité limitée** : L'automatisation peut limiter la créativité et l'innovation dans le processus de fabrication, car les machines sont conçues pour suivre des instructions spécifiques.
- ✚ **Changements d'emploi** : L'utilisation de l'automatisation dans les usines peut entraîner des changements d'emploi, car les travailleurs peuvent avoir besoin de compétences différentes.

### I.8 Les Automates Programmables Industriels (API) :

#### I.8.1 Définition :

Un automate programmable industriel, ou API (en anglais programmable logic Controller, PLC), est un dispositif électronique numérique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou PO côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme

informatique. Lorsqu'un automate programmable remplit une fonction de sécurité, il est alors appelé automate programmable de sécurité ou APS.

### I.8.2 Les Avantages :

- Connexion directe aux différents capteurs et actionneurs grâce à ces entrées/sortie.
- Fonctionnement dans des conditions industrielles sévères (température, vibrations, humidité, microcoupure de l'alimentation en énergie électrique...)
- Son aspect pratique grâce à la possibilité de sa programmation en utilisant un langage spécialement développé pour le traitement de fonctions d'automate (SIMATIC S7).

### I.8.3 Les Inconvénients :

- L'API ne supprime pas tout le reliage, il reste le câblage du circuit de puissance.
- sa rapidité peut se révéler insuffisante.
- La manière dont les programmes se déroulent peut-être un élément de complexité et restreindre les possibilités de configuration des tâches.

### I.8.4 Le Principe de fonctionnement d'un API :

Le fonctionnement de la quasi-totalité des API utilisés dans les automatismes industriels se résume en l'exécution d'une manière cyclique des tâches suivantes

- **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôles et met à jour certains paramètres du système (détection des passages en RUN/STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur ...).
- **Lecture des entrées** : l'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopies dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution du programme** : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
- **Écriture des sorties** : l'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties. Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

### I.8.5 L'Architecture d'un API :

#### a) Le processeur :

Le processeur, ou unité centrale (UC), a pour rôle principal :



- le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..).
- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement. Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

### **b) Mémoire :**

Elle sert à conserver les instructions qui composent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi que les données qui peuvent être utilisées. Les mémoires vives ROM, également appelées mémoires à accès aléatoire « RAM à accès aléatoire ».

### **c) Interfaces entrées/sorties :**

Les entrées/sorties TOR (Tout ou Rien) assurent l'intégration directe de l'automate dans son environnement industriel en réalisant la liaison entre le processeur et le processus. Elles ont toutes, de base. Une fonction de communication pour l'échange des signaux avec l'unité centrale par l'intermédiaire du bus d'entrées/sorties.

### **I.8.6 Choix d'un API :**

Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer. On doit tenir compte de plusieurs critères :

- ✚ Nombres d'entrées/sorties intégrés.
- ✚ Temps de traitement (scrutation).
- ✚ Capacité de la mémoire.
- ✚ Nombre de compteurs.
- ✚ Nombre de temporisateurs

### **I.8.7 DES EXMPLES SUR L'API :**

#### **1) SIMATIC S7-1200 :**

Le contrôleur S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre à vos besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que vous avez chargé votre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans votre application.



Figure I. 5 : SIMATIC S7-1200

### 2) SIMATIC S7-300 :

La famille S7-300 est constituée d'automates programmables de conception modulaire utilisés pour des automatismes de gamme, et peuvent être connectés entre eux au moyen d'un câble-bus PROFIBUS. Un automate S7-300 consiste en une CPU, un module d'alimentation PS, un module de signaux FM, un module de signaux SM et un processeur de communication.



Figure I. 6 : SIMATIC S7-300

### 3) SIMATIC S7-400 :

Est aussi constituée d'automates programmables de conception modulaire. Pratiquement chaque tâche d'automatisation peut être résolue par un choix approprié des constituants de S7-400 et avec la possibilité d'expansion de plusieurs modules. Les modules se présentent sous forme de boîtiers que l'on adapte sur un châssis.



Figure I.7 : SIMATIC S7-400

**4) L'API S7-1500 :**

Offre la flexibilité et la puissance nécessaires à un large éventail d'applications modernes d'automatisation. Sa structure modulaire permet d'adapter l'automate aux conditions de fonctionnement sur site. De plus, il y a des modèles qui possèdent deux CPU redondantes (une principale et l'autre en réserve) qui exécutent le programme utilisateur de manière synchrone pour pouvoir passer le relais à la CPU en réserve en cas de besoin, ce qui offre une haute disponibilité du système.



Figure I.8 : L'API S7-1500

**5) Le SIMATIC S7-200 :**

Mise à fond sur la rentabilité. Chaque modèle de la gamme est :

- Puissant.
- Modulaire.
- Communicant.

En outre, le SIMATIC S7-200 vous simplifie la vie : le micro-automate se programme avec une grande convivialité pour une réalisation facile et rapide des applications



Figure I. 9 : Le SIMATIC S7-200

**I.9 La Supervision :**

**I.9.1 Définition :**

La supervision industrielle est l'ensemble des actions qui visent à analyser et améliorer les processus de production. Elle consiste à observer, vérifier, analyser, modifier les différents processus de la chaîne de production afin de l'améliorer. Nous entendons par là : minimiser les pertes, réduire les coûts de production, améliorer le rendement tout en conservant la qualité ou même, en l'améliorant.

Les services qui sont habituellement contrôlés pour la supervision industrielle sont généralement : la production, la maintenance, la QHSE et les moyens généraux. La supervision industrielle est bien sûr encadrée par des Hommes. C'est d'ailleurs par leurs besoins ressentis et leurs remontées que la surveillance peut se faire. Les connaissances, les formations, et même les habitudes sur les machines peuvent être prises en compte.

Le facteur humain est essentiel pour réfléchir, améliorer et mettre en place de nouvelles méthodes de contrôle.

Cependant, l'erreur est humaine : l'utilisation de formulaire papier, de tableurs Excel multiplie les saisies. De plus, ces traitements manuels amplifient le nombre d'erreurs et cela peut coûter cher à une entreprise. Vous pouvez transformer vos tableurs Excel en application mobile !.

L'intégration de l'informatique à ces processus de supervision industrielle existants et l'évolution des technologies ont permis une nette amélioration des contrôles. Dans l'industrie 4.0, la nouvelle organisation des moyens de production conjugue le monde virtuel avec les produits et objets du monde réel.

L'automatisation de la supervision industrielle permet de compléter les informations notifiées ou saisies par l'Homme. En effet, il est possible d'utiliser les données issues de capteurs, de machines, de mesures. Cette précision des données remontées automatiquement permet une surveillance plus précise, plus complète, plus efficace, plus efficiente. De ce fait, vous pourrez ensuite mesurer les performances, le pilotage de votre usine et de vos appareils. Cette surveillance de la chaîne de production peut, par exemple, servir pour alerter en cas d'arrêt machine, de non-conformité, de variations données issue d'une machine, etc... Le but étant une meilleure réactivité des équipes.

La supervision industrielle 4.0 implique l'usage de logiciels de supervision afin d'optimiser la surveillance et le monitoring. Aujourd'hui, il est courant de superviser son industrie avec des logiciels développés et dédiés à cela. Faciles d'utilisation et connectés à vos machines (remontées de données machines, connecteurs IOT), ces logiciels permettent un contrôle actif, en direct.

La supervision informatique comprend :

- Tout d'abord, la supervision système. Elle s'intéresse aux composantes telles que le processeur, le stockage et la mémoire, les serveurs, etc. ;
- Puis, la supervision réseau. Elle concerne les services en ligne, la sécurité des serveurs et des appareils, les débits et flux ;
- Enfin, la supervision des applications encore appelée supervision applicative.

### **I.9.2 Les différents types de moniteurs :**

Le logiciel de supervision intègre plusieurs moniteurs, offrant une vue d'ensemble des différents processus depuis l'interface utilisateur. Il peut être monoposte ou multiposte et assure :

- La gestion des alarmes.
- La surveillance des situations provoquées par des écarts de seuils et ayant pour objectif d'interpeller l'opérateur.
- La régie des recettes.
- La gestion des temps de fonctionnement.

Dès lors que survient un dysfonctionnement, le système de supervision mis en place est activé selon sa programmation. Il peut transmettre des messages d'alerte à la console de supervision ou encore envoyer un courriel à l'opérateur. Ceci peu importe le jour et l'heure. Cette veille du système permet ainsi une intervention immédiate pour un retour rapide à l'état de fonctionnement.

Par mesure de précaution, l'on veillera à intégrer des alarmes au système de surveillance. Notamment pour garder trace des problèmes qui seraient arrivés dans les « heures creuses », lorsque les équipes n'étaient pas en place. Un dysfonctionnement survenant en dehors des heures de travail serait encore plus grave pour l'entreprise, si les agents d'intervention (opérateur et utilisateurs des applications) n'étaient pas alertés à leur prise de service.

### **I.9.3 Le rôle de la supervision industrielle :**

La supervision industrielle, également connue sous le nom de contrôle-commande, englobe l'ensemble des dispositifs et des systèmes visant à surveiller, contrôler et optimiser les processus industriels. Son rôle fondamental est d'assurer une gestion efficace et en temps réel des opérations, permettant aux entreprises d'améliorer leur productivité, leur sécurité et leur rentabilité.

### I.9.4 La Différences entre les techniques de contrôle et supervision :

Bien que les termes « contrôle » et « supervision » soient souvent utilisés de manière interchangeable, ils renvoient à des fonctions distinctes au sein de la supervision industrielle.

- **Contrôle** : Le contrôle, c'est la capacité de modifier l'état d'un système ou d'un processus en réponse à des entrées spécifiques. Il implique des actions directes sur les équipements pour maintenir ou ajuster les paramètres de fonctionnement. Les systèmes de contrôle garantissent la stabilité et l'efficacité des processus en ajustant les variables en temps réel.
- **Supervision** : La supervision, en revanche, se concentre davantage sur l'observation et l'analyse des données provenant des équipements. Elle offre une vue d'ensemble des opérations, permettant aux opérateurs et aux gestionnaires de détecter les anomalies, d'anticiper les dysfonctionnements potentiels et de prendre des décisions éclairées. La supervision joue un rôle crucial dans l'amélioration continue des processus industriels.

### I.9.5 Quel est l'intérêt de la supervision (informatique) :

Via le déploiement de diverses technologies, la supervision informatique est la surveillance, la gestion et le pilotage d'un système, d'une activité, d'une infrastructure ou d'une installation technique donnée. L'intérêt de sa mise en place s'articule essentiellement sur les quatre points suivants :

#### ❖ Surveillance et mesure de performances :

Un système de supervision informatique est avant tout un outil de surveillance qui a l'œil sur tout. Grâce à la collecte de données, il peut surveiller le système ou l'installation donnée et délivre aux administrateurs des informations très utiles : les paramètres clés, les performances, la disponibilité des matériels, l'état physique des machines (températures, tension...), les charges des machines (débit, nombre d'utilisateurs...), niveau de production, taux de rebut, taux de valorisation... Grâce aux données collectées, les outils de supervision peuvent aussi faire des déductions et voient à l'avance les éventuelles pannes, surcharges des machines, l'atteinte des objectifs...

#### ❖ Résolution automatique des problèmes :

Tous les dysfonctionnements ne nécessitent pas forcément l'intervention des techniciens. Certains sont dans les cordes des systèmes de supervision. Ils règlent eux-mêmes certains problèmes, sans l'intervention des administrateurs. Si par exemple, une machine donnée chauffe trop, peut-être une foreuse, le système peut ordonner son arrêt le temps que sa température se stabilise.

### ❖ **Paramétrage automatique du système :**

L'outil de supervision informatique se chargera de vous fournir les paramètres clés qui garantiront le bon fonctionnement de vos systèmes et activités. Mieux encore, ces paramètres clés sont saisis automatiquement.

### ❖ **Paramétrage d'évènements et gestion d'alarmes :**

Le paramétrage et gestion d'alarmes est sans aucun doute l'une des fonctionnalités les plus importantes en supervision informatique. Elle offre à l'administrateur la possibilité de paramétrer des évènements qui lorsqu'ils se produisent déclencheront aussitôt une procédure. Cette procédure peut être n'importe quoi : l'envoi de messages d'alerte, la diffusion d'alarmes, arrêt de production, changement du dosage des matières premières...

### **I.9.6 Les avantages de la supervision :**

#### ❖ **Surveillance complète et la notification en temps réel :**

La surveillance informatique est complète dans le sens où le système de supervision vous transmet toutes les informations importantes et utiles à savoir. Aucune information n'est négligée. Par ailleurs, ces informations sont affichées de façon à être faciles à lire.

#### ❖ **Pour une production optimale :**

Quand un système est bien supervisé, il n'est plus sujet à des pannes et des temps d'arrêt réguliers. Comment c'est possible ? Grâce à une visibilité sur l'état des matériels et des machines, la planification à titre préventive des interventions de maintenance est possible. On n'arrête le système que quand c'est vraiment nécessaire.

#### ❖ **Garante de la sécurité en entreprise/usine :**

Parfois, ce ne sont pas des erreurs systèmes ou réseau, mais une attaque malveillante qui entraîne des temps d'arrêt. Selon une étude, en 2017, le coût moyen d'une attaque de malware était de 2,4 millions de dollars. Subir une cyber-attaque coûterait donc infiniment plus cher que de mettre en place un système de supervision qui garantirait la cyber-sécurité de votre entreprise.

#### ❖ **Durée de vie prolongée des machines :**

La santé d'une machine et de tous ses composants est surveillée en détail.

❖ **Augmenter le retour sur investissement pour les entreprises :**

La supervision permettra à l'équipe informatique de consacrer moins de temps à la surveillance de vos systèmes informatiques et plus de temps à offrir de la valeur aux utilisateurs finaux.

**I.10 Conclusion :**

Ce premier chapitre vise à exposer les concepts fondamentaux pour une approche efficace des problèmes d'automatisation des systèmes industriels. Tout d'abord, les caractéristiques et l'architecture générale des systèmes automatisés ont été abordées de manière non exhaustive. Ensuite, quelques informations générales sur les API ont été exposées et la gamme S7 de Siemens a été décrite. Après avoir terminé le chapitre, nous avons examiné le concept de supervision industrielle.



## **CHAPITRE II :**

---

### **Robots « Pick & Place »**

## II.1 Introduction :

Dans le domaine industriel, le Pick & Place est l'action qui implique de retirer des marchandises d'un lieu pour les placer à un autre. Prenons l'exemple de l'emballage des chocolats au fur et à mesure qu'ils sortent des usines. Il s'agit généralement d'un processus très laborieux et répété. Toutefois, nous vivons dans une période où la logistique 4.0 et l'industrie 4.0 connaissent une croissance fulgurante, ce qui pousse les entreprises à adopter la robotisation afin d'améliorer leur productivité. L'automatisation permet de gagner du temps et de supprimer les processus à faible valeur ajoutée.

Dans l'industrie de l'automatisation, les robots Pick & Place constituent une avancée technologique majeure, élaborés pour accélérer et améliorer la précision des tâches de manipulation d'objets. Les bras mécaniques de ces systèmes robotisés sont capables de saisir, déplacer et positionner des pièces ou des produits avec une précision et une vitesse incomparable. Conçus pour une variété d'utilisations, allant du conditionnement de produits alimentaires à l'assemblage de composants électroniques, ils sont les leaders en termes de souplesse et d'efficacité dans les chaînes de production modernes.

## II.2 Définition de Pick & Place :

Avant tout, définissons le *pick & place* : il s'agit d'une technique qui consiste à ramasser un produit et le placer à un autre endroit. Dans les entreprises de divers secteurs tels que ceux de l'agroalimentaire, l'automobile ou la pharmaceutique, cette technique est très utilisée dans le processus d'emballage des produits. Bien que cette tâche soit simple, elle est aussi répétitive, chronophage et peu ergonomique pour l'opérateur. Compte tenu du rythme soutenu des processus de production actuels, les entreprises cherchent des solutions qui permettent de dynamiser le Pick & Place. La solution est l'automatisation. Ces dernières années, le développement des robots automatique a énormément progressé. De nombreuses entreprises ont décidé d'adopter cette technologie pour réduire le temps de réalisation des opérations et atteindre un taux d'erreur proche de zéro. L'utilisation de robots permet de libérer les opérateurs, qui auparavant réalisaient les opérations de *Pick & Place*, pour qu'ils puissent se consacrer à d'autres tâches à plus forte valeur ajoutée et plus gratifiantes sur le plan professionnel.

## **II.2 Définition d'un Robot Pick & Place :**

Les robots ont révolutionné le processus de fabrication, offrant un moyen efficace et rentable d'empêcher les humains d'avoir à effectuer des tâches dangereuses et répétitives qui peuvent causer des microtraumatismes. Les applications Pick & Place sont l'un des endroits les plus courants du processus d'assemblage où l'automatisation et les robots sont utilisés. Bien que cela signifie que les usines peuvent facilement se procurer des modèles de robots de prélèvement et de placement appropriés, le choix du bon pour une application spécifique nécessite une certaine enquête.

Il existe différents types de robots Pick & Place, conçus pour répondre à des besoins spécifiques. Certains modèles sont optimisés pour la rapidité et sont utilisés dans les lignes de production où la cadence est critique, comme dans l'emballage ou le tri. D'autres, dotés de capacités de manipulation plus délicates, sont adaptés à l'assemblage de composants électroniques sensibles ou à la manipulation de produits alimentaires.

L'adaptabilité de ces robots à diverses industries repose sur leur capacité à être programmés et reconfigurés pour des tâches spécifiques, offrant ainsi une solution d'automatisation polyvalente et évolutive. De l'automobile à la pharmaceutique, en passant par l'électronique et l'agroalimentaire, les Robots Pick & Place jouent un rôle clé dans l'optimisation des processus de production, garantissant qualité, rapidité et réduction des coûts.

L'utilisation des robots Pick & Place dans l'industrie offre de multiples avantages, dont une augmentation significative de la productivité grâce à leur capacité à opérer sans interruption. En réduisant les erreurs humaines et en minimisant les temps d'arrêt, ils contribuent également à améliorer la qualité des produits finis. De plus, leur flexibilité permet une adaptation rapide aux changements de production, un atout majeur dans les environnements industriels dynamiques d'aujourd'hui.

En intégrant les robots Pick & Place au cœur de nos solutions d'automatisation, nous aidons nos clients à franchir le cap de l'excellence opérationnelle, leur offrant ainsi un avantage compétitif durable dans leurs secteurs respectifs.

