

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière Automatique  
Spécialité **Automatique et système  
Automatique et Informatique Industriel**

Présenté par

ABDESLAM Ishak

OUIR Boualem Mehdi

---

# Étude et simulation d'une chaîne de remplissage automatisée à base d'un API

---

Proposé par : Dr. AYAD Hocine

Année Universitaire 2019 – 2020

## *REMERCIEMENT*

*Nous tenons à remercier d'abord dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.*

*Aussi, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr h.AYAD pour ces conseils, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordé.*

*Nous tenons aussi à remercier les membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail.*

*Sans oublier aussi de remercier tous les membres de notre familles respective pour leur soutien et leurs encouragements, particulièrement nos chères parents*

*En fin nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# الإهداء

الحمد لله على توفيقه وفضله. لإتمام هذا العمل المتواضع. ونسأله ان يتقبله منا و ان يجعله خالصا لوجهه الكريم.

إلى من ربنتي و روتني من فيض حنانها. أعيها ندائي و سهرت الليالي من أجلي.  
أمي العزيزة أطال الله في عمرها.

# Dédicace

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut ... tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. Aussi, c'est tout simplement que :*

*Je dédie ce modeste travail :*

- *A ma grande famille et particulièrement à ma **maman**, je vous aime tendrement aujourd'hui bien plus qu'hier et bien moins que demain ;*
- *A ma sœur kenza avec toute l'affection et que vos souhaits les plus fous se réalisent ;*
- *A mon grand père et chère grand-mère, ma tante , mes oncles, et tous les membres de la famille BENBELKACEM , et à tous mes amis de master 2 (2020) ;*
- *Je vous dédie aujourd'hui ma réussite, Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.*

# Dédicace

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut ... tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. Aussi, c'est tout simplement que :*

*Je dédie ce modeste travail :*

- *A ma petite et unique famille et particulièrement à ma **maman**, je vous aime tendrement aujourd'hui bien plus qu'hier et bien moins que demain ;*
- *A mes petits frères Sami et Yacine avec toute l'affection et que vos souhaits les plus fous se réalisent ;*
- *A tous mes amis de master 2 AII;*
- *Je vous dédie aujourd'hui ma réussite, Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.*

## ملخص

تقدم هذه المدكرة دراسة و محاكاة آلة لملئ مادة سائلة في قنينات متحكم فيها بواسطة المبرمج الاصطناعي.

من أجل تنفيذ الماكينة بدفتر شروط يُنجز الإجراءات الأساسية ويقلل من تكلفة هذا النوع من الآلات.

آلة الملئ الأوتوماتيكية هي آلة مطلوبة بشدة ولكنها باهظة الثمن (آليات معقدة ، تكلفة الاستيراد ، تكلفة التركيب

..والترقية) لذا فإن هذا العمل يقلل من التكاليف التي تعيق المستثمرين الجزائريين

**الكلمات الرئيسية:** مبرمج اصطناعي, آلة ملئ أوتوماتيكية, ناقلة, مستثمر.

---

## Résumé

Ce mémoire présente l'étude et la simulation pour la conception d'une machine de remplissage automatique à base d'un API, à fin de faire une réalisation méthodologique avec un cahier de charge qui accomplit les actions de base et réduit le cout de ce type de machine.

Les remplisseuses automatique sont des machines très demandé mais assez chers (mécanismes complexes, cout d'importation, cout d'installation et de mise à niveau) donc ce travail permet de diminuer ses charges qui entravent les investisseurs algériens.

**Mots clés :** API, remplisseuse automatique, machines, investisseur.

---

## Abstract

This thesis presents the study and simulation for the design of an automatic filling machine based on an API, in order to carry out a methodological realization with a specification that accomplishes the basic actions and reduces the cost of this type of machine.

Automatic fillers are machines in great demand but quite expensive (complex mechanisms, import cost, installation and upgrade cost) so this work reduces the costs that hamper Algerian investors.

**Keywords:** API, Automatic filling machine, machines, investor.

## Listes des acronymes et abréviations

- **API** : Automate programmable industriel.
- **PLC** : Programmable Logic Controller.
- **CPU** : Unité centrale de traitement.
- **DC** : Courant continue.
- **AC** : Courant alternative.
- **PC** : Partie Commande
- **PO** : Partie Opérative
- **Grafcet** : **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande des **É**tapes et **T**ransitions.
- **FBD** : **F**unction **B**lock **D**igram.
- **LD** : Langage **L**adder.

## Liste des figures

<b>Figure. I.1</b> machine de remplissage automatique ...	03
<b>Figure. I.2</b> Machine de remplissage semi-automatique.....	04
<b>Figure. I.3</b> Machine de remplissage manuel.....	04
<b>Figure. I.4</b> Cuve en inox.....	06
<b>Figure. I.5</b> Convoyeur .....	06
<b>Figure. I.6</b> Capteur .....	07
<b>Figure. I.7</b> Vérin rotatif.....	07
<b>Figure. I.8</b> Arrêt d'urgence, bouton marche et les voyants.....	08
<b>Figure. II.1</b> principe de fonctionnement d'un capteur. ....	11
<b>Figure. II.2</b> Signal tout ou rien (TOR).....	12
<b>Figure. II.3</b> Détecteur magnétique pour vérin.....	13
<b>Figure. II.4</b> Exemple d'un signal analogique. ....	13
<b>Figure. II.5</b> Manomètre analogique. ....	13
<b>Figure. II.6</b> Un signal numérique.....	14
<b>Figure. II.7</b> Capteur de proximité.....	14
<b>Figure. II.8</b> Capteur de proximité capacitif. ....	15
<b>Figure. II.9</b> Symbole du capteur de proximité capacitif.....	15
<b>Figure. II.10</b> Principe de détection à proximité. ....	16
<b>Figure. II.11</b> Branchement d'un capteur PNP de technologie 3 fils.....	17
<b>Figure. II.12</b> Branchement d'un capteur NPN de technologie 3 fils. ....	17
<b>Figure. II.13</b> Principe de fonctionnement d'un pré-actionneur pneumatique.....	18
<b>Figure. II.14</b> Les pré-actionneurs pneumatique.....	18
<b>Figure. II.15</b> Schéma de base d'un distributeur. ....	19
<b>Figure. II.16</b> Distributeur 4/2. ....	19
<b>Figure. II.17</b> Commande mécanique de distributeur par ressort.....	19
<b>Figure. II.18</b> Commande électrique de distributeur par électroaimant .....	19