## **II.3 Fonctionnement des robots Pick & Place :**

Avant de se pencher sur le type exact de robot à acheter, il est préférable de s'intéresser d'abord aux fonctions pour lesquelles il sera utilisé. Peut-être qu'un robot est nécessaire pour effectuer une tâche spécifique, ou peut-être qu'un fabricant a besoin d'un robot

plus polyvalent qui peut être facilement personnalisé à plusieurs fins. Les applications pour lesquelles ces robots peuvent être utilisés sont nombreuses et variées, et peuvent inclure le prélèvement de bacs, l'inspection et même l'emballage de produits.

- **Assemblage :**

Lorsqu'ils sont utilisés pour des applications d'assemblage, les robots de prélèvement et de placement peuvent saisir les composants entrants, les joignant à d'autres parties de la pièce avant de les transporter vers le point d'assemblage suivant.

- **Cueillette des bacs :**

Souvent, les chaînes de montage impliquent de prélever des composants dans des bacs et de les placer à d'autres emplacements pour l'assemblage ou l'emballage. Des robots de prélèvement et d'emballage spécialement conçus avec des capteurs visuels de pointe combinés à un logiciel d'intelligence artificielle peuvent identifier les couleurs, les tailles et les formes.

- **Inspections :**

Afin d'inspecter les défauts, les robots Pick & Place nécessitent une IA avancée avec des systèmes de vision pour reconnaître les défauts et supprimer les composants ou produits de qualité inférieure, les ramasser et les mettre de côté dans des bacs ou des zones spécifiques.

- **Emballage :**

L'automatisation des applications d'emballage implique qu'un robot place le produit fini dans son emballage ou, avec des robots de prélèvement et d'emballage spécialement conçus, place les articles emballés sur des palettes pour l'expédition. [21]

### **II.4 L'impact des Robots Pick & Place sur l'Industrie 4.0 :**

L'avènement de l'industrie 4.0 a marqué un tournant décisif dans le monde de la production industrielle, avec un accent particulier sur l'automatisation, la connectivité, et l'intelligence artificielle. Dans ce contexte, les robots Pick & Place émergent non seulement comme des outils de productivité, mais aussi comme des vecteurs d'innovation, redéfinissant les possibilités de l'industrie manufacturière.

- **Une Productivité Accrue :**

Le premier et le plus immédiat impact des robots Pick & Place sur l'industrie 4.0 est l'augmentation substantielle de la productivité. Capables de fonctionner 24 heures sur 24 sans baisse de régime, ces robots minimisent les temps d'arrêt et maximisent le rendement des lignes de production. Contrairement aux opérateurs humains, leur performance ne fléchit pas, assurant une production constante et fiable.

- **Qualité et Précision Inégales :**

L'industrie 4.0 met un point d'honneur sur la qualité et la personnalisation des produits. Les robots Pick & Place, avec leur précision chirurgicale, jouent un rôle crucial dans l'atteinte de ces objectifs. Leur capacité à manipuler délicatement les pièces réduit le risque d'erreur et de dommage, garantissant une qualité de produit supérieure et une satisfaction client accrue.

- **Flexibilité et Réactivité :**

La capacité à s'adapter rapidement aux changements de production est un pilier de l'industrie 4.0. Les robots Pick & Place, grâce à leur programmabilité avancée, offrent une flexibilité sans précédent. Ils peuvent être reconfigurés pour de nouvelles tâches en un temps record, permettant aux entreprises de répondre agilement aux évolutions du marché et aux demandes de personnalisation des produits.

- **Réduction des Coûts :**

L'intégration des robots Pick & Place permet également une réduction significative des coûts de production. En optimisant l'utilisation des ressources et en diminuant la nécessité d'interventions humaines, ces robots réduisent les coûts opérationnels et d'entretien. De plus, leur contribution à l'amélioration de la qualité des produits limite les pertes dues aux défauts de fabrication, contribuant ainsi à une meilleure rentabilité.

## **II.5 Comment Intégrer un Robot Pick & Place dans votre Production ?**

L'intégration réussie de robots Pick & Place dans une chaîne de production nécessite une planification minutieuse, une compréhension approfondie des besoins opérationnels et une exécution précise. Une méthodologie éprouvée a été développée pour garantir une transition fluide et efficace vers l'automatisation avancée. Voici les étapes clés pour intégrer avec succès ces technologies innovantes dans votre environnement de production. [22]

- **Analyse des Besoins et Évaluation :**

La première étape consiste à effectuer une analyse détaillée de vos opérations actuelles pour identifier les domaines où les robots Pick & Place pourraient apporter une amélioration significative. Cela inclut l'évaluation de la cadence de production, de la variabilité des tâches, des besoins en précision et de la flexibilité requise.

- **Conception et Personnalisation :**

Sur la base de l'analyse préliminaire, il faut concevoir une solution d'automatisation personnalisée qui s'aligne parfaitement avec vos objectifs de production. Cette étape implique

la sélection des robots Pick & Place les plus appropriés, la configuration des systèmes de vision et la programmation des logiciels pour optimiser les performances et l'efficacité.

- **Installation et Intégration :**

Une fois la solution conçue, l'étape suivante consiste à installer les robots Pick & Place dans votre environnement de production en minimisant les interruptions de production. Une intégration harmonieuse des systèmes garantissant une interaction fluide entre les robots et les autres composants des chaînes de production.

- **Formation et Support :**

Pour maximiser l'efficacité de votre nouvelle solution d'automatisation, il est crucial que votre personnel soit correctement formé pour exploiter, maintenir et dépanner les systèmes. Des programmes de formation complets conçus pour équiper les opérateurs et les techniciens avec les compétences nécessaires pour tirer le meilleur parti des robots Pick & Place. A fin de garantir une performance optimale des systèmes d'automatisation.

- **Suivi et Optimisation :**

L'intégration d'un robot Pick & Place est un processus continu qui nécessite un suivi régulier et des ajustements pour optimiser les performances. Des services d'évaluation post-installation sont nécessaire pour identifier les opportunités d'amélioration et ajuster les paramètres du système en conséquence.

- **Intelligence Artificielle et Apprentissage Automatique :**

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) et de l'apprentissage automatique dans les systèmes de robots Pick & Place est une tendance majeure qui façonne l'avenir de l'automatisation. Ces technologies permettent aux robots de mieux comprendre et interagir avec leur environnement, améliorant ainsi leur capacité à effectuer des tâches complexes avec une grande précision.

- **Collaboration Homme-Robot :**

L'avenir de l'automatisation industrielle réside dans la collaboration harmonieuse entre les humains et les robots. Les robots Pick & Place de nouvelle génération sont conçus pour travailler aux côtés des opérateurs humains, complétant leurs compétences et les libérant des tâches répétitives et physiquement exigeantes. Cette synergie homme-robot maximise la productivité tout en maintenant un environnement de travail sûr et ergonomique.

- **Durabilité et Efficacité Énergétique :**

Dans un contexte mondial où la durabilité est de plus en plus prioritaire, l'efficacité énergétique des robots Pick & Place devient un enjeu crucial. Pour cette raison des solutions

qui non seulement augmentent l'efficacité de la production mais le font de manière écologiquement responsable à concevoir. En optimisant la consommation d'énergie et en réduisant les déchets.

## **II.6 Fonctionnement d'un robot « Pick & Place » :**

L'action de prendre un article et de le placer à un autre endroit peut paraître simple pour un être humain mais pour un robot, cela nécessite la coordination de différents éléments. Un robot de Pick & Place est composé de trois parties fondamentales qui sont les suivantes :

- 1) **Système de vision** : Il permet au robot d'identifier les articles et de connaître les coordonnées de chaque produit pour le localiser.
- 2) **Système de préhension** : le robot ramasse l'article et le dépose dans l'emballage correspondant grâce à un système de manipulation à vide (en aspirant le produit ce qui est le plus simple rapide) ou il peut être équipé de pinces mécaniques (plus précises mais moins rapides).
- 3) **Système de contrôle** : le PLC (Programmable Logic Controller il s'agit d'un ordinateur qui pilote les processus électromagnétiques de l'entrepôt) il contient la programmation dont le robot a besoin pour travailler correctement (les trajectoires requises pour ramasser et placer les produits dans l'emballage).

Bien que, les robots qui effectuent le Pick & Place sont généralement polyvalents, avant de choisir lequel implémenter, il convient de déterminer quelques éléments comme le nombre de cycles par minute nécessaire (c'est-à-dire le nombre d'articles qui doivent être déplacés à la minute), le poids maximal supporté par le système de préhension (en prenant en considération le type de produits à manipuler), l'espace dont a besoin le robot ou le système de vision artificiel installé (des capteurs ou des caméras).

## **II.7 Les applications des robots qui réalisent le « pick & place » :**

Même en tant que robots industriels d'emballage alimentaire, les robots de prélèvement et de placement servent à plusieurs applications différentes. Ces applications incluent :

### **II.7.1 Applications d'assemblage :**

Dans les processus d'assemblage, les robots de prélèvement et de placement peuvent rassembler plusieurs pièces provenant de plusieurs emplacements et les assembler en un seul endroit. Des travaux complexes dans des environnements électroniques sont effectués à l'aide de ces types de robots Pick & Place.

### **II.7.2 Applications d'emballage :**

En tant qu'utilitaire d'emballage, le robot Pick & Place saisit les produits alimentaires et les place dans un conteneur d'emballage. Pour charger les articles dans un conteneur d'emballage, ils peuvent même être prélevés sur un tapis roulant.

### **II.7.3 Applications de prélèvement en bac :**

Dans les applications de prélèvement de bacs, les robots de prélèvement et de placement sont capables de récupérer un article particulier dans un bac. Ces robots de prélèvement et de placement disposent de systèmes de vision avancés qui leur permettent d'identifier avec précision l'article requis, une application requise dans le bac picking.

### **II.7.4 Inspection et contrôles qualité :**

Des robots Pick & Place d'inspection et de contrôle qualité identifient chaque article pour savoir s'il répond au protocole de contrôle qualité du fabricant. Si les articles échouent, le robot peut retirer l'article de la chaîne de production.

### **II.7.5 Tri des pièces :**

Les robots de tri de pièces peuvent trier différents objets en fonction de leur forme ou des informations fournies sur l'objet lui-même. Ceux-ci peuvent être utilisés pour séparer des parcelles ou pour des applications similaires.

### **II.7.6 Applications médicales :**

Les robots Pick & Place trouvent également leurs applications dans le secteur médical. Ils aident non seulement à trier l'inventaire médical, mais peuvent même participer à des interventions chirurgicales complexes.

## **II.8 Fonctionnement des robots Pick & Place :**

### **II.8.1 Un bras robotique :**

Un bras robotique est un appareil programmable dont les fonctions principales et le comportement ressemblent à ceux d'un bras humain. Les différentes parties qui composent le robot sont jointes et reliées entre elles afin qu'il effectue des mouvements de rotation et de transfert.

Au bout du bras, à l'extrémité, se trouve la main robotique, qui peut avoir la forme d'une pince, d'une ventouse ou d'une griffe, selon la tâche à exécuter. Celles-ci peuvent être, entre autres, la fixation, le déplacement de marchandises, le picking ou l'assemblage de pièces.



Ces dispositifs sont principalement utilisés pour simuler ou remplacer les capacités du bras humain lors d'opérations de production ou de logistique. Étant entièrement automatisé, le bras robotique industriel remplit les mêmes fonctions qu'un opérateur, mais avec la capacité de manipuler des charges plus lourdes, à une vitesse plus élevée et sans la fatigue que la répétition entraîne chez un humain.



Figure II.1 : Bras robotiques

Ces dispositifs, qui peuvent fonctionner seuls ou faire partie d'une chaîne de montage, sont utilisés dans les industries qui exigent une précision extrême, comme l'industrie automobile. Ils sont également utiles dans celles qui nécessitent d'effectuer des mouvements et dans le Pick & Place (ramassage et installation) de lourdes charges [23].

### **II.8.2 CFM robotique :**

CFM Robotique a démontré, au fil du temps, ses capacités de conception de mains robotiques sur-mesure capable d'assembler diverses composantes complexes. Avec ce robot il est possible de jongler avec le jumelage de plusieurs procédés en même temps, incluant l'intégration de mains robotiques interchangeable automatiquement (quick connect) [24].



Figure II.2 : CFM robotique

### **II.8.3 Le robot cartésien :**

Le robot cartésien est un outil industriel polyvalent. Sa conception linéaire et sa grande précision, similaires à un robot à portique, permettent d'optimiser les processus de

fabrication et de recherche dans l'industrie moderne. Un robot cartésien peut en effet effectuer des tâches répétitives avec une grande vitesse et une faible consommation d'énergie [25].



Figure II.3 : Le robot cartésien

#### II.8.4 Le Robot collaboratif :

Le mot **COBOT** apparaît pour la première fois en 1999, il s'agit d'un néologisme formé à partir des mots « coopération » et « robotique ». Le principe de coopération est extrêmement important dans la cobotique, qui essaie de correspondre au mieux à cet idéal. En effet, la distinction principale du cobot est son interaction avec l'humain.

Il n'a en effet pas pour vocation d'être indépendant, ou programmé pour une tâche qu'il répètera éternellement dans son coin. Qu'il soit piloté en temps réel, configuré à l'avance, ou qu'il travaille à côté d'un humain, le robot collaboratif est fait pour collaborer avec l'opérateur, il est son assistant (on estime que seulement 10% des emplois sont entièrement automatisables) [26].



Figure II.4 : Le Robot collaboratif

### II.8.5 Atlas robot :

Généralement fixés à des supports stables et positionnés de manière à atteindre des zones de travail spécifiques, les robots de prélèvement et de placement utilisent des systèmes de vision et d'outillage avancés configurés pour différentes applications.

Le type le plus courant de robots Pick & Place sont les bras robotiques à 5 axes, utilisés pour des applications plus standard, telles que le déplacement d'objets le long d'un seul plan. Un bras à 6 axes plus avancé est généralement utilisé pour des tâches plus complexes, comme lorsqu'un objet doit être tourné ou autrement réorienté avant de continuer vers le point de rassemblement suivant [27].

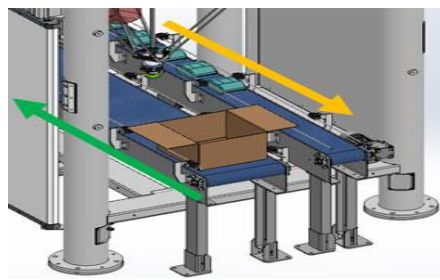


Figure II.5 : les différents axes d'un Robot Atlas

Un tapis roulant introduit la production dans la pièce où se trouve le robot pour saisir le produit et le placer selon la programmation. Par le biais d'un encodeur installé sur le tapis et un système de vision artificielle, le robot est capable de connaître à tout moment la position du produit entrant (Figure II.6 (a)).

À côté de lui se trouve un autre groupe à venir où le produit sera laissé, commandé en fonction de la programmation (Figure II.6 (b)).

Le robot utilise un Système de vide installé dans ses mâchoires pour capturer le produit et le placer correctement sur la bande adjacente en fonction de sa programmation (Figure II.6 (c)).

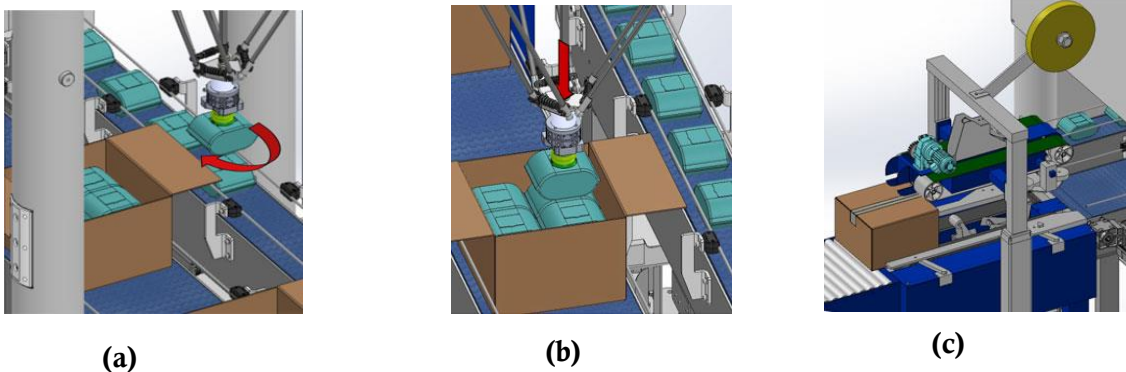


Figure II.6 : système de commande d'un Robot Atlas

Le produit laisse la structure du robot correctement positionnée dans sa position à l'intérieur du plateau comme programmé. Ceux-ci seront envoyés au processus de production suivant.

### **II.8.6 Delta robot :**

Les robots Delta ont été créés à l'origine dans les années 1980, mais n'ont commencé à se faire remarquer dans le monde de la fabrication qu'il y a une dizaine d'années.

Maintenant, les robots Delta peuvent être couramment trouvés le long de nombreuses chaînes d'assemblage dans de nombreuses industries. Ces robots sont également connus sous le nom de robots parallèle en raison de leur conception de bras parallélogramme.

Les robots Delta ont généralement trois à quatre bras légers en fibre de carbone qui s'étendent vers le bas à partir du corps principal du robot. En raison de cette conception, les bras du robot sont assimilés à des pattes d'araignée, c'est pourquoi ils sont souvent appelés robots araignées. [28]

Les bras du robot Delta sont articulés au milieu, ce qui les fait plier vers l'intérieur et se connecter à une petite plaque d'outillage. Cette petite plaque d'outillage est l'endroit où le préhenseur peut être fixé. Chaque bras est relié à un moteur situé dans le corps principal du robot. Les moteurs coordonnent les mouvements des bras dans des mouvements de haut en bas, ce qui pousse leurs articulations vers l'intérieur et vers l'extérieur. Ces mouvements articulaires provoquent le déplacement de la plaque d'outillage à travers les axes X, Y et Z, créant une enveloppe de travail cylindrique. Un des bras du robot est utilisé pour contrôler le préhenseur en s'étendant à partir du centre du corps du robot.

Avec l'ajout d'un système de vision, un robot Delta devient un outil de prélèvement et de mise en place extrêmement flexible. La vision ajoute une capacité de suivre la position des pièces sur un convoyeur et d'anticiper l'emplacement de prélèvement précis. Les pièces peuvent maintenant être cueillies à n'importe quel endroit sur le convoyeur et placées à divers endroits, y compris dans un colis, sur une palette ou un autre convoyeur, et dans de nombreuses autres applications.



Figure II.7 : Delta robot

Les robots Delta sont des robots innovants utilisés dans les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. Nous utilisons ces robots dans une ligne de processus automatisée. Par exemple, suite au lavage et au triage de la mâche, le robot Delta permet l'emballage en toute sécurité de ce produit.