<b>Figure. II.19</b> Relais électrique.....	20
<b>Figure. II.20</b> Contacteur de puissance électrique. ....	20
<b>Figure. II.21</b> Symbole d'un relais électrique. ....	21
<b>Figure. II.22</b> Symbole d'un contacteur de puissance mené d'un contact auxiliaire.....	21
<b>Figure. II.23</b> Principe de fonctionnement d'un vérin pneumatique.....	22
<b>Figure. II.24</b> Symbole d'un vérin simple effet.....	22
<b>Figure. II.25</b> Symbole d'un vérin doublé effet. ....	23
<b>Figure. II.26</b> Symbole d'un vérin rotatif. ....	23
<b>Figure. II.27</b> Constituants d'un vérin rotatif.....	23
<b>Figure. II.28</b> Principe de fonctionnement d'un moteur électrique.....	24
<b>Figure. II.29</b> La règle de la main droite. ....	24
<b>Figure. II.30</b> Enroulement interne d'un moteur électrique.....	25
<b>Figure. II.31</b> Le stator et le rotor du moteur électrique.....	26
<b>Figure. II.32</b> Moteur à condensateur permanent.....	26
<b>Figure. II.33</b> Le réducteur.....	27
<b>Figure.III.1</b> Structure d'un système automatisé.....	31
<b>Figure.III.2</b> Structure externe d'un automate compact. ....	32
<b>Figure.III.3</b> Structure externe d'un automate modulaire.. ....	33
<b>Figure.III.4</b> Structure interne d'un automate.....	34
<b>Figure.III.5</b> Les références des modules d'automate Zelio. ....	37
<b>Figure.III.6</b> Automate Zelio SR2B121BD.....	38
<b>Figure.III.7</b> fenêtre principale de l'atelier de programmation. ....	39
<b>Figure.III.8</b> Le Langage Ladder sous le logiciel Zelio.....	40
<b>Figure. IV.1</b> Image et symbole d'un contacteur. ....	46
<b>Figure. IV.2</b> Déclenchement d'un disjoncteur.....	48
<b>Figure. IV.3</b> Bouton d'arrêt d'urgence. ....	50
<b>Figure. IV.4</b> Bouton poussoir.....	51

<b>Figure. IV.5</b>	Symbole des boutons poussoirs à ouverture (NO) et à fermeture (NC).	51
<b>Figure. IV.6</b>	Fil électrique.	51
<b>Figure. IV.7</b>	Câble électrique.	52
<b>Figure. IV.8</b>	Schéma structurel de notre remplisseuse.	54
<b>Figure. IV.9</b>	Schéma électrique de notre remplisseuse.	55
<b>Figure. IV.10</b>	Fenêtre du logiciel Zelio.	60
<b>Figure. IV.11</b>	Choix du module dans Zelio soft	61
<b>Figure. IV.12</b>	Choix du langage de programmation dans zelio soft	61
<b>Figure. IV.13</b>	Les outils de programmation dans zelio soft	62
<b>Figure. IV.14</b>	Programme de notre remplisseuse en ladder	62
<b>Figure. IV.15</b>	Les fenêtres de simulation des entrées /sortie	63
<b>Figure. IV.16</b>	Simulation du programme.	63
<b>Figure. IV.17</b>	L'excitation de bobine du contacteur	64
<b>Figure. IV.18</b>	L'excitation du capteur et le distributeur.	64
<b>Figure. IV.19</b>	Fin de temporisation du remplissage et redémarrage du moteur.	65
<b>Figure. IV.20</b>	Interface automation studio.	65
<b>Figure. IV.21</b>	Schéma de puissance sous Automation studio.	66
<b>Figure. IV.22</b>	Simulation avec contact Q1 ouvert.	66
<b>Figure. IV.23</b>	Simulation partie puissance avec contact Q1 fermé.	67
<b>Figure. IV.24</b>	Interface logiciel FluidSIM.	68
<b>Figure. IV.25</b>	Schémas de la partie opérative	68
<b>Figure. IV.26</b>	Simulation partie opérative avec contact ouvert du capteur.	69
<b>Figure. IV.27</b>	Simulation partie opérative avec contact fermé du capteur.	69

## Liste des tableaux

<b>Tableau III.1</b> Création d'une application .....	42
<b>Tableau III.2</b> Modification de la configuration d'une application. ....	42
<b>Tableau IV.1</b> Type de courbe de déclenchement avec leur application. ....	48
<b>Tableau IV.2</b> Les couleurs des fils.....	51
<b>Tableau IV.3</b> Les Caractéristique des matériels utilisés dans la partie puissance.....	56
<b>Tableau IV.4</b> Les Caractéristique des matériels utilisés dans la partie opérative.....	57
<b>Tableau IV.5</b> Adresse physique et le commentaire.....	60

## Table des matières

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

### Chapitre I Description De La Remplisseuse Automatique

I.1	Introduction .....	3
I.2	Définition .....	3
I.3	Les modes des machines de remplissage .....	3
I.3.1	Machine de remplissage automatique.....	3
I.3.2	Machine de remplissage semi-automatique.....	4
I.3.3	Machine de remplissage manuel.....	4
I.4	Choix des machines de remplissage.....	4
I.5	Les types des machines de remplissage .....	5
I.6	Description de la remplisseuse.....	5
I.7	Cahier de charge.....	6
I.8	Domaine d'application .....	7
I.9	Conclusion .....	8

### Chapitre II Description de la partie opérative

II.1	Introduction .....	9
II.2	Les Capteurs .....	9
II.2.1	Définition .....	9
II.2.2	Classification des capteurs .....	9
II.2.3	Les capteurs de proximité .....	12
II.2.4	Branchement des capteurs .....	14
II.3	Les Pré-Actionneurs .....	15
II.3.1	L'intérêt d'un pré-actionneur .....	15
II.3.2	Fonctionnement .....	15
II.3.3	Pré-Actionneur pneumatique.....	16
II.3.4	Pré-actionneurs électrique .....	18
II.4	Les Actionneurs .....	20
II.4.1	Les Vérins pneumatique .....	20
II.4.2	Les moteurs électriques .....	22
II.5	Conclusion .....	20

### Chapitre III Description de la partie commande

III.1	Introduction .....	31
-------	--------------------	----

<b>III.2</b>	Définition d'un système automatisé .....	28
<b>III.3</b>	Objectif d'automatisation.....	28
<b>III.4</b>	Structure d'un système automatisé .....	28
<b>III.4.1</b>	Partie opérative .....	29
<b>III.4.2</b>	Partie commande .....	29
<b>III.5</b>	Présentation de l'automate Zelio SR2B121BD .....	34
<b>III.5.1</b>	Principe de fonctionnement du Zelio logic .....	34
<b>III.5.2</b>	Programmation de zelio logic .....	34
<b>III.5.3</b>	Choix de la CPU .....	35
<b>III.6</b>	Logiciel de Programmation Zelio .....	36
<b>III.6.1</b>	Présentation logiciel Zelio soft 2 .....	36
<b>III.6.2</b>	Modes de programmation .....	36
<b>III.6.3</b>	Langage de programmation.....	37
<b>III.6.4</b>	Mode de fonctionnement.....	38
<b>III.6.5</b>	Création ou modification de configuration d'une application .....	39
<b>III.6.6</b>	Comment exécuter un programme en mode simulation.....	41
<b>III.7</b>	Conclusion .....	44

## ***Chapitre IV La simulation***

<b>IV.1</b>	Introduction.....	44
<b>IV.2</b>	Description des matériels utilisés dans l'armoire électrique .....	44
<b>IV.2.1</b>	Les contacteurs .....	44
<b>IV.2.2</b>	Les disjoncteurs .....	45
<b>IV.2.3</b>	Boutons arrêt d'urgence .....	47
<b>IV.2.4</b>	Le bouton poussoir .....	50
<b>IV.2.5</b>	Conducteur électrique .....	49
<b>IV.3</b>	Description schéma de puissance.....	51
<b>IV.4</b>	Schéma structurel .....	52
<b>IV.5</b>	Schéma électrique .....	53
<b>IV.6</b>	Grafcet de notre machine .....	55
<b>IV.7</b>	Caractéristique des différents composants utilisés .....	55
<b>IV.8</b>	Partie simulation.....	58
<b>IV.8.1</b>	La simulation du programme à l'aide du logiciel Zelio .....	58
<b>IV.8.2</b>	Adressage de notre programme.....	58
<b>IV.8.3</b>	La simulation de la partie puissance à l'aide du logiciel automation studio 6.0 .....	63

<b>IV.8.4</b> Simulation de la partie opérative à l'aide du logiciel festo FluidSIM .....	65
<b>IV.9</b> Conclusion.....	68
<b>Conclusion Générale</b> .....	69
<b>Bibliographie</b> .....	70

# Introduction générale

---

Personne ne peut plus douter que l'automatique et l'informatique industrielle est une révolution fondamentale et innovante a touché considérablement tous les secteurs de productivité et la vie humaine ses dernières années. En effet l'automatisation du processus facilite et augmente la productivité. Aucun domaine n'est resté à l'abri de cette technologie qui facilite les taches aussi bien pour l'entreprise que pour le personnel.

En effet, les systèmes automatisés ont répondu à un besoin vif pour n'importe quel type d'entreprise, c'est l'augmentation de production qui est parmi les enjeux les plus primordiaux pour les entreprises et touche pratiquement toutes les activités telles que la maintenance, la mécanique et l'ingénierie industrielle en général.

Dans le milieu industriel, on assiste de plus en plus à la multiplicité, à la sophistication des instruments et appareils d'automatisation d'une part, et d'autre part à l'exigence de la continuité du développement. Ces paramètres auront pour effets pour le service industriel de renforcer sa fiabilité de production.

L'automatique est une filière technologique qui permet la programmation et la gestion d'information pour différent mécanismes d'outil de production industriel. Cette dernière permet de trouver les solutions dans beaucoup de secteur notamment le domaine de conditionnement, de remplissage et de production alimentaire.

A cet effet, notre travail consiste à faire une étude pour réaliser un système de remplissage automatique qui permet d'annuler cette tache manuel et répétitive pour différents entreprises et de diminuer le cout d'investissement.

---

# **CHAPITRE I**

## **DESCRIPTION DE LA REMPLISSEUSE AUTOMATIQUE**

---

# CHAPITRE I Description de la remplisseuse automatique

## I.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons explorer les machines industrielles Et notamment les machines de remplissage, où nous portons une importance particulière du fait de son lien avec le projet que nous allons développer.

## I.2 Définition

Les machines de remplissage sont des machines destinées pour remplir et conditionner différent produit alimentaire afin d'atteindre un produit fini. Comme beaucoup de secteurs qui existent on trouve des différents types et gammes des machines dans chaque domaine.

## I.3 Les modes des machines de remplissage

### I.3.1 Machine de remplissage automatique

Les machines de remplissage automatique sont des machines qui exécutent les opérations de remplissage de façons automatique sans l'intervention humaine. Ces machines ont pour principale avantage la facilité de travail en cas de cadence élevé donc une productivité élevée.



**Figure I.1** Machine de remplissage automatique.

# CHAPITRE I Description de la remplisseuse automatique

## I.3.2 Machine de remplissage semi-automatique

Les machines de remplissage semi-automatique exécutent une partie des opérations, le reste nécessite une intervention humaine pour accomplir l'état final du produit. Ces machines caractérisées par un rendement faible.