## II.9 Comment Choisir le meilleur robot Pick & Place ?

Avec la capacité de chaque type de robot de prélèvement et d'emballage à exécuter de manière efficace et efficiente de nombreux types de tâches au sein du processus de fabrication, le véritable défi consiste à sélectionner celui dont les configurations répondent le mieux aux besoins opérationnels de l'usine [29]. Voici quelques autres considérations :

- **Nombre d'axes :**

Détermine la liberté de mouvement du robot de prélèvement et de placement, le plus grand nombre d'axes indiquant généralement une plus grande flexibilité.

- **Recommandations :** 4 à 5 axes pour les applications d'exécution de commandes qui impliquent de placer des articles sur un convoyeur, un bac ou un conteneur. Plus de 6 axes pour les applications qui nécessitent une plus grande amplitude de mouvement pour que le robot puisse tourner ou se déplacer linéairement.

- **Charge utile :**

Fait référence à la charge maximale qu'un robot de prélèvement et d'emballage peut transférer d'un point à un autre, et inclut le poids de son outillage.

- **Recommandations :** Au minimum, il devrait être capable de soulever l'article le plus lourd de l'inventaire d'une usine avec son bras complètement étendu, puis de le placer avec précision.

- **Atteindre :**

Consiste à examiner l'amplitude de mouvement d'un robot pour déterminer les distances verticales et horizontales maximales à la portée du robot de prélèvement et de placement. Comme cela demande de la précision, il est impératif de déterminer ces mesures avant l'achat.

- **Recommandations :** Mesurez la portée verticale depuis le point le plus bas que le robot peut atteindre jusqu'à la hauteur maximale de son « poignet ».  
Mesurez la portée horizontale depuis le centre de la base du robot jusqu'au point le plus éloigné que sa pince ou son bras peut s'étirer.

- **Répétabilité :**

Fait référence à la capacité du robot de prélèvement et de placement à saisir et à déposer des pièces avec précision au cours de chaque séquence qu'il effectue.

- **Recommandation :** Les actions nécessitant une plus grande précision, comme la fabrication de circuits imprimés, nécessitent des robots capables de répéter les mouvements avec une précision inférieure à un demi-millimètre (moins de deux centièmes de pouce), selon la procédure.

- **Vitesse :**

À laquelle un robot peut travailler affectera l'efficacité et la productivité de l'ensemble du processus de fabrication. Il est donc important d'évaluer les spécifications d'un robot pour s'assurer qu'il peut suivre le flux de travail.

- **Recommandations :** Assurez-vous que le robot de prélèvement et de placement est capable de fonctionner au moins à la vitesse à laquelle la ligne de production fonctionne.

Examinez les périodes de pointe de la demande pour vous assurer qu'elle peut répondre à ces demandes plus élevées.

De plus, les configurations autour desquelles un robot de prélèvement et d'emballage peut être personnalisé limiteront la flexibilité en raison des dimensions du robot, de la forme des outils et de la façon dont ils sont conçus pour se déplacer.

Par exemple, les configurations de base du robot de prélèvement et de placement incluent :

- Robots articulés ou SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) avec bras rotatifs fixes qui permettent de plus grands degrés de liberté sur les axes.

- Robots cylindriques qui permettent des mouvements le long d'axes horizontaux, de rotation et verticaux.
- Robots sphériques qui permettent un seul mouvement linéaire et deux mouvements de rotation.

Ces caractéristiques affectent l'endroit où ils peuvent être déployés et les éléments qu'ils peuvent gérer. Parallèlement à ces considérations, le système de guidage visuel doit être suffisamment sophistiqué pour identifier divers éléments tout au long de la chaîne de production.

## II.10 Les avantages d'un robot Pick & Place :

Les robots de prélèvement et de placement offrent plusieurs avantages par rapport à l'utilisation de travailleurs humains dans le même but. Certains de ces avantages sont [30] :

- 1) **Vitesse** : La rapidité de fonctionnement est l'une des principales raisons en faveur des robots pick and place. Ces machines peuvent soulever beaucoup d'objets en même temps qu'il faudrait à un travailleur humain pour soulever un objet.
- 2) **Productivité** : En raison d'une vitesse de fonctionnement plus élevée, un robot de prélèvement et de placement a une productivité plus élevée que son homologue humain. C'est pourquoi les environnements de fabrication modernes sont capables de déployer un plus grand nombre de produits afin d'augmenter les cadences de production.
- 3) **Production ininterrompue** : Les travailleurs humains ont besoin de pauses, ce qui peut entraîner des interruptions dans la chaîne de production. Des interruptions se produisent également lors du changement d'équipe des travailleurs. Cependant, les robots ne nécessitent pas de pause et peuvent travailler toute la journée et toute la nuit.
- 4) **Cohérence** : Le travail humain apporte toujours le facteur erreur humaine. Cependant, un robot de sélection et de placement fonctionnera selon des principes mathématiques précis, il n'y aura donc aucune erreur et le résultat final sera une opération cohérente.
- 5) **Sécurité** : Le levage d'objets implique le facteur de risque de chute de l'objet sur des travailleurs humains et de blessures. Cependant, les robots ne présentent pas un tel risque, ce qui conduit à une plus grande sécurité sur le lieu de travail.

- 6) **Retour sur investissement** : Les robots Pick & Place permettent aux entreprises de minimiser les coûts de fonctionnement en engageant un petit investissement initial. Il n'y a ni salaire ni avantages sociaux à payer. Cela se traduit par un retour sur investissement plus élevé dans les processus de fabrication.
- 7) **Débit** : Les robots de sélection et de placement permettent d'obtenir un débit plus élevé car ils peuvent déplacer un grand nombre d'objets en un temps donné comme mentionné précédemment, les robots de sélection rapide sont capables de déplacer des articles à la cadence de 300 références par heure.

## **II.11 Conclusion :**

Dans ce chapitre, les robots Pick & Place ont été exposés. Au début, nous avons donné une définition des robots pick and place, comment les incorporer dans la production, les bénéfices et les inconvénients, ainsi que leur utilisation et leur fonctionnement. Dans une seconde partie, les différents types et exemples de ces robots ont été exposés de manière succincte.



## **CHAPITRE III :**

---

# **Systeme Industriel virtuel ITS PLC**

### III.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons un système d'automatisation et de surveillance d'un robotique « Pick & Place » dont la partie programmation est réalisée à l'aide langage grafcet par Automgen 8.

### III.2 Description du logiciel ITS PLC :

Le **logiciel ITS PLC ATG** édition est un logiciel éducatif spécialement conçu pour l'apprentissage de la programmation des API. Il utilise les dernières technologies informatiques pour rendre la simulation des programmes pour API très proche du monde réel grâce à ses parties opératives virtuelles. Il comprend cinq systèmes industriels virtuels très réalistes qui peuvent être connectés à un API réel.

#### III.2.1 Interface du logiciel :

Dans cette partie, on décrit en détail l'interface et les fonctionnalités de l'ITS PLC édition MHJ.

##### a) Menu principal

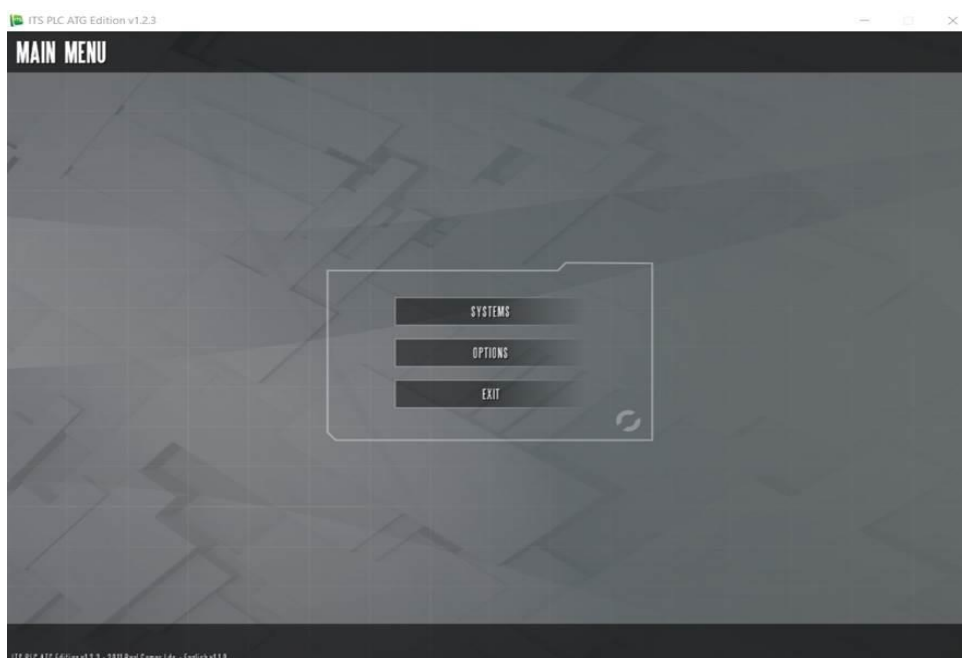
Le logiciel présente une interface relativement simple et comprend trois menus :

**-le menu système.**

**-Les options.**

**-Le menu de sortie pour fermer le logiciel.**

En cliquant sur Systèmes, nous sommes dirigés vers le menu des systèmes industriels, tandis que en cliquant sur Options, nous sommes dirigés vers le menu des options.



b) **Menu de système :** Figure III.1 : Menu principal

Cinq systèmes programmables sont proposés :

- Organisation des caisses.
- Mélangeur.
- Un palettiseur.
- Pick & place » robot.
- Magasin de machines.

On sélectionne le système virtuel souhaité en cliquant sur le bouton Lancer. Si l'on veut retourner au menu principal, il suffit de cliquer sur Menu Principal.

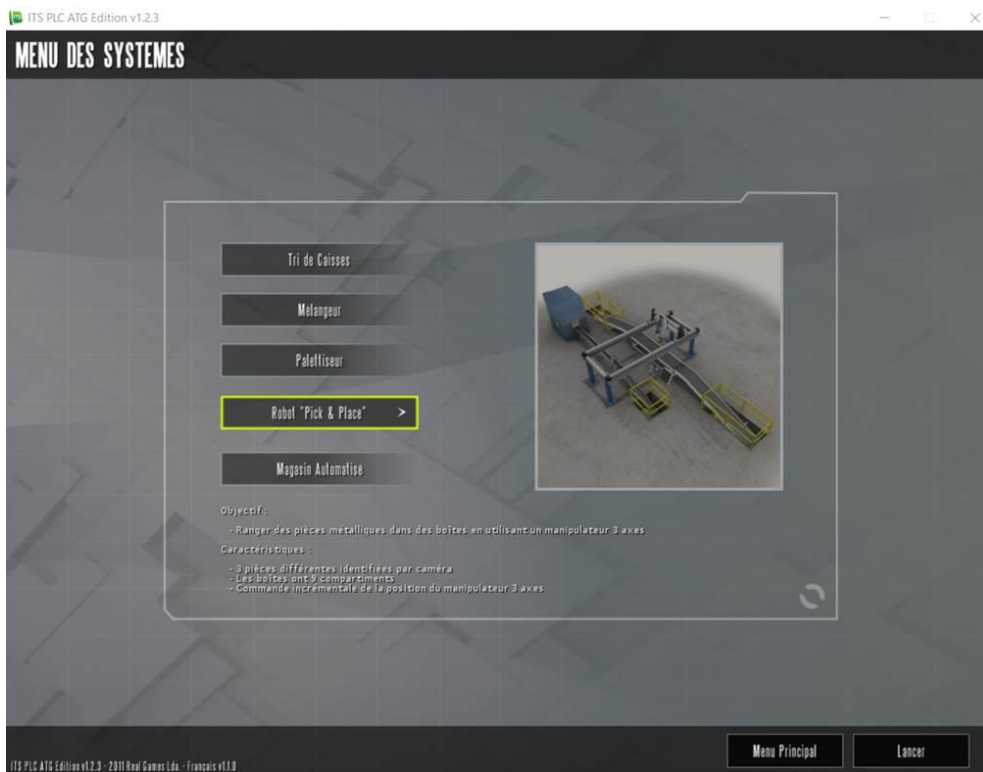


Figure III.2 : Menu de système

c) **Menu des options :**

Plusieurs réglages peuvent être sélectionnés dans le menu des options :

- Gestion et contrôle d'un système
- Choix de langue : Choisir une langue.
- Choisissez une résolution qui convient à votre carte graphique.
- Full-screen : oui - mode full-screen, Non - mode fenêtre.
- Son : Passer de l'état activé (on) à l'état désactivé.

- Utilisation de la 3Dconnexion Space Navigator TM et de la souris pour la navigation.
- L'effet de lumière (« bloom ») est activé (on) afin d'obtenir un éclairage plus réaliste des scènes.

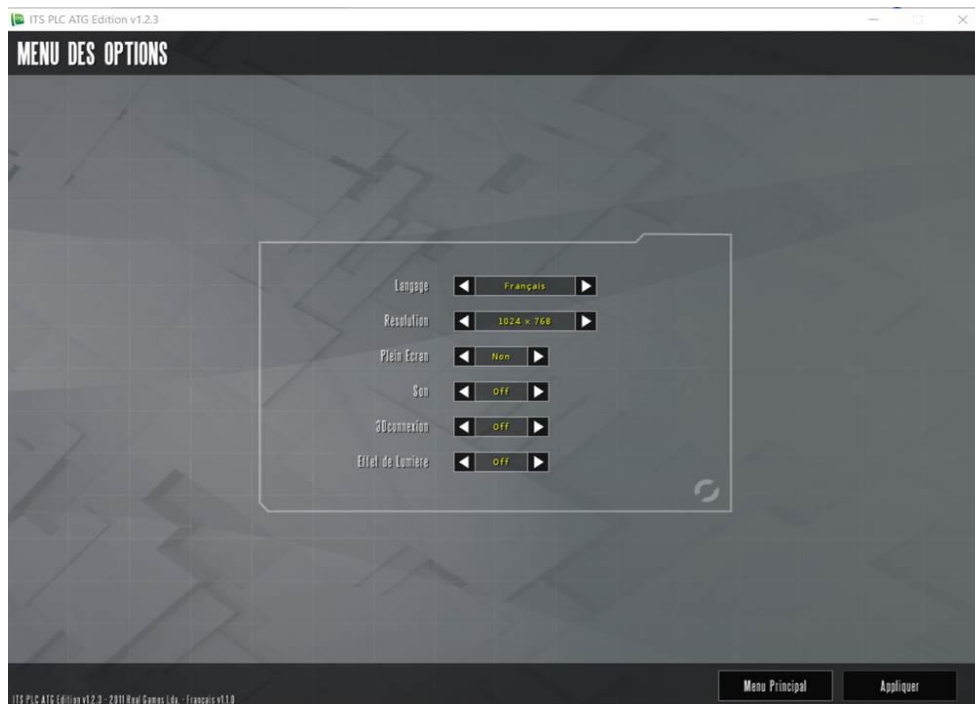


Figure III.3 : Menu des options

#### d) Panneau pratique :

##### ➤ Panneau utilitaire

Il comprend les rôles suivants :

- Sélectionnez l'une des positions préétablies des caméras en utilisant le sélecteur de caméra.
- Pour afficher les étiquettes des capteurs, appuyez sur **les capteurs** .
- Pour afficher les étiquettes des actionneurs, appuyez sur **Actionneurs**.
- Cliquez sur le bouton "**Pannes**" afin d'afficher le tableau des pannes.
- Cliquez sur le bouton "**Initialisation**" afin de réinitialiser le système.
- Cliquez sur le bouton "**Quitter**" afin de revenir au menu principal.

##### ➤ Panneau entrées et sorties

- Montre le niveau d'activité des capteurs et des actionneurs.
- Permet de gérer le système de manière manuelle.
- En utilisant les voyants des capteurs, on peut amplifier leur état.
- En utilisant les voyants des actionneurs, il est possible de les forcer en mode automatique.

➤ **Panneau de choix du mode**

Le choix du mode de fonctionnement du système est possible.

**En mode manuel :** l'utilisateur est responsable de la partie opérative.

**En mode automatique :** l'Api est responsable de la commande du système.

➤ **Panneau de commande**

Il s'agit de mettre en marche le système en mode automatique.

➤ **Panneau des pannes**

Ce panneau permet de simuler les pannes des capteurs et des actionneurs.



Figure III.4 : <sup>1</sup> Panneau Pratique (1- panneau des E/S. 2- panneau choix du mode. 3- <sup>2</sup> panneau utilitaire. 4- <sup>3</sup> panneau de commande)

**e) Options manuelles / automatisées :**

Les différentes parties opératives peuvent être commandées manuellement par l'utilisateur ou automatiquement par l'API.

- **En mode manuel :**

L'utilisateur se comporte de la même manière que la partie commande et peut ainsi comprendre le fonctionnement du système.

- **En mode automatisé :**

La gestion de la commande est confiée à l'API.

- Mettre en marche ou arrêter les actionneurs en mode manuel.
- Assurer la mise en marche des capteurs (indiquée par une LED rouge).  
Tous les systèmes commencent par démarrage manuel par défaut. Au besoin, il est possible de passer d'un mode à l'autre.



Figure III.5 : Panneau des E/S en mode manuel.

**Mode automatique :**

Forcer les actionneurs (signalés par un bouton bleu), i.e. les sorties de l'API sont ignorées. - Forcer les capteurs (signalés par une LED rouge). En mode automatique, le panneau de commande devient visible. Il est utile pour piloter l'automate.