**Figure I.2** Machine de remplissage semi-automatique.

## I.3.3 Machine de remplissage manuel

Les machines de remplissage manuel présentent une simple installation où toutes les opérations sont accomplies manuellement.



**Figure I.3** Machine de remplissage manuel.

## I.4 Choix des machines de remplissage

Ils existent différents critères en site parmi eux :

- 1) Le contenant (bouteilles, sacs, bidons).
- 2) Le contenu (liquide, solide).
- 3) Le mode de fonctionnement.
- 4) La cadence de production à atteindre selon le volume du contenant.
- 5) La charge.
- 6) La technologie de remplissage ou le type de bec.

# CHAPITRE I Description de la remplisseuse automatique

---

- 7) Le pas de la machine, c'est-à-dire la distance entre deux becs de remplissage qui détermine le plus petit et le plus grand diamètre de bouteille possible pour la circulation dans la machine.
- 8) L'environnement de travail.

## I.5 Les types des machines de remplissage

Les remplisseuses peuvent être divisées en :

- machine de remplissage liquide
- machine de remplissage de pâte
- machine de remplissage de poudre
- machine de remplissage de granulés

Nous allons nous intéresser par la machine de remplissage liquide.

## I.6 Description de la remplisseuse

La machine que nous allons élaborer sert à remplir les produits liquides automatiquement. Elle est équipée d'un :

- 1) cuve en inox qui permet le stockage de la matière première située en haut de la machine.



**Figure I.4** Cuve en inox.

- 2) Convoyeur qui permet la circulation des bouteilles par un moteur réducteur.



**Figure I.5** un Convoyeur.

# CHAPITRE I Description de la remplisseuse automatique

- 3) Capteur qui se situe dans le bord du convoyeur permet la détection de la bouteille.



**Figure I.6** Capteur.

- 4) Vérin rotatif assemblé avec une vanne papillon pour permettre le passage du liquide à travers le silo jusqu'à la tête de remplissage ce qui effectue le remplissage des bouteilles.



**Figure I.7** Un Vérin rotatif.

- 5) pupitre qui contient les différents boutons de marche arrêt et le bouton d'urgence ainsi les voyants.



**Figure I.8** Arrêt d'urgence, bouton marche et les voyants.

## I.7 Cahier de charge

- 1) Le chargement des bouteilles se fait manuellement sur le convoyeur
- 2) Lors qu'en appuyant sur le bouton poussoir « Marche » le moteur du convoyeur doit démarrer et la lampe vert est allumée.
- 3) Lorsque la bouteille soit présente dans le champ de notre capteur capacitif qui est installé sur le bord du convoyeur le moteur s'arrête 30s et le voyant vert s'éteint.
- 4) Après 5s de l'arrêt du moteur le vérin rotatif situé juste en haut du silo tourne pour le remplissage de la bouteille pendant 20s et le voyant jaune s'allume au mêmes temps

# CHAPITRE I Description de la remplisseuse automatique

---

- 5) Après la période de remplissage le moteur redémarre au bout de 5s et le voyant vert s'allume en attendant la présence de la bouteille suivante.
- 6) Un bouton d'arrêt est présent pour éteindre notre système.
- 7) En cas d'une panne un bouton d'urgence est présent pour la mise hors tension de notre système.
- 8) Un voyant orange est allumé pour indiquer que notre système est alimenté

## I.8 Domaine d'application

- Usine de production de vinaigre.
- Usine de production de jus.
- Usine de production d'huile.
- Usine de production du lait.
- Usine de production d'eau.

## I.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons parlé sur les machines de remplissage de façons général en commençons par définir les machines de remplissage, les modes de ces machines et les types de ces dernières et en fini par décrire les constituant de notre système, son fonctionnement et les différents domaines d'application.

---

**Chapitre II**  
**DESCRIPTION DE LA PARTIE OPERATIVE**

---

## II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter les outils nécessaires pour la partie opérative pour Les différents équipements utilisés dans notre machine de remplissage.

## II.2 Les Capteurs

### II.2.1 Définition

Le capteur est un appareil capable de détecter une information (phénomène) physique dans l'environnement (présence d'objet, chaleur, lumière, bruit, etc...) et de la retransmettre sous forme de signal, généralement un signal électrique. [5]

Le capteur est caractérisé par sa fonction :  $s = f(m)$  où  $s$  est la grandeur de sortie ou la réponse du capteur et  $m$  la grandeur physique à mesurer (Mesurande).

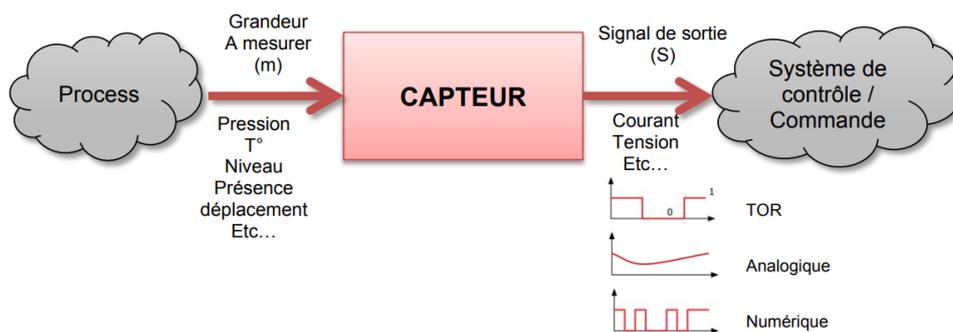


Figure II.1 principe de fonctionnement d'un capteur.

- **Détection avec contact** : le capteur doit entrer en contact physique avec un phénomène pour le détecter.
- **Détection sans contact** : le capteur détecte le phénomène à proximité de celui-ci.