Figure III.6 : Mode automatique

**Start** : démarre le système.

**Stop** : arrête le système (contact normalement fermé).

**Reset** : réinitialise le système.

**Urgence** : arrêt d'urgence (contact normalement fermé).

**III.2.2 La relation entre les sorties ITS PLC et adresses :**

Adresse	Actionneur
Q0	Actionneur 0
Q1	Actionneur 1
Q2	Actionneur 2
Q3	Actionneur 3
Q4	Actionneur 4
Q5	Actionneur 5
Q6	Actionneur 6
Q7	Actionneur 7
Q8	Actionneur 8
Q9	Actionneur 9

**III.2.3 La relation entre les entrées ITS PLC et adresses :**

Adresse	Capteur
I0	Capteur 0
I1	Capteur 1
I2	Capteur 2
I3	Capteur 3
I4	Capteur 4
I5	Capteur 5
I6	Capteur 6
I7	Capteur 7
I0	Capteur8
I1	Capteur9
I2	Capteur10

I3	Mode auto
I4	Start
I5	Stop
I6	Reset
I7	Arrêt d'urgence

### III.3 Fonctionnalités principales :

- **Simulation réaliste** : L'environnement de simulation interactif ITS PLC Real Game reproduit de manière fidèle les conditions d'une usine ou d'un processus industriel. Les utilisateurs ont la possibilité de concevoir et d'évaluer des systèmes automatisés dans un environnement virtuel avant de les mettre en place en pratique.
- **Langages de programmation** : Plusieurs langages de programmation PLC sont supportés, tels que le Ladder Logic, le Grafcet et le texte structuré, ce qui permet une programmation flexible en fonction des préférences et des besoins de l'utilisateur.
- **Outils de débogage et de test** : Les outils de débogage avancés offerts par ITS PLC Real Game permettent de repérer et de rectifier les erreurs de programmation, garantissant ainsi la fiabilité et les performances des systèmes automatisés développés.
- **Modules de formation intégrés** : Il comprend des modules de formation interactifs et des tutoriels afin d'accompagner les utilisateurs dans l'apprentissage des concepts fondamentaux et avancés de l'automatisation industrielle, offrant ainsi une progression et une pratique progressive.

### III.4 Automogen 8 :

#### III.4.1 Historique et Développement :

Automgen est un logiciel développé par la société française IRAI (Institut de Recherche en Automatique Industrielle). Initialement conçu dans les années 1980, Automgen avait pour objectif de faciliter la programmation des automates programmables industriels (API) en offrant une interface graphique intuitive et des outils de simulation robustes. Les premières versions d'Automgen se sont concentrées sur la création d'un environnement convivial pour les ingénieurs et les techniciens, permettant de simplifier et d'accélérer le développement des systèmes automatisés.



### III.4.2 Les Premières Versions (1 à 4) :

- **Automgen 1 à 2** : Les premières itérations d'Automgen ont introduit les bases de la programmation graphique pour les API. Ces versions permettaient de créer des programmes en utilisant des langages tels que le Grafset et le Ladder, avec des outils de simulation rudimentaires pour vérifier les programmes avant leur implémentation sur les machines réelles.
- **Automgen 3 à 4** : Ces versions ont vu des améliorations significatives de l'interface utilisateur et des capacités de simulation. L'accent a été mis sur la fiabilité et la précision des simulations, offrant aux utilisateurs une meilleure prévisualisation du comportement des systèmes automatisés.

### III.4.3 Automgen 5 :

- **Améliorations de l'Interface Utilisateur** : Automgen 5 a introduit une interface utilisateur plus moderne et intuitive, facilitant la prise en main du logiciel.
- **Nouvelles Fonctionnalités** : Des fonctionnalités supplémentaires ont été ajoutées, notamment des outils pour le diagnostic et la détection des erreurs, ainsi qu'une meilleure gestion des projets complexes.

### III.4.4 Automgen 6 :

- **Compatibilité Étendue** : Cette version a élargi la compatibilité du logiciel avec différents types d'automates programmables et standards industriels, rendant Automgen plus polyvalent.
- **Simulation en Temps Réel** : Automgen 6 a introduit des capacités de simulation en temps réel, permettant aux utilisateurs de vérifier le comportement des programmes dans des conditions proches de la réalité.

### III.4.5 Automgen 7 :


- **Connectivité et Communication** : Automgen 7 a mis l'accent sur la connectivité, permettant une communication plus facile avec d'autres logiciels et systèmes, ainsi qu'une meilleure intégration dans les environnements industriels existants.
- **Diagnostic et Débogage** : Des outils avancés de diagnostic et de débogage ont été introduits, facilitant la détection et la correction des erreurs dans les programmes.

### III.4.6 Automgen 8 :

Automgen 8 représente une étape majeure dans l'évolution du logiciel, intégrant de nombreuses nouvelles fonctionnalités et améliorations basées sur les retours des utilisateurs et les avancées technologiques.


- **Interface Utilisateur Modernisée** : La version 8 propose une interface utilisateur entièrement repensée pour être plus intuitive et accessible, avec des outils de conception et de simulation plus faciles à utiliser.
- **Compatibilité Étendue** : La compatibilité avec une plus grande variété de matériels et de protocoles de communication a été améliorée, facilitant l'intégration dans des environnements industriels diversifiés.
- **Simulation Avancée** : Automgen 8 introduit des capacités de simulation avancées, permettant une modélisation plus précise des systèmes complexes et une vérification en temps réel des programmes.
- **Support Multilingue** : Le logiciel supporte plusieurs langages de programmation supplémentaires, rendant Automgen plus flexible et adaptable aux besoins spécifiques des utilisateurs.
- **Optimisation des Performances** : Des optimisations significatives ont été réalisées pour améliorer les performances du logiciel, notamment en termes de vitesse de simulation et de réactivité de l'interface utilisateur.

### III.4.7 LANCEMENT D'AUTOMGEN 8 :

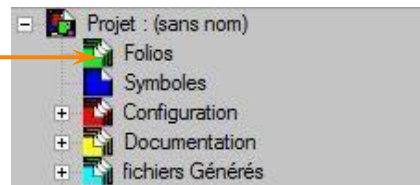
L'ouverture du logiciel **AUTOMGEN 8** se fait à partir du menu démarrer.   
Choisir le type d'automate équipant le système sur lequel vous travaillez (à défaut, vous pouvez ouvrir une licence « hors ligne »).

#### III.4.7.1 CRÉATION D'UN PROJET

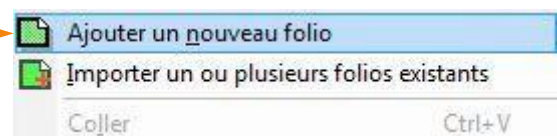
La première étape est la création d'un projet :

- Cliquer sur l'icône  ou sélectionner **Fichier**, puis **Nouveau**

- Faire un clic droit sur **Folios**



- Sélectionner **Ajouter un nouveau folio**



Apparaît alors la boîte de dialogue suivante :

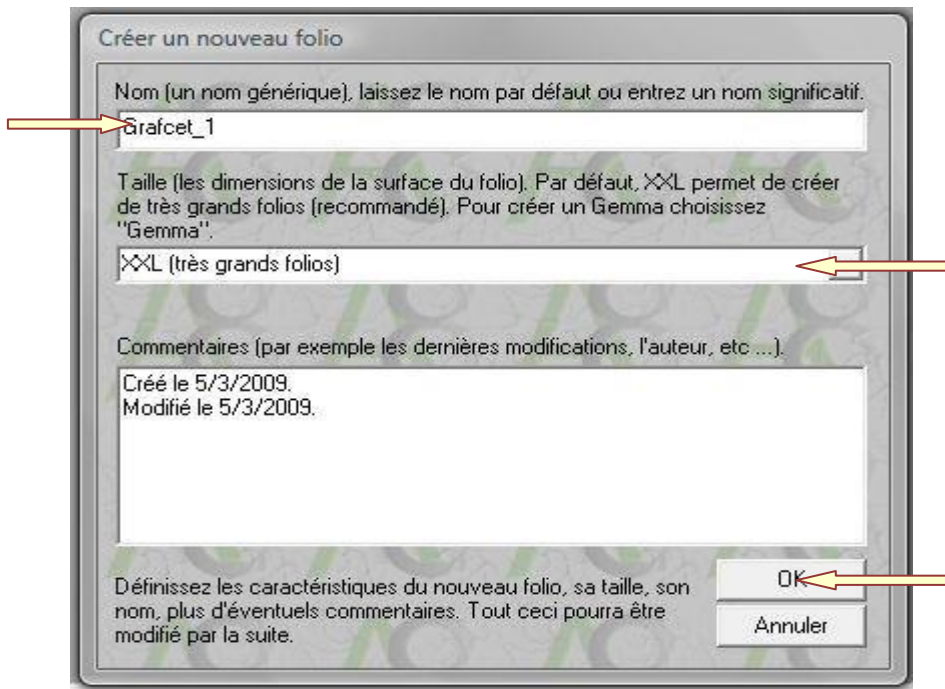


Figure III.7 : La boîte de dialogue

- Donner un nom a votre Grafcet
- Choisir la taille pour la folio (A4 suffit dans la plupart des cas).
- Accepter

1) **Raccourcis clavier :**

A gomme	B	C	D	E	F	V	7	6	(	)	U
R	S	K	L	M	N	E	F	G	H	I	J
O	P	Q	T	£	\$	0	1	2	3	4	5
W	X	Y	#	-	@	8	;	:	9	>	?
.	/	%	\$	(Alt Gr 6)	Z	+	-	,	.	=	<

Figure III.8: Raccourcis clavier

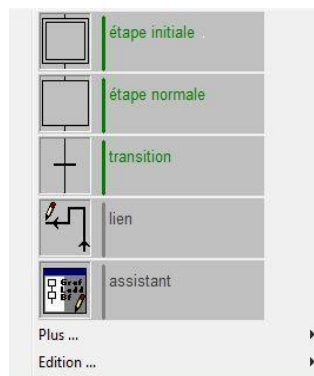
## 2) Récapitulatif des fonctions des icônes :

	Lance la compilation de votre grafcet et affiche un compte rendu en bas de page
	Mise en RUN de l'automatisme
	Mise en STOP de l'automatisme
	Remise à l'état initial de l'automatisme
	Fonctionnement pas à pas
	Connecte l'ordinateur à la cible, lance le transfert si connexion sur un automate
	Déconnecte l'ordinateur de la cible (l'automate ou exécuteur PC)
	Lance la compilation, initialise le transfert, se met en RUN et active la visualisation dynamique
	Visualisation dynamique : affiche en temps réel le déroulement du Grafcet

Figure III.9: icônes

### III.4.7.2 Construction d'un GRAFCET en mode assistant :

Par un clic droit sur la partie verte de l'écran, faire apparaître la fenêtre ci-contre Choisir alors assistant



Dans la fenêtre qui apparaît, cocher les différents éléments (type d'architecture, nombre d'étapes, etc ...) afin de construire votre GRAFCET. Une fois sélectionnées les différentes options, valider avec la touche OK. Un clic gauche vous permet alors de positionner votre GRAFCET sur la feuille.

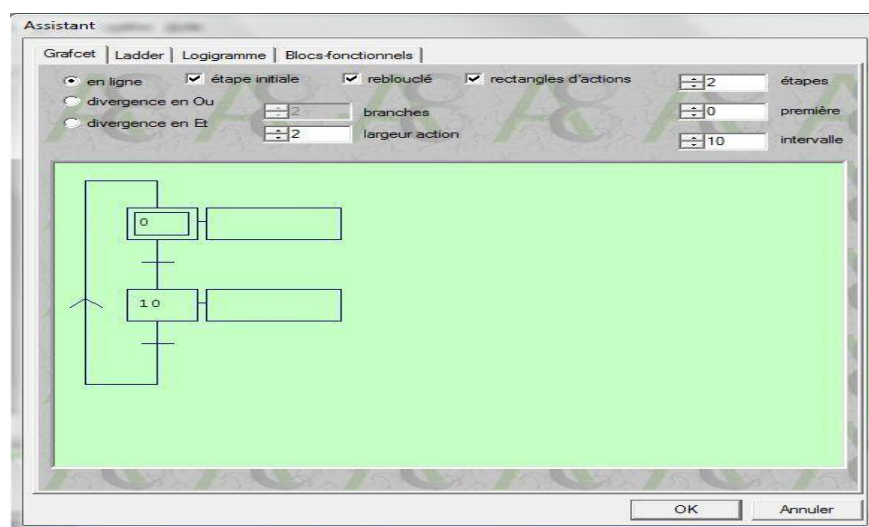


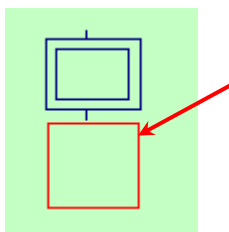
Figure III.10 : Assistant

### III.4.7.3 Construction d'un GRAFCET élément par élément :

Il est également possible de construire le GRAFCET élément par élément. Le logiciel ne propose que des options possibles au moment de la construction : étape initiale, transition, étape, transition, ... Pour cela, il faut placer le curseur en forme de carré rouge à l'endroit où l'on désire insérer un élément et faire apparaître la liste des éléments correspondants par un clic droit. Ensuite, il faut sélectionner l'élément par un clic gauche.

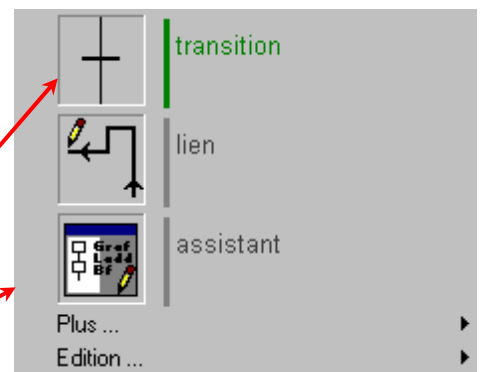
Par exemple pour insérer une transition, il faut :

Placer le curseur en forme de carré rouge à l'endroit où l'on doit insérer la transition, faire apparaître la fenêtre ci-dessous par un clic droit, Sélectionner la transition par un clic gauche.



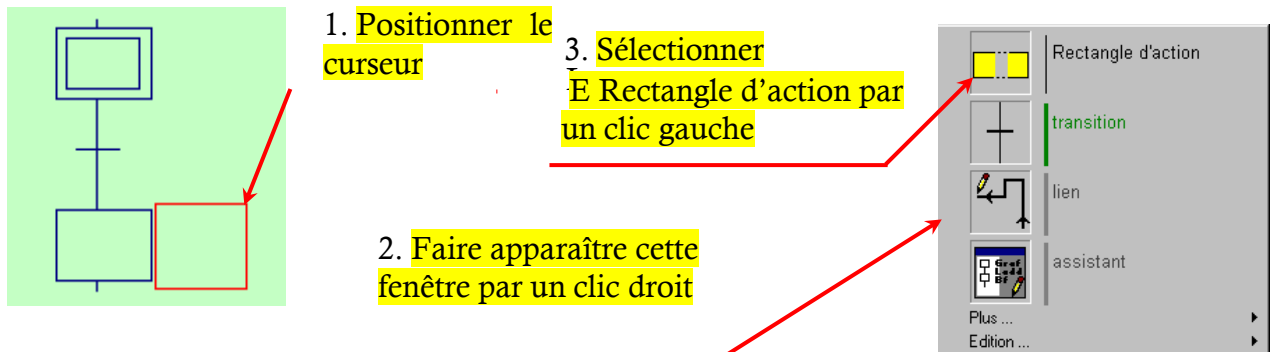
1. Positionner le curseur

3. Sélectionner la transition par un clic gauche



2. Faire apparaître cette fenêtre par un clic droit

- Pour boucler le GRAFCET, il faut cliquer avec le bouton gauche de la souris sur le bouton lien, puis exécuter dans l'ordre les opérations ci-dessous :
- Positionner le curseur en forme de carré rouge au-dessous de la dernière transition et valider par un clic gauche,
- Positionner le curseur en forme de carré rouge au-dessus de l'étape initiale et valider par un clic gauche.
- Il faut aussi représenter les rectangles d'action. Pour cela, il faut :
- Placer le curseur en forme de carré rouge à l'endroit où l'on doit insérer une action faire apparaître la fenêtre ci-dessous par un clic droit,
- Sélectionner le rectangle d'action par un clic gauche.



On peut insérer des éléments particuliers en cliquant dans l'onglet **Palette** puis sur la barre



## Blocs

Pour insérer un de ces éléments dans le GRAFCET, deux méthodes :

- Sélectionner le symbole par un clic gauche, puis le faire « glisser » en maintenant dans la fenêtre de construction à l'endroit souhaité.
- Dans la fenêtre de construction, positionner le curseur à l'endroit désiré (un carré rouge apparaît) puis taper le raccourci clavier du symbole choisi (voir annexes).

### III.4.7.4 Suppression, déplacement d'éléments :

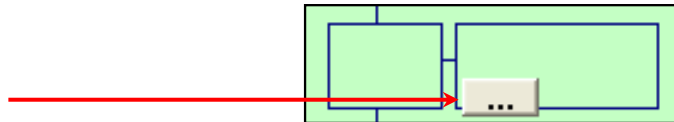
Pour supprimer un élément, il faut :

- Positionner le curseur en forme de carré rouge sur cet élément faire apparaître l'option **vide** par un clic droit
- Sélectionner cette option **vide** par un clic gauche


Pour supprimer un ensemble d'éléments, faire une sélection en créant un cadre autour des éléments concernés, la sélection devient vert foncé. Celle-ci peut être soit déplacée par un **glisser-déposer** avec la souris, soit effacée avec la touche **Suppr** du clavier.

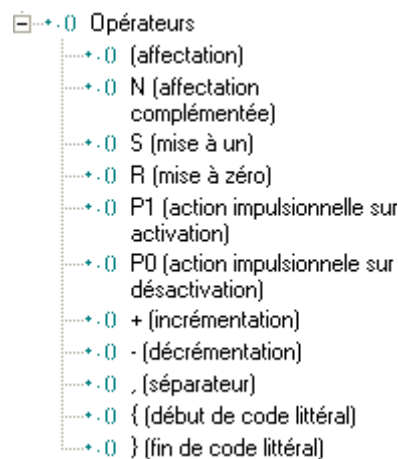
### III.4.7.5 Insertion d'actions :

Pour insérer une (ou des) actions il suffit de cliquer sur le rectangle d'action pour voir apparaître ce curseur

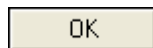


Il est ensuite possible de saisir directement au clavier la (les) action(s) et valider par un clic gauche.

Plusieurs actions peuvent être insérées dans le même rectangle, à condition qu'elles soient séparées par une virgule. Pour ajouter des opérateurs spéciaux (mise à un, mise à zéro, action impulsionnelle, ...), cliquer sur  et cliquer sur le + en face de **Opérateurs** pour faire apparaître la fenêtre ci-contre :

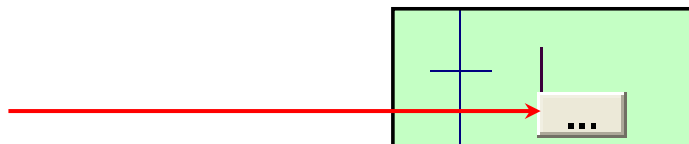


Double cliquer sur le symbole voulu afin qu'il apparaisse dans la fenêtre de saisie, par exemple. Puis valider avec la touche



### III.4.7.6 Insertion de réceptivités :

Pour insérer une réceptivité, cliquer sur la transition pour faire apparaître ce curseur



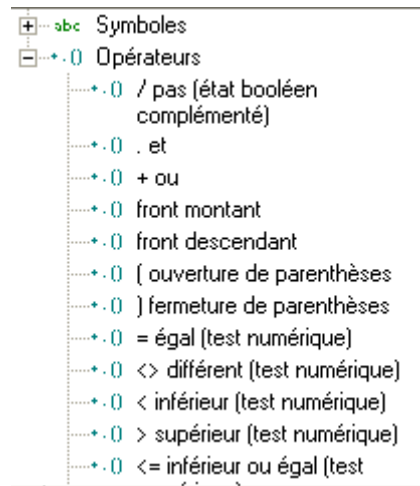
Il est ensuite possible de saisir directement au clavier la réceptivité et valider par un clic gauche.

Pour ajouter des opérateurs spéciaux (front montant ou descendant, complément,



...), cliquer sur puis sur le + en face de **Opérateurs** afin de faire apparaître la fenêtre ci-dessous

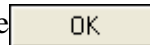




Double cliquer sur le symbole voulu afin qu'il apparaisse dans la fenêtre de saisie, par exemple



puis valider avec la touche



### III.4.8 Compilation, Téléchargement Et Exécution D'un Projet

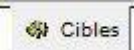
#### III.4.8.1 Quelle cible choisir ?


La cible est l'automate qui va exécuter ce GRAFCET. Le choix des cibles disponibles est visible dans l'onglet « Cibles ».

Avec le logiciel **AUTOMGEN**, il est également possible de simuler un GRAFCET avant son implantation dans l'automate. Cette option est disponible en choisissant la cible « Exécuteur PC »

- Cible = Automate

- Choix de la cible Automate – Affectation des variables - Compilation

Cliquer sur l'onglet , apparaît alors les automates disponibles (comme ci-contre) puis double cliquer sur l'automate vous concernant.

Une fois ce choix effectué, vous devez compiler le GRAFCET en cliquant sur **Programme** puis sur **Compile** ou sur l'icône 

Lors de la compilation, le logiciel va traduire votre GRAFCET en code compréhensible par votre cible et va dans un premier temps afficher une fenêtre similaire à celle représentée ci-dessous :

PC	8.001	→
PL7 (Tsx 37 & Ts...	8.003	→
PL72	8.004	→
TSX 07	8.000	
PL71	8.000	
ZELIO	8.000	→
PL73	8.000	
ZELIO2	8.004	

Cette étape vous permet d'affecter les variables entrées / sorties de votre projet aux entrées / sorties de l'automate.

1. Nom de la réceptivité ou des actions utilisées
2. Renseigner le champ « Variable associée »

(les précisions concernant les « Commentaires associés » ne sont pas indispensables).

Donner le nom de la variable utilisée par l'automate

- entrée: i0, i1, ...
- sortie: o0, o1, ...



Figure 26 : Propriétés d'un symbole

La saisie des variables est archivée dans un fichier visible dans l'onglet « Symboles » (fichier ayant l'extension .sym) comme dans l'exemple ci-dessous.

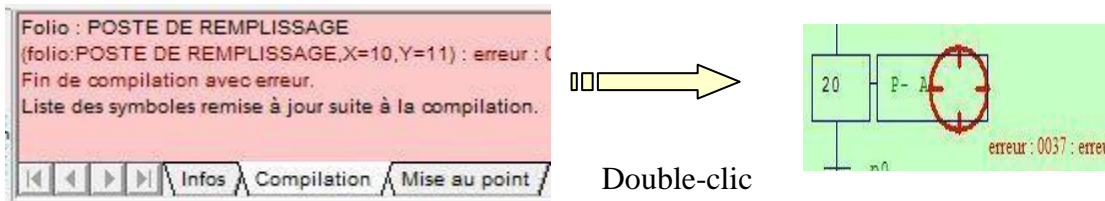


Une fois les variables affectées, AUTOMGEN vous livre le résultat de la compilation :

Si aucune erreur n'est détectée par AUTOMGEN, une fenêtre identique à celle-ci-dessous doit apparaître :



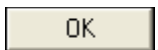
La compilation fait apparaître une (ou plusieurs) erreur(s) sous la forme suivante. Un double clic sur chacune de ces erreurs vous permet une localisation rapide :



### III.4.8.2 Téléchargement du GRAFCET

Pour cela, il faut cliquer sur **Programme** puis sur **Connexion**. Ensuite il faut choisir l'option

**Connecter et télécharger** dans la fenêtre **Options de connexion**, puis valider avec la touche



Pour terminer le téléchargement du GRAFCET dans l'automate programmable, cliquer sur **Programme** puis sur **Run**.

### III.4.8.3 Exécution du GRAFCET

Pour valider le GRAFCET, il faut l'exécuter conformément au cahier des charges. Pour terminer, il faut se déconnecter en cliquant sur **Programme** puis **Déconnexion**.

### III.4.8.4 Désinstaller le programme

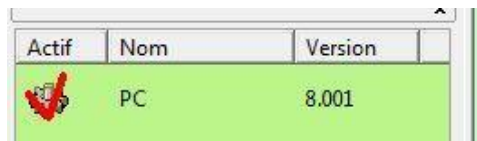
Désinstaller correspond à cesser la liaison entre la cible et l'ordinateur mais n'entraîne pas la suppression du programme sur la cible ce qui veut dire que votre automate peut fonctionner après une désinstallation si vous ne l'avez pas mis en « Stop ».

Menu « Exécuter » puis sur « Désinstaller/Déconnecter ».

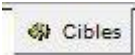
## III.4.9 Simulation d'un GRAFCET

### III.4.9.1 Choix d'une simulation

Avant d'implanter un projet dans l'automate du système, vous pouvez simuler le fonctionnement du système au travers du (ou des) GRAFCET que vous avez construits en faisant comme suit :



Actif	Nom	Version
	PC	8.001

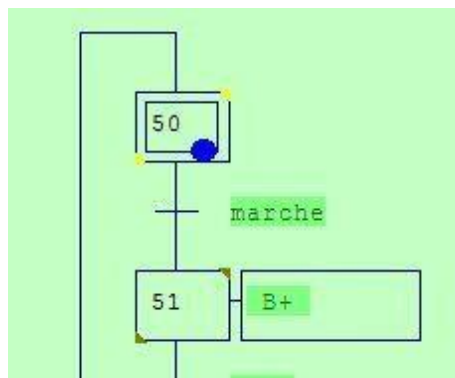
Dans sur l'onglet , choisir PC.

Ensuite cliquer sur l'icône  ou sélectionner **Programme**, puis sur **Compile**.

### III.4.9.2 Exécution d'une simulation

Cliquer sur **Programme**, puis sur **Go !**

Une balle bleue apparaît et rebondit dans les étapes initiales (s'il y en a plusieurs) et les variables d'étape associées à ces étapes initiales sont activées et prennent la couleur jaune



Pour lancer la simulation, cliquer sur les variables d'entrée afin de les faire changer d'état. Le GRAFCET doit évoluer normalement.

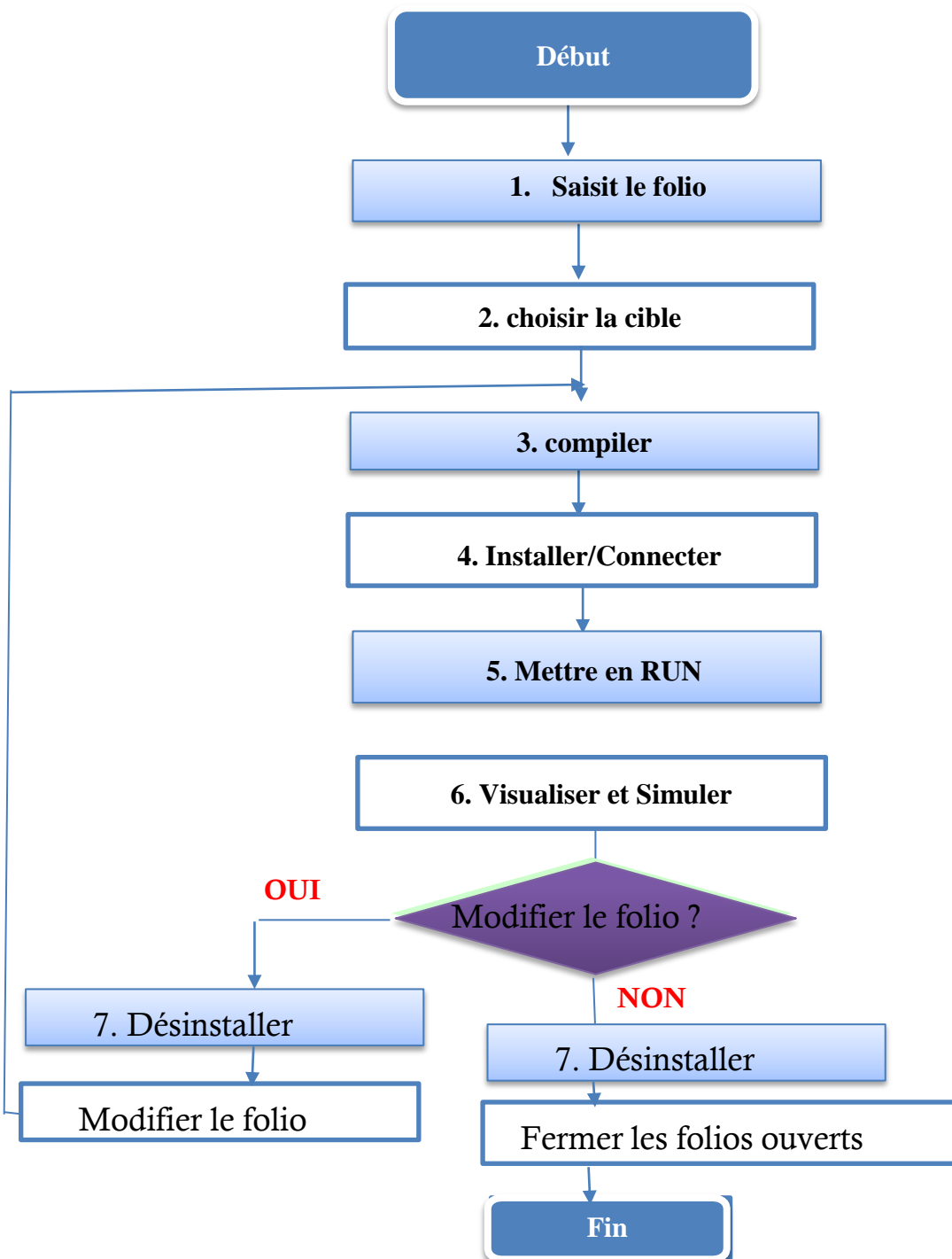
L'activité des étapes est affichée par la « balle bleue »

Les variables actives apparaissent en jaune

Les variables inactives apparaissent en vert

Pour mettre fin à une simulation cliquer sur **Programme**, sur **Stop** puis sur **Go**

### III.4.9.3 Organigramme simplifié :



### III.5 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les instruments des logiciels que nous avons utilisés pour la création et la gestion de notre projet. Dans une première partie, nous avons exposé les différents outils de ITS PLC. Dans une deuxième partie, nous avons brièvement présenté le logiciel automgen 8.

# CHAPITRE IV :

## Simulation

### IV.1 Introduction :

Dans ce dernier chapitre, on présente les résultats d'automatisation et de supervision d'un Robot Pick & Place. Pour ce mémoire de fin d'études, notre attention sera portée sur deux logiciels de simulation couramment employés : Automgen 8 et le PLC ITS

Ce chapitre examine comment ces deux logiciels peuvent être utilisés pour simuler des systèmes automatisés. Nous discuterons des différentes étapes de la mise en place des simulations, des différents modèles que l'on peut élaborer, ainsi que des bénéfices et des limites de chaque outil. Nous mettrons en évidence l'utilisation d'Automgen 8 et d'ITS PLC pour résoudre des problèmes spécifiques dans le domaine de l'automatisation industrielle.

### IV.2 Objectif de projet :

Le but de ce projet consiste à concevoir un grafset afin de commander un bras manipulateur pour remplir des cartons avec trois types de pièces qui arrivent par un tapis et doivent être rangées dans une caisse de 9 placements.



Figure IV .1 : Robot Pick & Place virtuel de l'ITS PLC

On veut remplir les caisses de façon à avoir 3 pièces de chaque type dans chaque caisse comme on peut les remplir d'une manière aléatoire.

### IV.3 Description du système

#### IV.3.1 Structure du Robot Pick & Place

Les pièces arrivent sur un tapis roulant, où des capteurs détectent leur présence et leur type. Le bras manipulateur, programmé via un GRAFCET, saisit chaque pièce une par une. Ensuite, le bras se déplace vers une caisse de 9 places, organisée en 3x3 cases, et dépose chaque pièce dans une position prédéfinie selon un schéma optimisé. Ce processus se répète jusqu'à ce que la caisse soit pleine, assurant un tri et un rangement précis et efficace des pièces

Le système **Robot Pick & Place** de l'ITS PLC se compose des éléments suivants :

- **Bras manipulateur 3 axes**
- **Tapis Roulant**
- **Un préhenseur magnétique.**
- **Caisse de 9 Places**
- **9 capteurs**
- **8 actionneurs.**

##### IV.3.1.1 Bras Manipulateur :

- Doit pouvoir se déplacer en trois axes (X, Y, Z).
- Doit être capable de saisir et relâcher les pièces.
- Doit pouvoir identifier et différencier les trois types de pièces.

##### IV.3.1.2 Tapis Roulant :

- Transporte les pièces vers la zone de travail du bras manipulateur.
- Équipé de capteurs pour détecter l'arrivée des pièces.

##### IV.3.1.3 Caisse de 9 Places :

- Capacité maximale de 9 pièces.
- Organisation en 3x3 cases.

#### IV.3.2 Fonctionnalités Requises :

##### IV.3.2.1 Détection des Pièces :

- Capteurs pour identifier l'arrivée des pièces sur le tapis roulant.
- Capteurs pour différencier les trois types de pièces.

##### IV.3.2.2 Commandes du Bras :

- Programmation du bras pour saisir les pièces une par une.
- Déplacement du bras vers la caisse.



- Dépôt des pièces dans la caisse selon un schéma préétabli.

### IV.3.3 Partie opérative

#### a) Actionneurs dont dispose le Robot Pick & Place

Le tableau suivant liste tous les actionneurs dont dispose le système avec leurs adresses.

Actionneurs		
Symols	Variables	Discription
<b>MTransR</b>	Q5	Mouvement Transversal Retour
<b>MTransA</b>	Q4	Mouvement Transversal Aller
<b>ConvP</b>	Q0	Mouvement Longitudinal Aller
<b>ConvC</b>	Q1	Mouvement Longitudinal Retour
<b>MLongiA</b>	Q2	Mouvement Transversal Aller
<b>MLongiR</b>	Q3	Mouvement Transversal Retour
<b>Descend</b>	Q6	Mouvement de descente du manipulateur
<b>Aimant</b>	Q7	Active le préhenseur magnétique

Tableau 1 : Actionneurs et leurs adresses

#### b) Capteurs et boutons dont dispose le robot Pick & place

Le tableau suivant recense les 9 capteurs et boutons que comporte le système robot Pick & Place ainsi que leurs adresses.

Capteurs		
Symols	Variables	Discription
<b>Code0</b>	I0	Bit poids faible du codage type de pièce
<b>Code1</b>	I1	Bit poids fort du codage type de pièce
<b>Dpp</b>	I2	Détecteur présence pièce
<b>Dpc</b>	I3	Détecteur présence caisse
<b>Manir</b>	I4	Manipulateur en position repos
<b>Manim</b>	I5	Manipulateur en mouvement
<b>Fchm</b>	I6	Fin de course haut du manipulateur

<b>Fcbm</b>	I7	Fin de course bas du manipulateur
<b>Ppsp</b>	I8	Présence pièce sur le préhenseur
<b>Start</b>	I12	Bouton Start
<b>Stop</b>	I13	Bouton stop
<b>Urgence</b>	I15	Bouton d'arrêt d'urgence

Tableau 2 : Capteur et bouton et leurs adresses.

Les capteurs présents dans l'image ci-dessus déterminent les différents types de pièces provenant du magasin sur le tapis, tandis que le capteur 2 se contente de détecter la présence de la pièce à la fin du tapis pour commander le bras.

Manipulateur pour l'amener jusqu'à la caisse.

Un détail concernant le capteur de sélection de pièce :

Il existe quatre options :

- 00 : aucun élément sous le détecteur
- 01 : élément de type 1
- 10 : élément de type 2
- 11 : élément de type 3.

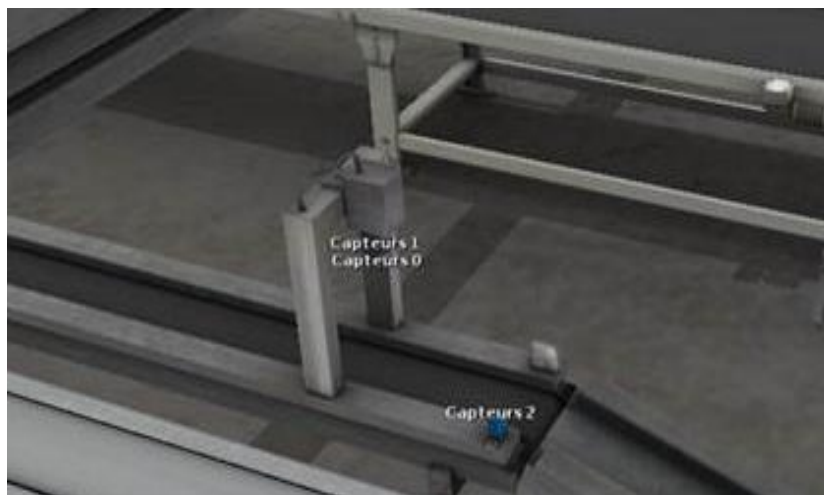


Figure IV .3 : Emplacement des capteurs disponibles

### c) Remplissage des caisses 3x3

Dans cette partie, on veut remplir les caisses de façon à avoir 3 pièces de chaque type dans chaque caisse l'image ci-dessous montre le résultat qu'on espère l'avoir.