### II.2.2 Classification des capteurs

#### II.2.2.1 Classification en fonction du phénomène physique mis dans les capteurs

##### A. Les capteurs actifs (ou capteurs directs)

Un capteur actif se base sur une loi physique pour la détermination du mesurande et c'est elle-même qui effectue directement la transformation en grandeur électrique en sortie

Les effets physiques les plus classiques sont :

- Effet thermoélectrique
- Effet piézo-électrique
- Effet d'induction électromagnétique
- Effet photo-électrique
- Effet Hall
- Effet photovoltaïque

### B. Les capteurs passifs

Il s'agit généralement **d'impédance** dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance peut être par une variation de dimension ou par déformation

Suivant la base de leurs circuits conditionneurs:

- ✓ Pont de Wheatstone
- ✓ Montage potentiométrique
- ✓ Circuits oscillants
- ✓ Amplificateurs opérationnels [6]

### II.2.2.2 Classification en fonction du signal délivré :

L'information transmise par un capteur peut être :

- TOR (logique)
- Analogique
- Numérique

#### A. Capteur TOR :

Un capteur TOR (Tout Ou Rien) est un capteur dont la sortie ne peut prendre que deux états 0 ou 1, c'est des capteurs très utilisées dans notre domaine d'automatisation (interrupteurs de position, détecteurs de proximité).

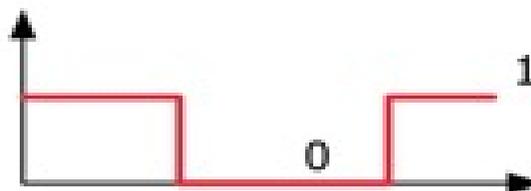


Figure II.2 Signal tout ou rien (TOR).

Domaine d'utilisation des capteurs TOR :

- Détection de la présence, d'un passage

- Détection d'un seuil de  $T^\circ$  (Thermostat), d'un seuil de pression (Pressostat)



**Figure II.3** Détecteur magnétique pour vérin.

### B. Capteur ANALOGIQUE

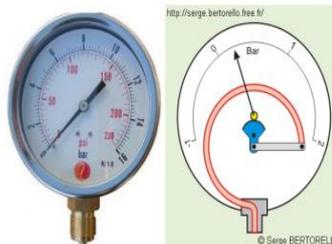
Le signal analogique varie dans le temps de façon continue dont un capteur de type analogique donne une information de manière évolutive dans le temps.



**Figure II.4** Exemple d'un signal analogique.

Domaines d'utilisation des capteurs ANALOGIQUES :

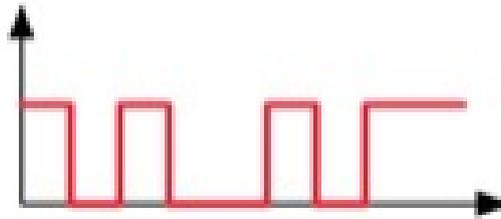
- Mesure de grandeurs physiques ( $T^\circ$ , Pression, Niveau, Tension, Force, Luminosité, Couleur,...)



**Figure II.5** Manomètre analogique.

### C. Capteur numérique

Le capteur numérique présente un code binaire ou un train d'impulsion formé pour délivrer une information



**Figure II.6** Un signal numérique.

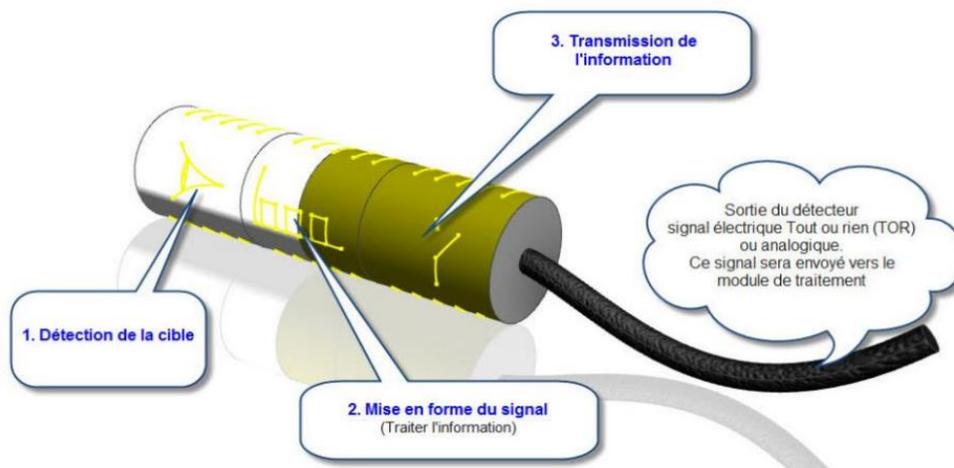
Domaines d'utilisation des capteurs NUMERIQUES :

- Détection en continu d'une grandeur (T°, Pression, Niveau, Tension, Force, Luminosité, Couleur)
- Traitement numérique de l'information.

## II.2.3 Les capteurs de proximité

### II.2.3.1 Définition

Ce type de capteur est réservé à la détection sans contact d'objets. L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position (fin de course).



**Figure II.7** Capteur de proximité.

### II.2.3.2 Type des capteurs de proximité

On distingue quatre types des capteurs de proximité :

- ❖ Les capteurs de proximité Capacitif
- ❖ Les capteurs de proximité Inductif
- ❖ Les capteurs de proximité Optique (photocellule)

- ❖ Les capteurs de proximité Magnétique
- ❖ Les capteurs de proximité Ultrasonique

➤ *Capteur de proximité capacitif*

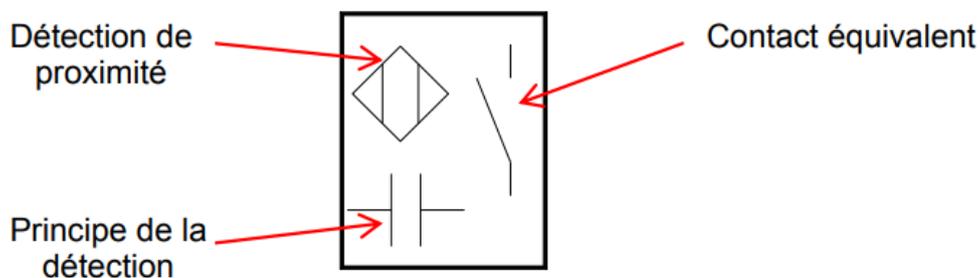
Il existe plusieurs types des capteurs nous allons s'intéresser par le capteur de proximité capacitif qui est utilisé dans remplisseuse



**Figure II.8** Capteur de proximité capacitif.

- *Définition et symbole*

Les capteurs capacitifs sont des capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants (notre cas matière isolante)



**Figure II.9** Symbole du capteur de proximité capacitif.

- *Avantage*

- ✓ pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles,
- ✓ pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres.
- ✓ détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- ✓ très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante). [8]

- *Détections :*

Toute matière solide.

- *Portée de détection :*

- ✓ Quelques millimètres (jusqu'à 50 mm pour les plus courants).

- ✓ Dépend de l'épaisseur des objets.
  - *Technologie*
- ✓ **Trois (3) fils**, généralement deux fils pour l'alimentation (Marron (+) et Bleu (-) et un fil (Noir) pour le signal.
- ✓ **Quatre (4) fils**, généralement deux fils pour l'alimentation (Marron (+) et Bleu (-)), un fil (Noir) pour le signal NO et fil (Blanc) pour le signal NF.
  - *Principe de fonctionnement*

La technologie des détecteurs de proximité capacitifs est basée sur l'approche d'un objet quelconque.

Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant la capacité de couplage du condensateur. [8]

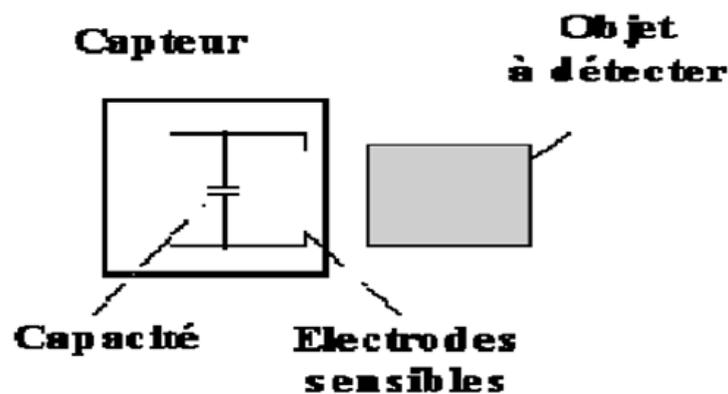


Figure II.10 Principe de détection à proximité.

### II.2.4 Branchement des capteurs

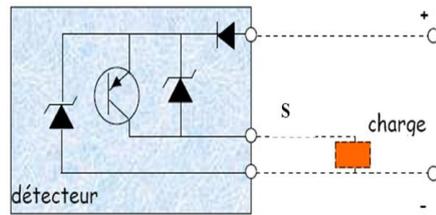
Il existe plusieurs type de branchement nous allons s'intéresser par la technique 3 fils utilisé dans notre projet.

#### II.2.4.1 La technique 3 fils

Pour les détecteurs alimentés en courant continu, deux des fils servent à l'alimentation (généralement le bleu la masse et le marron 24V) et le troisième(Noir) à la transmission du signal de sortie. Le détecteur PNP ou NPN comporte un transistor pour comprendre le branchement, on assimilera ce dernier à un contact électrique

a) Pour le détecteur PNP :

Lorsqu'il y a détection, le transistor est passant (contact fermé), il va donc imposer le potentiel (+) sur la sortie S. La charge est branchée entre la sortie S et le potentiel (-).Ce type de détecteur est adapté aux unités de traitement qui fonctionnent en logique positive [8]

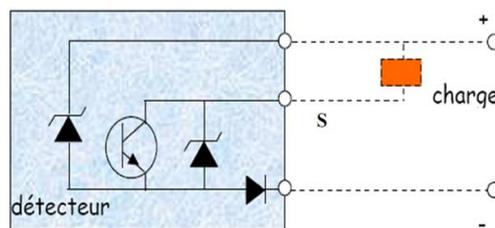


**Figure II.11** Branchement d'un capteur PNP de technologie 3 fils.

b) Pour le détecteur NPN :

Lorsque qu'il y a détection, le transistor est passant (contact fermé).il va donc imposer le potentiel (-) sur la sortie S.

La charge est branchée entre la sortie S et le potentiel (+).Ce type de détecteur est adapté aux unités de traitement qui fonctionnent en logique négative



**Figure II.12** Branchement d'un capteur NPN de technologie 3 fils.

## II.3 Les Pré-Actionneurs

### II.3.1 L'intérêt d'un pré-actionneur

La majorité des systèmes automatisés industriels ont pour partie commande un A.P.I (Automate Programmable Industriel).Cet automate est généralement incapable de distribuer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur car il traite de l'information, sous forme d'énergie de faible niveau.

Le pré-actionneur est donc là pour s'occuper de distribuer une énergie forte adaptée à l'actionneur en fonction de la commande (énergie faible) venant de l'API. La raison d'être du pré-actionneur réside donc dans les problèmes de distribution de l'énergie à l'actionneur. [9]

### II.3.2 Fonctionnement

Sa fonction est de transmettre un ordre de la partie commande à la partie opérative, utilisé pour commander des puissances en fonction d'un signal de commande de faible puissance. Son rôle est donc de générer l'énergie de commande de l'actionneur.

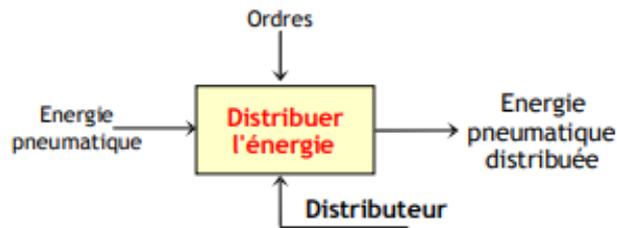


Figure II.13 Principe de fonctionnement d'un pré-actionneur pneumatique.