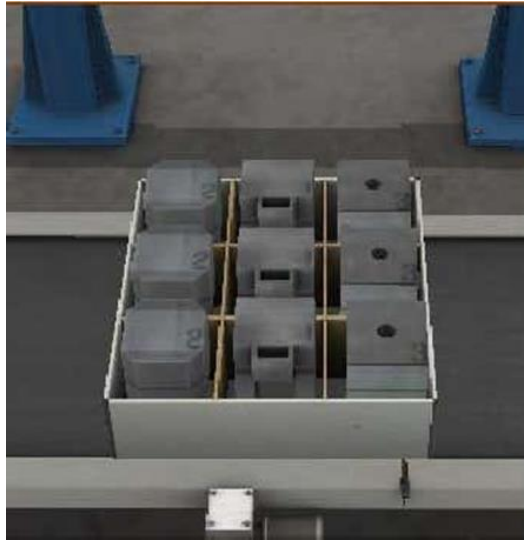


Figure IV .4 : remplissage de caisse par type.

**d) Remplissage des caisses aléatoirement**

Dans cette partie, les types de pièces ne sont pas à prendre en considération.

## **IV. 4 Programmation**

### **IV. 4.1 Modélisation par Grafcet**

- 1) Modélisation du processus en GRAFCET.
- 2) Identification des étapes et des transitions.
- 3) Intégration des conditions de transition (e.g., détection des pièces, position du bras, remplissage de la caisse).

### **IV. 4.2 Contraintes :**

**1) Temps :**

- Les pièces doivent être rangées dans les cartons sans délai excessif.
- Le système doit fonctionner en temps réel pour éviter des engorgements sur le tapis roulant.

**2) Précision :**

- Le bras manipulateur doit positionner les pièces avec une grande précision.
- Le GRAFCET doit être conçu pour minimiser les erreurs de manipulation.

3) Sécurité :

- Le système doit inclure des mécanismes de sécurité pour éviter des accidents (e.g., arrêt d'urgence, détection de collision).

IV.4.3 Grafcet du fonctionnement :

La figure ci-dessous montre le grafcet total qui décrit le fonctionnement demandé et dans la suite nous allons donner quelques parties de grafcet du fonctionnement du système :

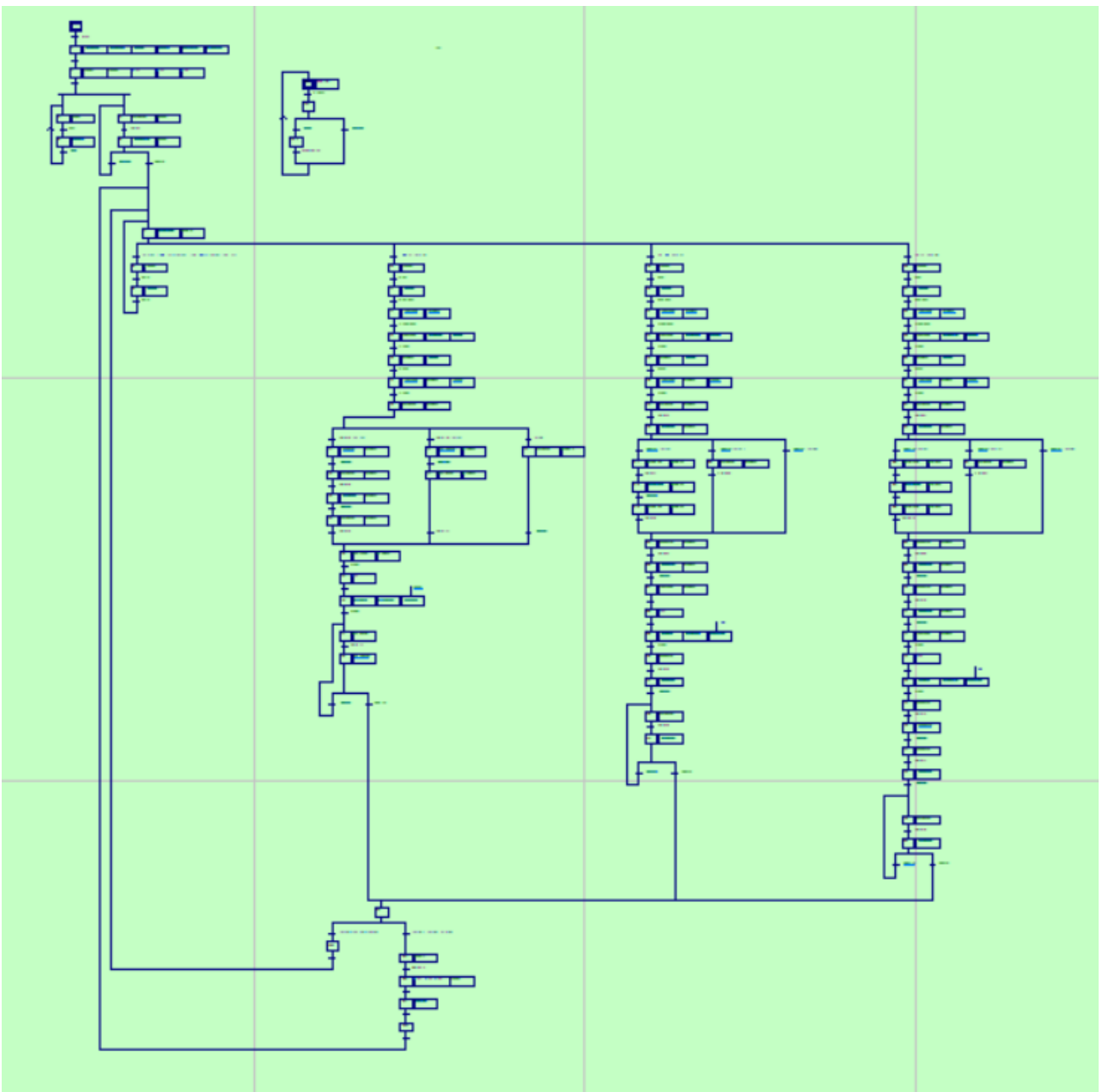
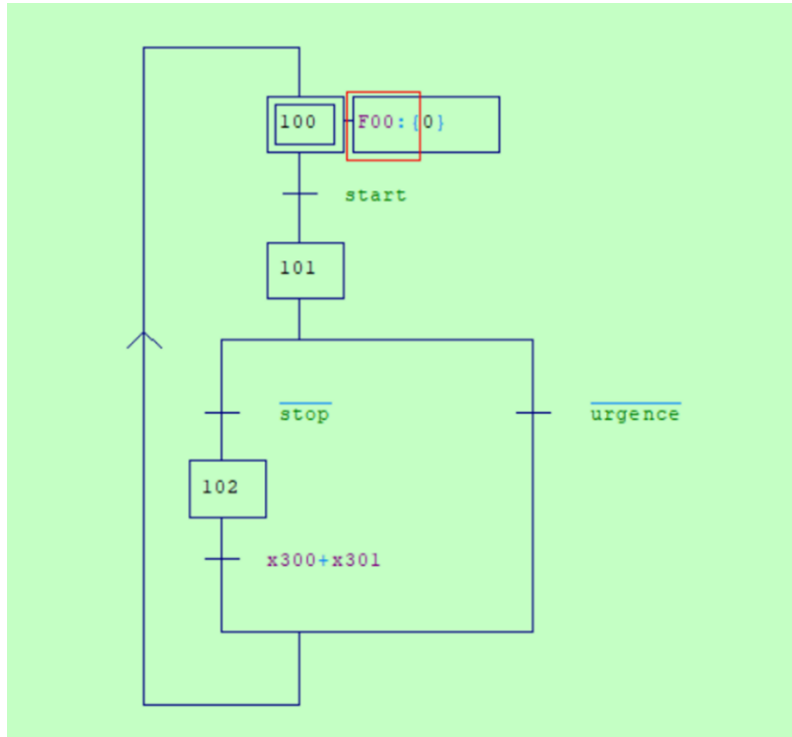


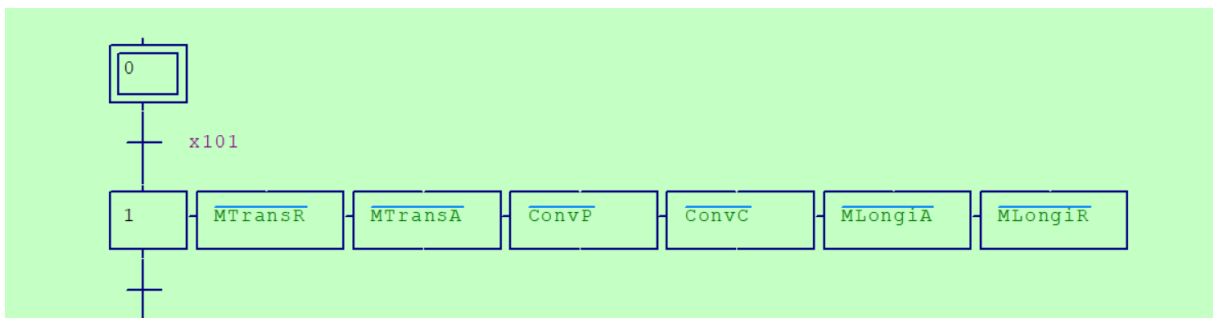
Figure IV.5 : Grafcet Total



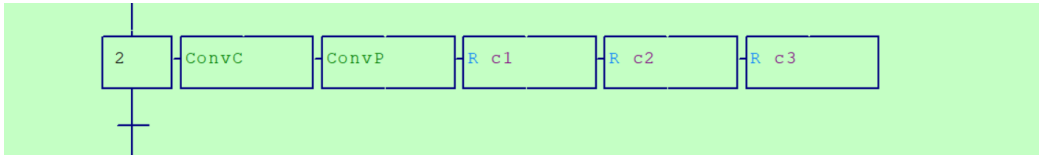
Modélisation des Fonctions de Démarrage, Arrêt et Arrêt d'Urgence



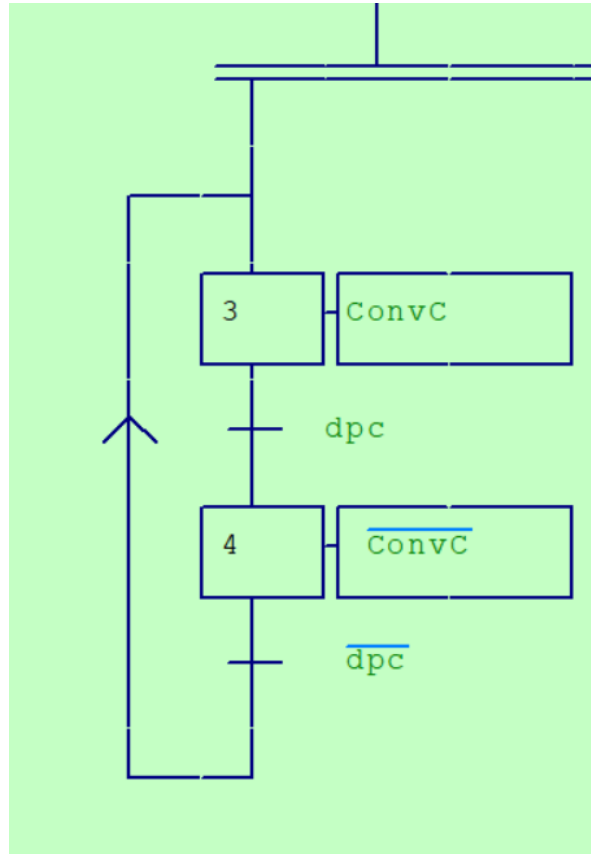
Panneau de Commande



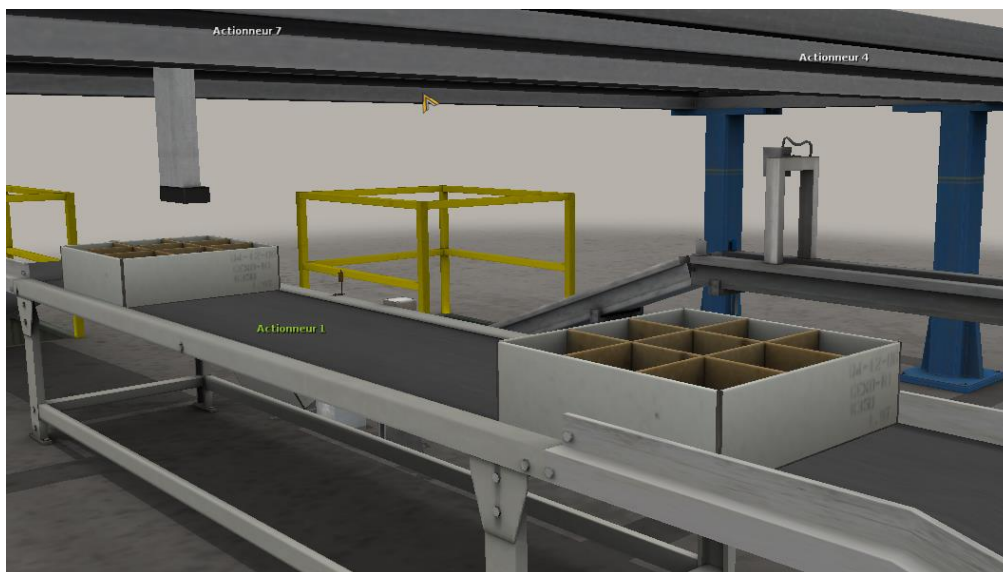
Initialisation des actionneurs pour qu'aucun d'eux ne se mis en marche lors du démarrage du cycle.



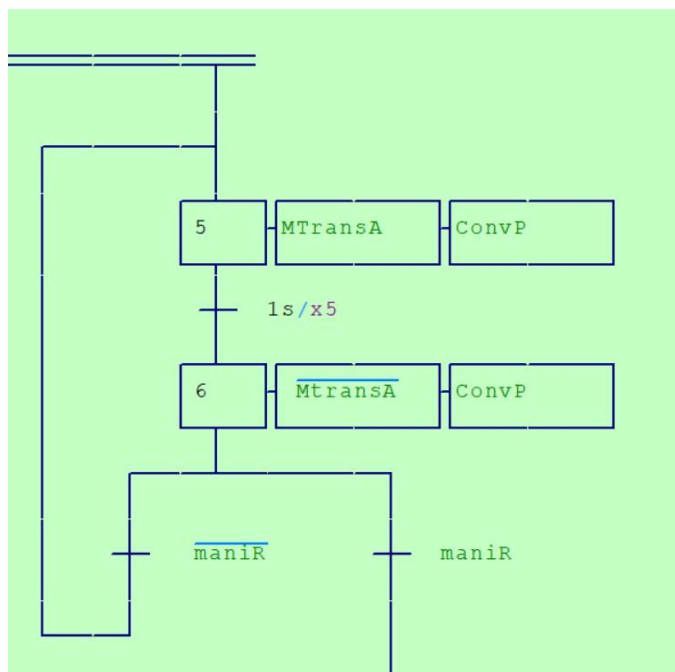
Remise à 0 des compteurs et mise en marche des convoyeurs



Commande du convoyeur des caisses



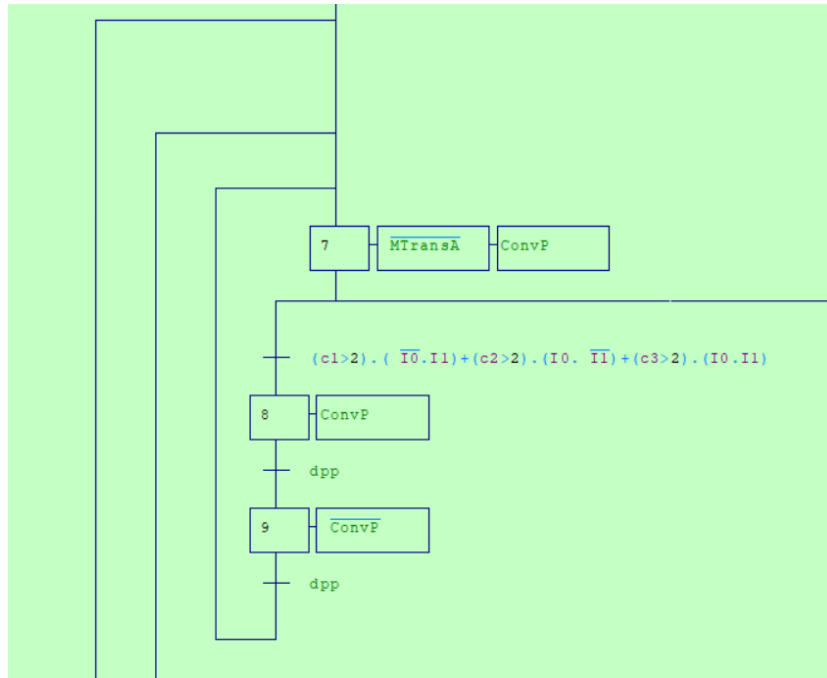
Le Convoyeur des Caisses



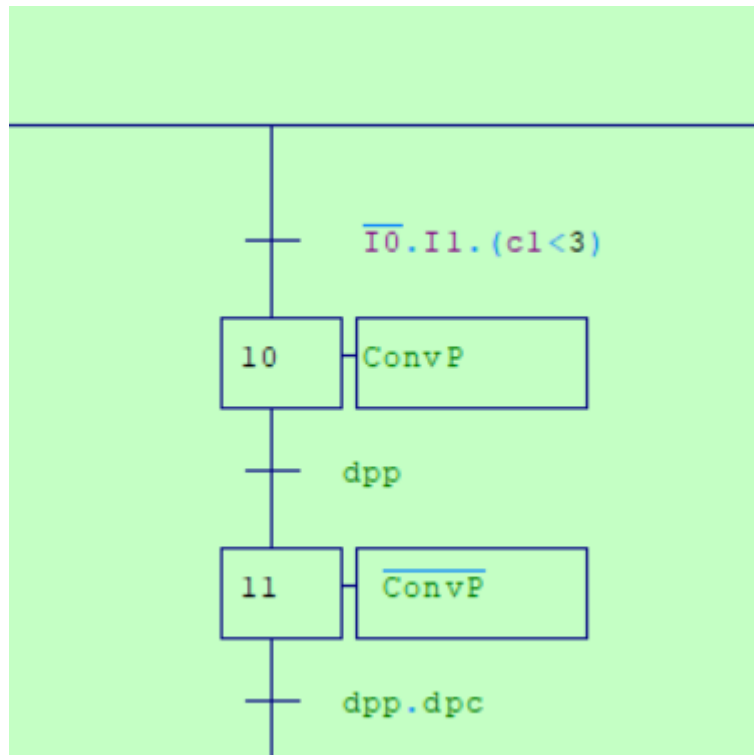
Retour du bras



Retour du bras (Actionneur 4)



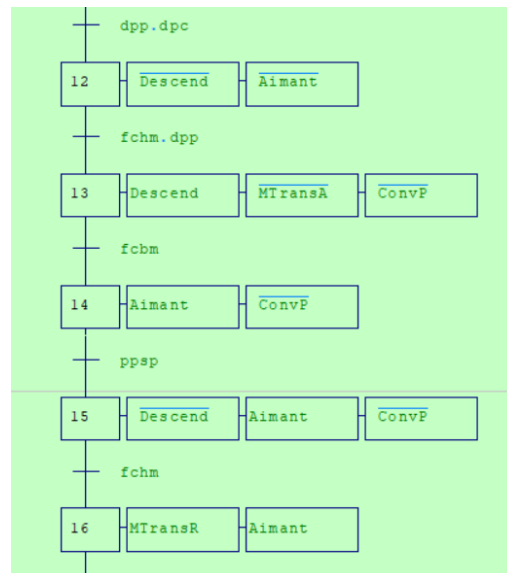
Mise en marche du convoyeur des pièces s'il n'y a pas de place sur la caisse pour la pièce présente au convoyeur des pièces.



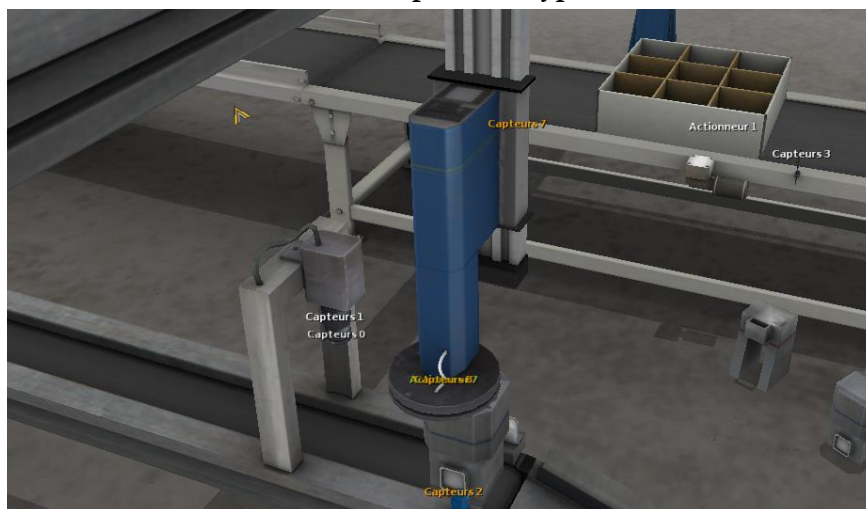
Mise en marche du convoyeur des pièces et son arrêt lorsque la pièce de type 1 est présente



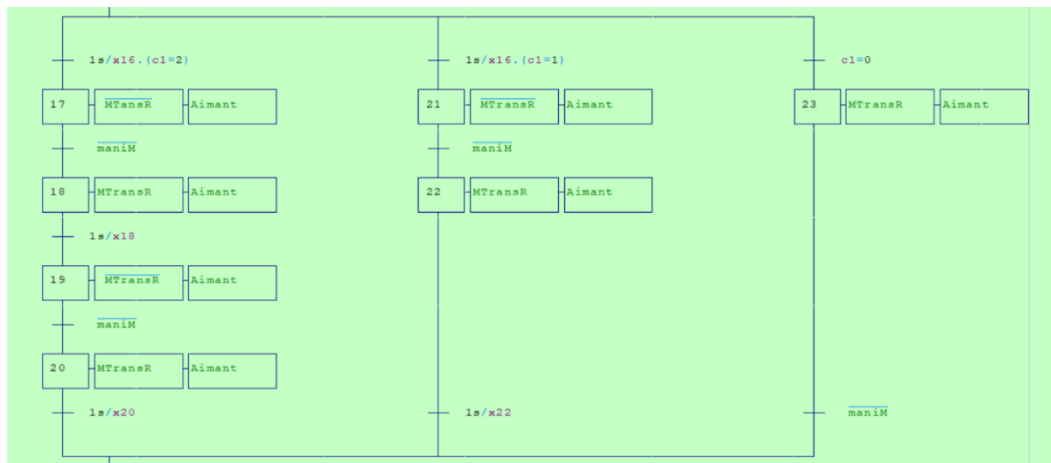
## Chapitre IV : SIMULATION



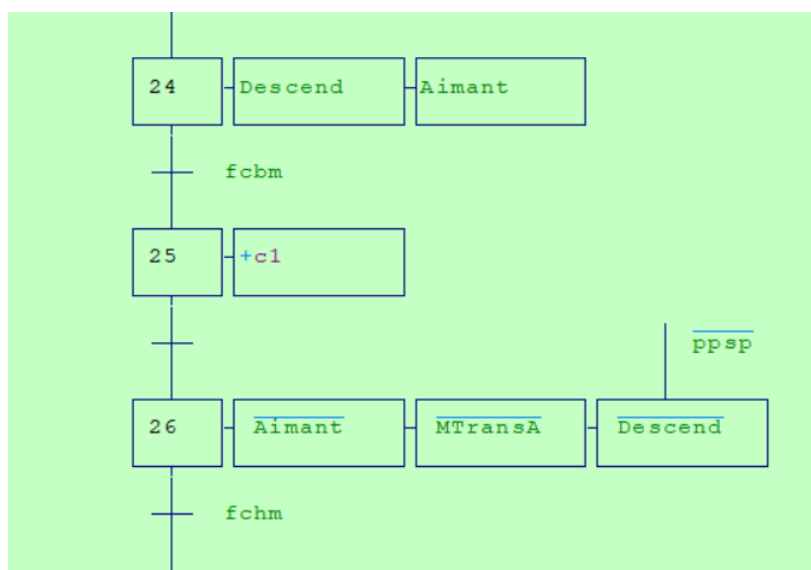
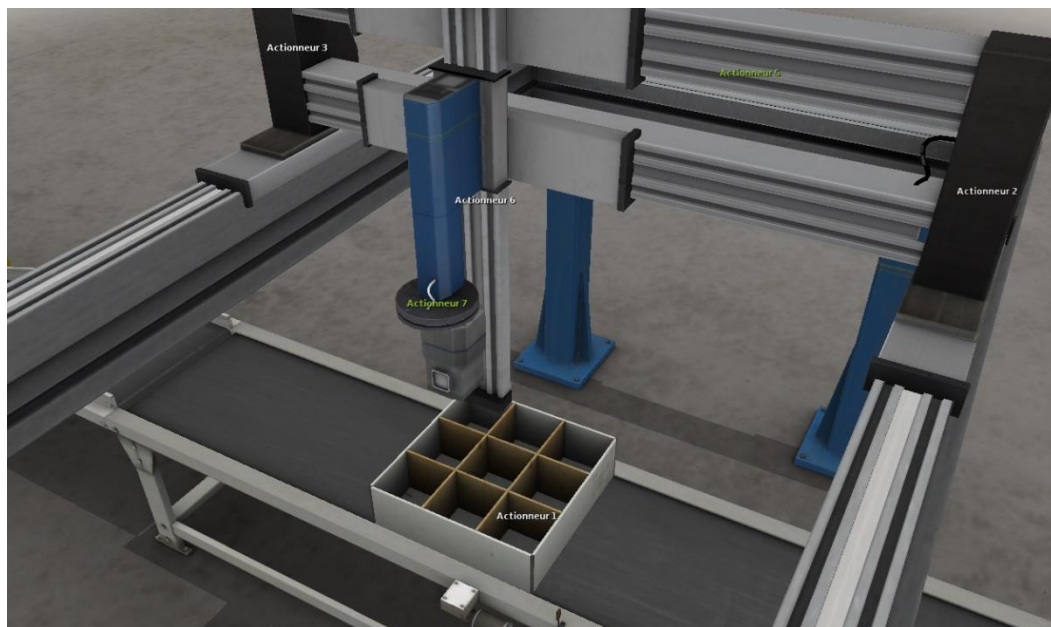
Prendre la pièce de type 1



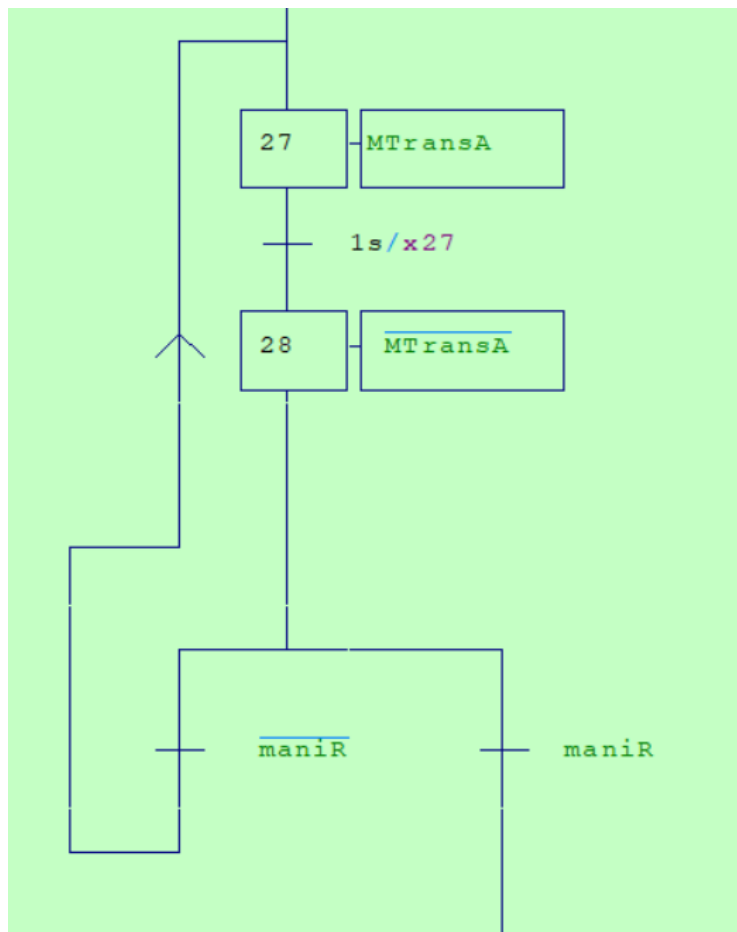
Prendre la pièce de type 1 (Actionneur 1-2)



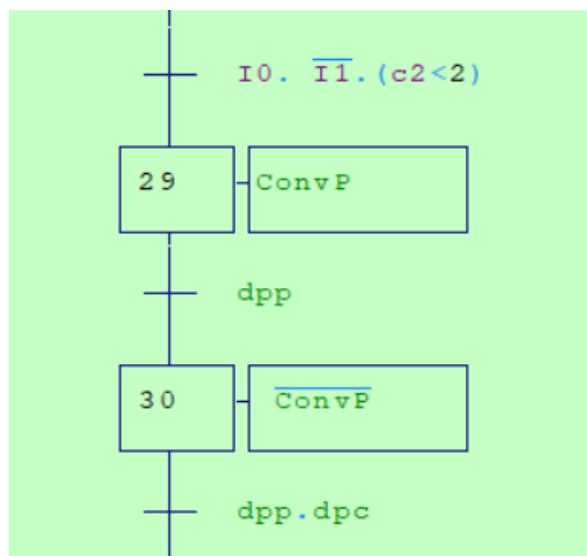
Décaler le bras suivant y selon le numéro de la pièce de type 1



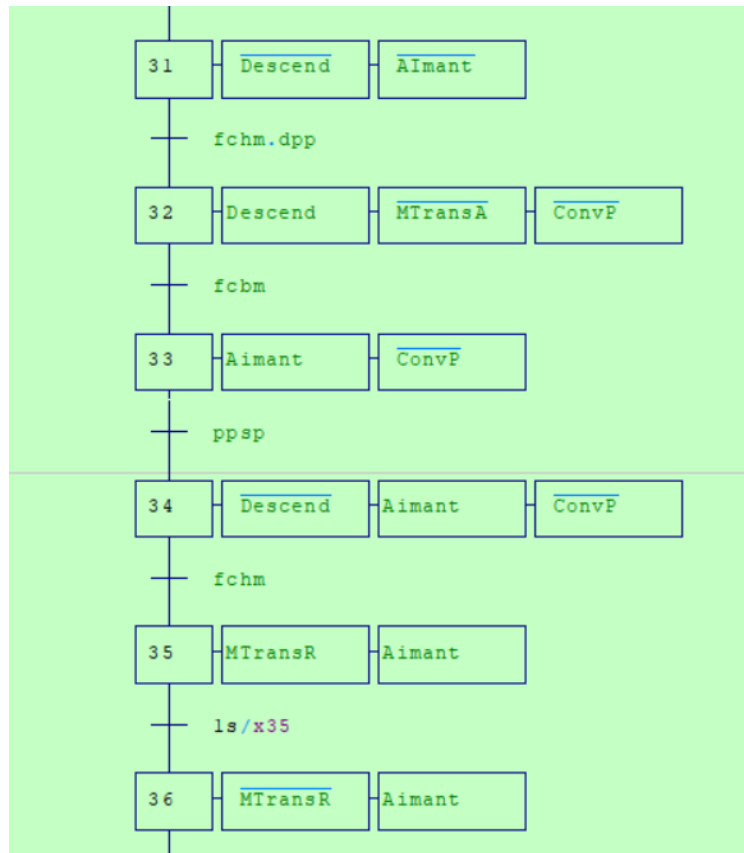
Placer la pièce de type 1 et incrémenter le compteur 1



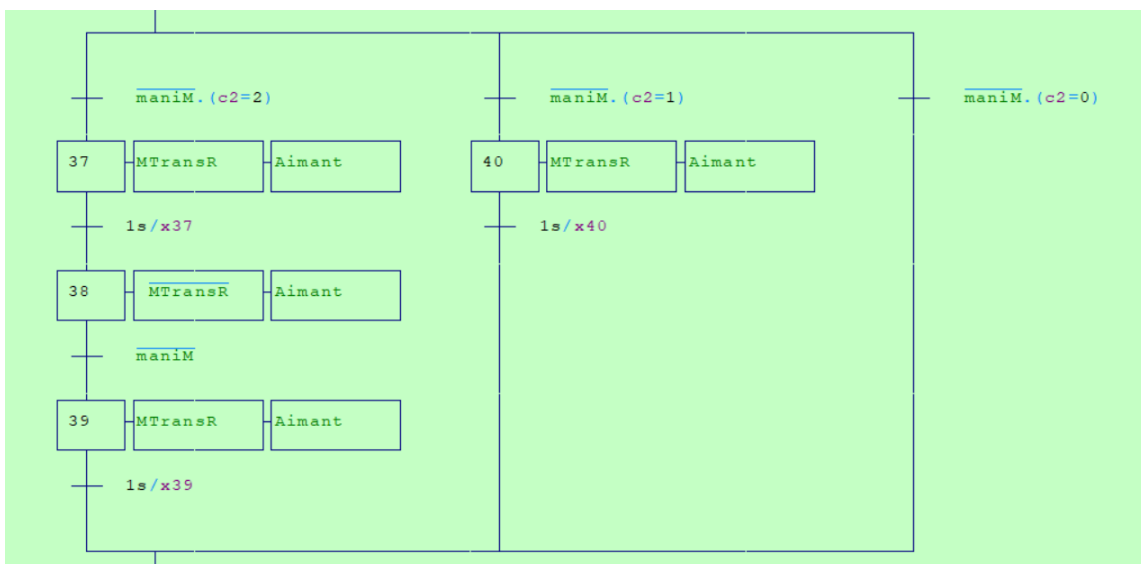
Retour du bras



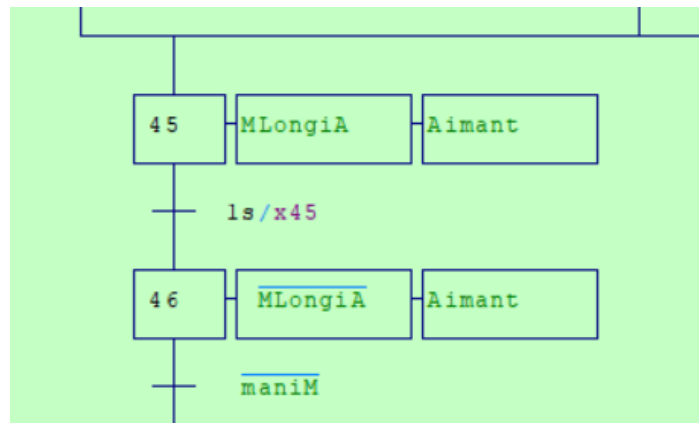
Mise en marche du convoyeur des pièces et son arrêt lorsque la pièce de type 2 est présente.