## II.3.3 Pré-Actionneur pneumatique

### II.3.3.1 Définition

Le pré-actionneur pneumatique dit (distributeur) est constitué d'une partie fixe et d'une partie mobile (le tiroir) :

**La partie fixe** est dotée d'orifices connectés à la source d'énergie (exemple air comprimé), à l'actionneur et à l'échappement

**Le tiroir mobile**, coulissant dans la partie fixe est doté de conduites permettant le passage d'air entre les différents orifices et la partie fixe.

Le distributeur est caractérisé par :

- ✓ Le type de commande (manuel, électrique, hydraulique, pneumatique)
- ✓ Sa stabilité (monostable «le retour à sa position de repos se fait automatiquement » ou bistable «le retour à sa position de repos se fait par ordre de commande »).
- ✓ Le nombre de position et le nombre d'orifices. [9]



Figure II.14 Les pré-actionneurs pneumatique.

### II.3.3.2 Les différents types de distributeurs :

Pour notre projet nous allons utiliser un distributeur 4/2 commande électrique par électro-aimant et mécanique à ressort.

On désigne un distributeur avec 2 chiffres :

- Le premier chiffre désigne le nombre d'orifices
- Le deuxième chiffre désigne le nombre de position

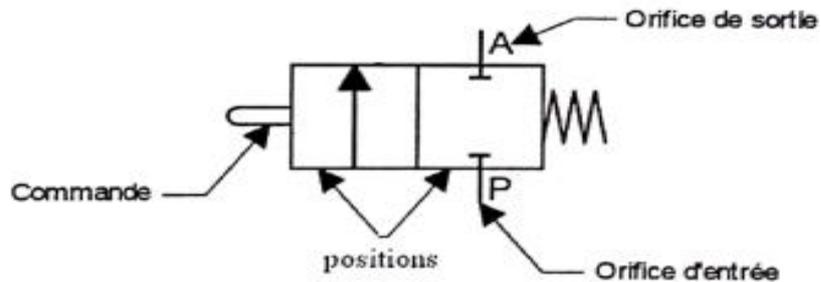


Figure II.15 Schéma de base d'un distributeur.

### II.3.3.3 Principe de la symbolisation

- ❖ Distributeur 4 orifices 2 position (distributeur 4/2) :

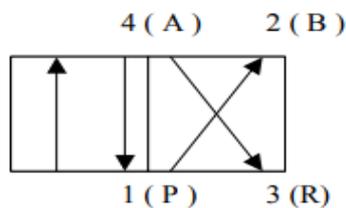


Figure II.16 Distributeur 4/2.

### II.3.3.4 Pilotage de distributeur

Le changement de la position du distributeur se fait par plusieurs natures de commande (mécanique, manuelle, électrique, pneumatique, hydraulique).

- ❖ Commande mécanique :



Figure II.17 Commande mécanique de distributeur par ressort.

- ❖ Commande électrique :

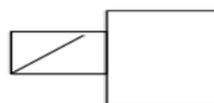


Figure II.18 Commande électrique de distributeur par électro-aimant.

## II.3.4 Pré-actionneurs électrique

### II.3.4.1 Définition

Le contacteur et le relais sont des pré-actionneurs électriques. Ils servent en général à interrompre le courant électrique à partir d'une commande, ces derniers sont équipés d'un électroaimant lorsqu'il sera alimenté, il transmet un ordre sous forme d'une force mécanique à un système de commutation pour permettre à passer l'énergie afin d'alimenté un actionneur électrique.



Figure II.19 Relais électrique



Figure II.20 Contacteur de puissance électrique.

### II.3.4.2 La différence entre un relais et un contacteur

Les relais électrique servent à la commutation de faible puissance (charge de courant faible). Tandis que les contacteurs appelées contacteur de puissance servent à commuté des charges de courant et puissances plus élevées 50 kW voir plus cause de leurs pouvoir de coupure important.

### II.3.4.3 Symbole

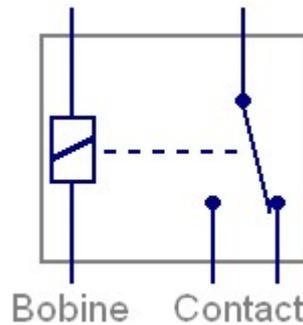


Figure II.21 Symbole d'un relais électrique

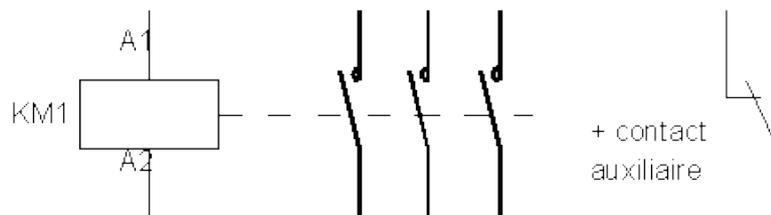


Figure II.22 Symbole d'un contacteur de puissance mené d'un contact auxiliaire.

### II.3.4.4 Principes de fonctionnement

Lorsque la bobine de l'électro-aimant est alimentée (signal de commande 24v/400v), le contact se ferme, le circuit entre le réseau d'alimentation et le récepteur.

Dès que la bobine est privée de tension, le contacte s'ouvre sous l'effet :

- Des ressorts de pression des pôles.
- Du ressort de rappel de l'armature mobile. [9]

## II.4 Les Actionneurs

### II.4.1 Les Vérins pneumatique

#### II.4.1.1 Définition

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique .ils peuvent accomplir différentes tâches comme le serrage, coupage, tirage.