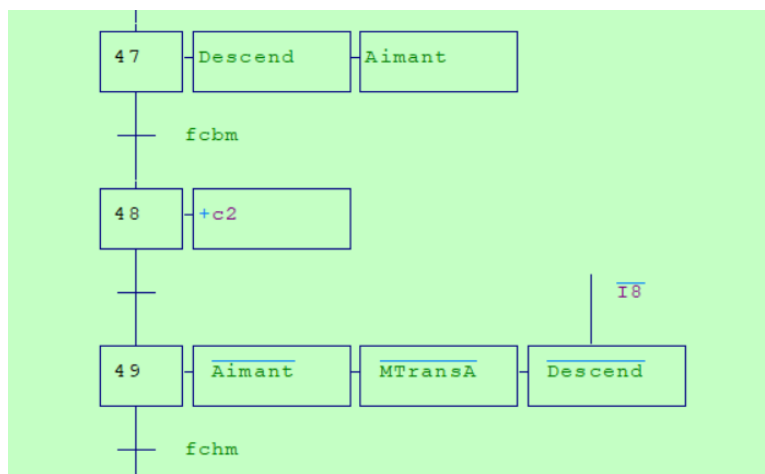
Prendre la pièce de type 2 et décaler le bras suivant y une seule fois



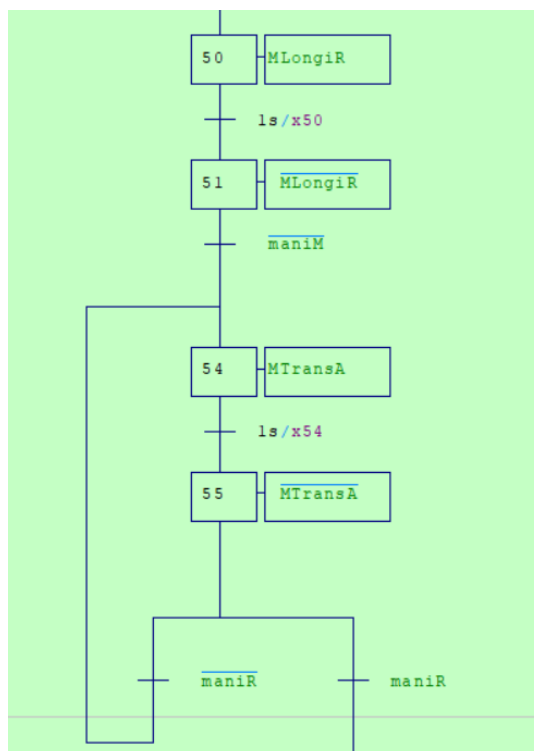
Décaler le bras suivant y selon le numéro de la pièce de type 2



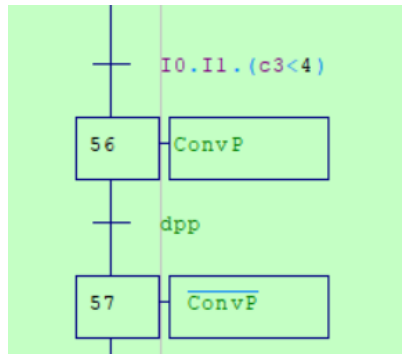
Décaler le bras suivant x une seule fois



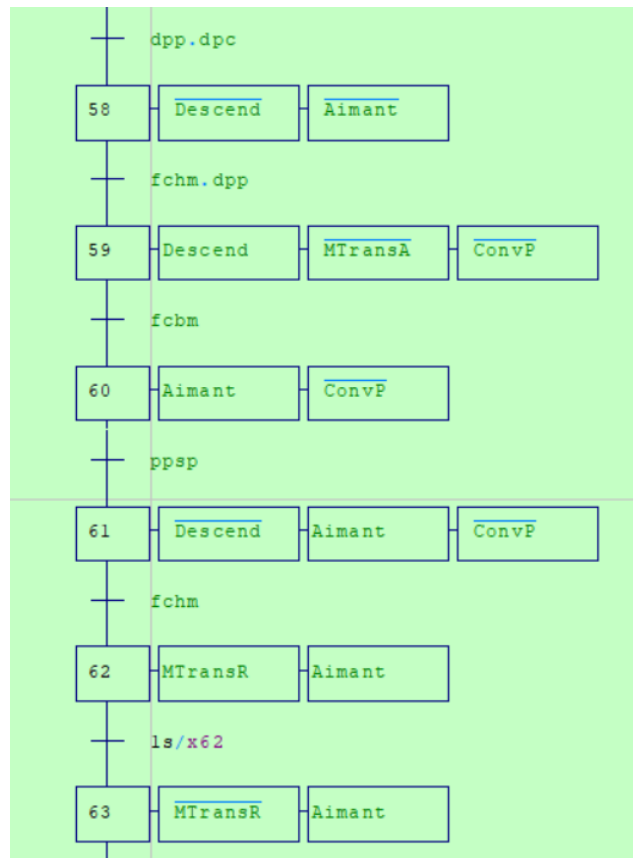
Placer la pièce de type 2 et incrémenter le compteur c2



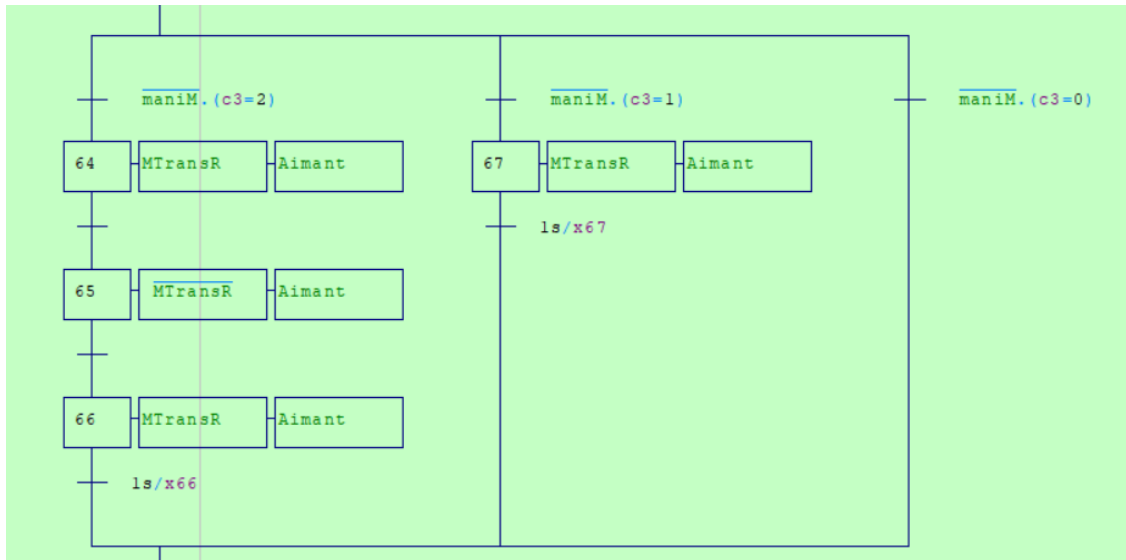
Redécaler le bras suivant x et retour du bras.



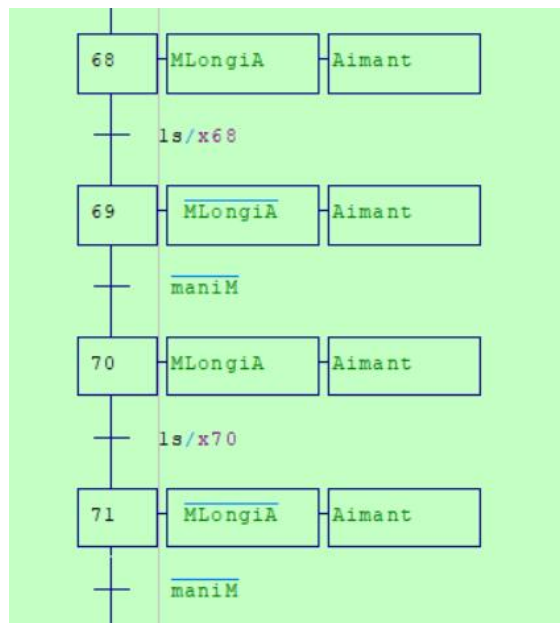
Mise en marche du convoyeur des pièces et son arrêt lorsque la pièce de type 3 est présente.



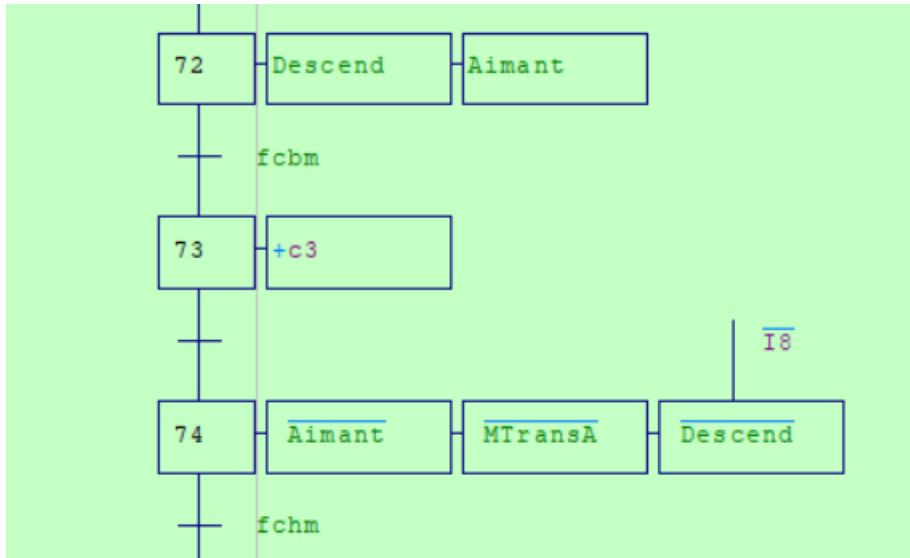
Prendre la pièce de type 3 et décaler le bras suivant y une seule fois



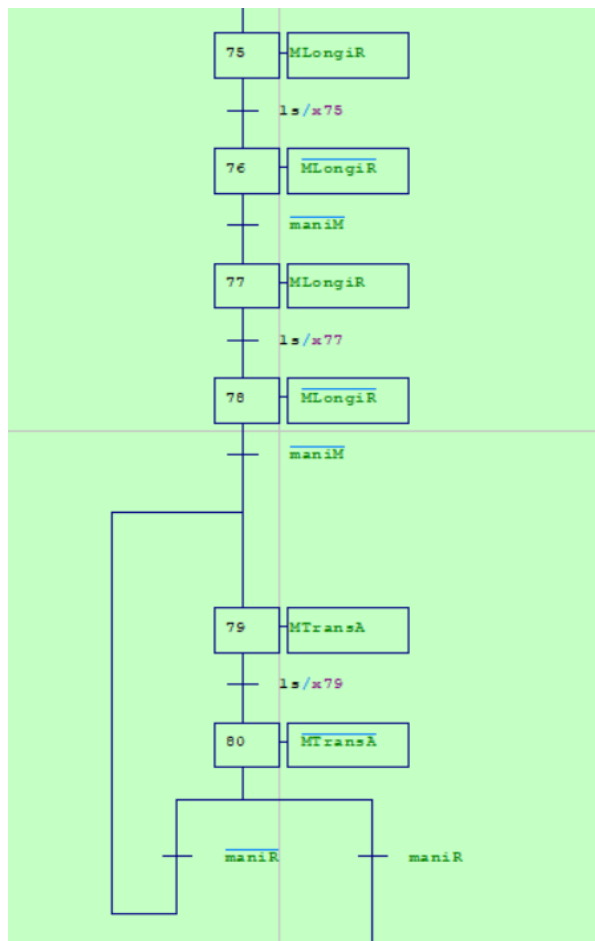
Décaler le bras suivant y selon le numéro de la pièce de type 3.



Décaler le bras suivant x deux fois

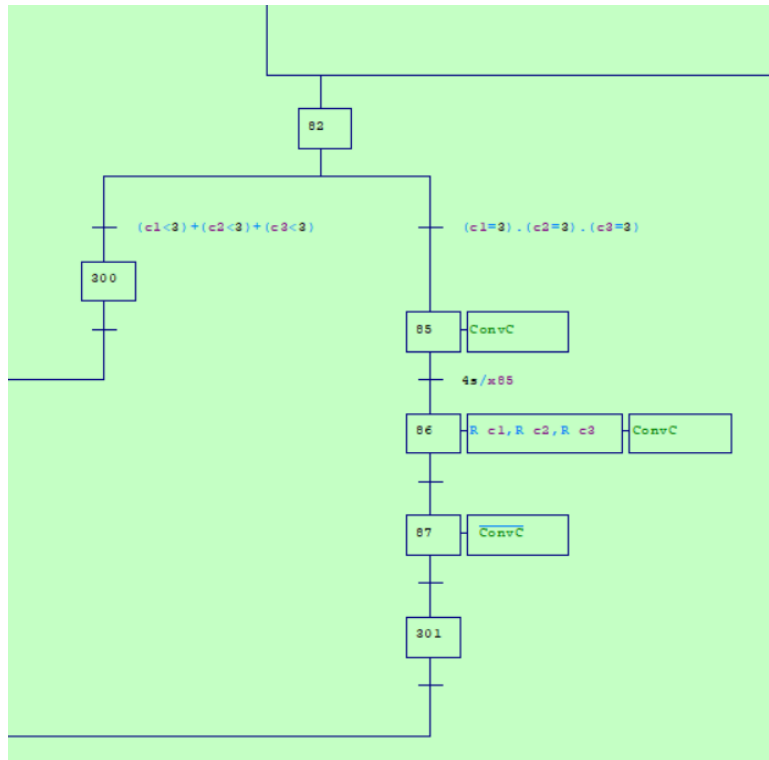


Placer la pièce de type 3 et incrémenter le compteur c3



Redécaler le bras suivant x deux fois et retour du bras





Si la caisse est pleine ( $c1=3$  et  $c2=3$  et  $c3=3$ ) on met les compteurs à 0 et on fait partir la caisse pleine pour qu'une autre vide prend sa place et on reboucle, sinon ( $c1<3$  et  $c2<3$  et  $c3<3$ ) on reboucle Directement

#### IV.5 Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons exposé les différentes étapes que nous avons suivies pour automatiser et superviser ce système. Nous avons employé Automgen 8 pour concevoir le programme.

En gros ce projet sur le robot Pick & place nous a permis de comprendre tout ferueur sur l'automatique de robot a bras manipulateur que soit en vue un future dans les industries robotique. Ceci est atout majeur sur l'idée d'en avoir des astuces sur le travail de système robotique. Ce projet est utilisé dans toutes les industries et n'importe quelle société qui nécessite le triage, la distribution et le stockage des produits.

# Conclusion Générale

---

### **Conclusion Générale :**

Ce mémoire a exploré plusieurs aspects cruciaux de l'automatisation industrielle, en se concentrant sur la supervision, les robots Pick & Place, les systèmes industriels virtuels ITS PLC, ainsi que sur la programmation GRAFCET avec AUTOMGEN 8. Chacun des quatre chapitres a apporté une perspective unique et complémentaire sur ces technologies, soulignant leur importance et leur interconnexion dans le contexte de l'industrie moderne.

Le premier chapitre a posé les bases en définissant l'automatisation et la supervision industrielles. Il a été démontré que l'automatisation améliore non seulement l'efficacité et la précision des processus de production, mais qu'elle joue également un rôle crucial dans la réduction des erreurs humaines et des coûts opérationnels. La supervision, quant à elle, permet de surveiller et de contrôler les processus en temps réel, garantissant ainsi une production fluide et ininterrompue.

Dans le deuxième chapitre, l'accent a été mis sur les robots Pick & Place. Ces robots sont devenus indispensables dans les chaînes de production automatisées grâce à leur capacité à manipuler des objets avec une grande précision et rapidité. Ils ont révolutionné la manière dont les produits sont assemblés, emballés et manipulés, conduisant à des gains significatifs en termes de productivité et de qualité.

Le troisième chapitre a approfondi l'étude des systèmes industriels ITS PLC virtuels, en particulier dans le cadre de la simulation de projets Pick and place. L'utilisation de simulateurs virtuels permet de tester et d'optimiser les systèmes de contrôle avant leur mise en œuvre réelle, réduisant ainsi les risques et les coûts associés aux erreurs de conception. Ces outils de simulation sont essentiels pour développer des solutions robustes et efficaces dans un environnement contrôlé.

Enfin, le quatrième chapitre a exploré la programmation GRAFCET avec AUTOMGEN 8. GRAFCET est un outil graphique puissant pour la modélisation et la programmation des automatismes industriels. L'utilisation d'AUTOMGEN 8 a permis de démontrer comment les diagrammes GRAFCET peuvent être transformés en programmes

## Conclusion générale

exécutables pour les automates programmables, facilitant ainsi la mise en œuvre des solutions d'automatisation.

En conclusion, ce mémoire a mis en lumière l'importance de l'intégration de diverses technologies et méthodologies pour créer des systèmes d'automatisation industrielle efficaces et fiables. La combinaison de la supervision, des robots Pick & Place, des simulations virtuelles et de la programmation graphique forme un écosystème technologique complet qui répond aux exigences croissantes de l'industrie moderne. Ces technologies, en constante évolution, continueront à transformer les processus industriels, apportant innovation, efficacité et compétitivité aux entreprises qui les adoptent.

---

## **Bibliographie & Référence**

- [1] L'impact de l'automatisation industrielle dans le processus de fabrication [9 janvier2024]  
<https://www.autodesk.com/fr/design-make/articles/impact-automatisation-industrielle>
- [2] Système automatisée la technologie : <https://technologie-sciarretta.ovh/?p=739>
- [3] <https://www.atg-technologies.fr/> automatisation
- [4] : [EF] : <https://www.techniques-ingenieur.fr/> automatisation et sécurité Élie FADIER [27 mars 2017]
- [5] <https://fac.umc.edu.dz/ista/pdf/cours/chapitre-1-automatisme.pdf>
- [6] OMNIFAB les avantages de l'automatisation industrielle : <https://omnifab.ca/avantages-automatisation-industrielle/> [25 septembre 2023]
- [7]<https://www.macrometa.com/articles/the-advantages-and-disadvantages-of-automated-factoreries>
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel):  
[http://www.geea.org/IMG/pdf/LES\\_AUTOMATES\\_PROGRAMMABLES\\_INDUSTRIELS\\_pour\\_GEEA.pdf](http://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf) [archive] le 5/02/2012.
- [8] [https://www.geea.org/img/pdf/les\\_automates\\_programmables\\_industriels\\_pour\\_geea.pdf](https://www.geea.org/img/pdf/les_automates_programmables_industriels_pour_geea.pdf)
- [9] [https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_3.html](https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_3.html)
- [10] [https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_14.html](https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_14.html)
- [11] « Automate programmable S7-1200, » Manuel Siemens, 2015.
- [12] H. Bousri et M. Hammoud, «Automatisation et supervision du four de la SCS d'ElMilia par S7-300 et SIMATIC,» Projet de fin d'étude, Université de Jijel, 2020.
- [13] <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-400.html>
- [14] « S7-1500, ET 200MP système d'automatisation,» Manuel siemens, 2019
- [15] <http://free> mecro automatisaton simatic S7-200
- [16] <https://www.flexio.fr/> supervision industrielle
- [17] <https://www.organisation-performante.com/tout-savoir-sur-la-supervision-industrielle/>

- [18] <https://ddruid.io/supervision-industrielle/>
- [19] <https://supervision-informatique.solutions/avantage-interet-supervision/>
- [20] Mecalex « **Pick & Place** » : les robots ne se fatiguent pas de répéter des mouvements  
<https://www.mecalux.fr/blog/pick-and-place>
- [21] Direct industry Qu'est-ce qu'un robot Pick & Place ? <https://trends.directindustry.fr/fuyu-technology/project-197091-1149973.html>
- [22] conception ROBOT PICK AND PLACE <https://globalrobots.com/wp-content/uploads/2023/11/logo.png>
- [23] <https://www.mecalux.fr/blog/bras-robotique-industriel>
- [24] CFM assemblage robot
- [25] <https://www.hellopro.fr/comment-fonctionne> un robot cartésien
- [26] <https://www.universal-robots.com/fr/> qu'est-ce que le cobot ou robot collaboratif ?
- [27] Atlas robot:robot pick and place,systeme d'emballage a grande vitesse <https://atlas-robots.com/fr/robots-industriales/robot-pick-and-place/>
- [28] <https://www.hubertprocess.com/> ROBOT DELTA
- [29] <https://www.fuyumotion.com/fr/news/choosing-the-best-pick-and-place-robot/>
- [30] <https://www.fuyumotion.com/fr/news/advantages-and-applications-of-a-pick-and-place-robot/>