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige :

- **Simple effet** (air comprimé admis sur une seule face du piston tirer ou pousser)
- **Double effet** (air comprimé admis sur les deux faces du piston tirer et pousser)

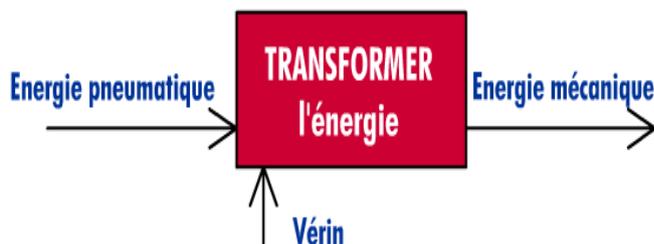


Figure II.23 Principe de fonctionnement d'un vérin pneumatique.

#### II.4.1.2 Principe de fonctionnement

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambre, exerce une force sur le piston ce qui permet le déplacement de la tige. L'air présent dans l'autre chambre est donc évacué du corps du vérin et le mouvement contraire est obtenu si nous inversons le sens de déplacement de l'air comprimé.

#### II.4.1.3 Types de vérins

##### a) Vérin simple effet

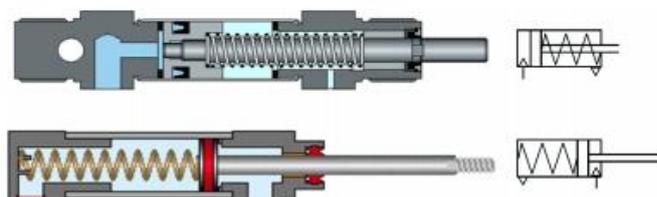
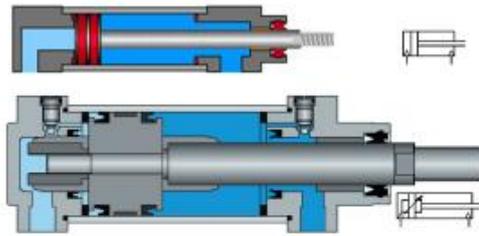


Figure II.24 Symbole d'un vérin simple effet.

Pour les vérins simple effet, le retour du vérin en position se fait par le ressort ou la charge.

##### b) Vérin double effet

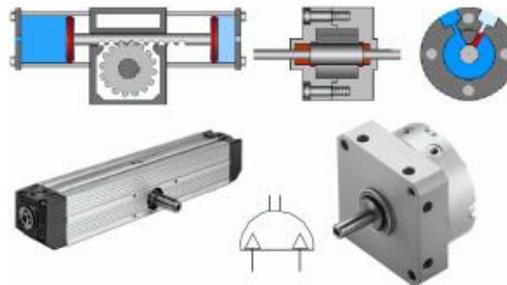


**Figure II.25** Symbole d'un vérin doublé effet.

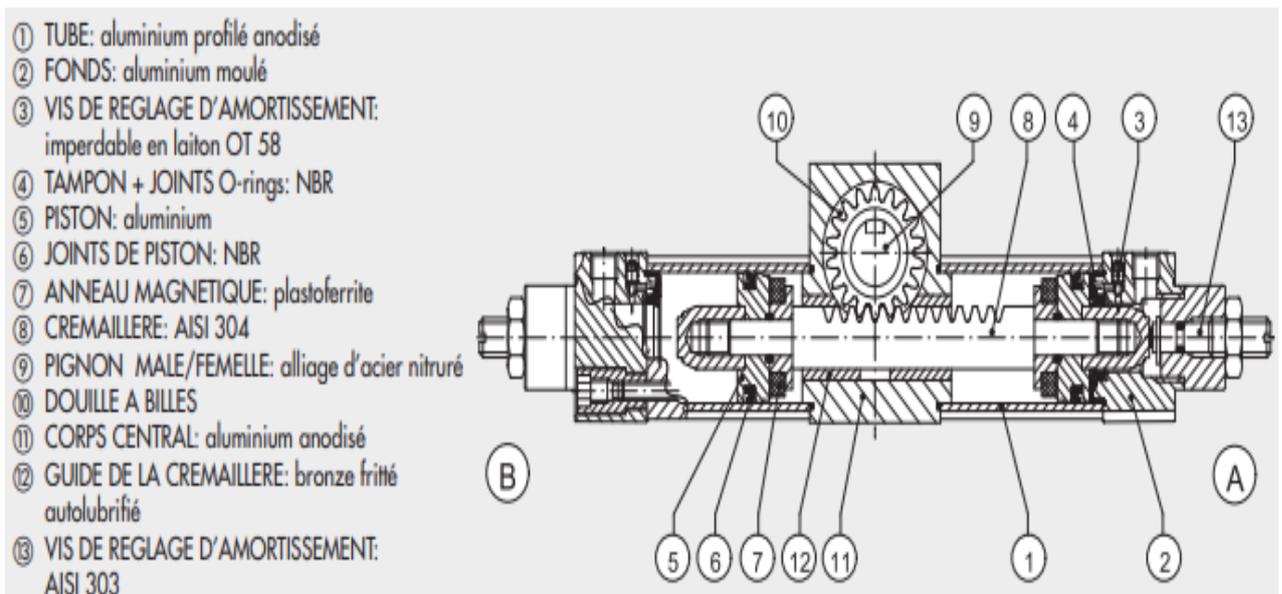
Pour les vérins double effet, l'ensemble tige piston peut se déplacer dans les 2 sens par l'action du fluide (effort plus faible en tirant : rentrée de la tige).

### c) Vérin rotatif

Il existe deux types des vérins rotatifs que sont ceux pignon-crémaillère ou ceux permettant de faire une rotation jusqu'à 270°.



**Figure II.26** Symbole d'un vérin rotatif.



**Figure II.27** Constituants d'un vérin rotatif.

## II.4.2 Les moteurs électriques

### II.4.2.1 Définition

Les moteurs électriques sont les récepteurs les plus nombreux dans les industries et les installations tertiaires. Leur fonction, de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique, leur donne une importance économique toute particulière qui fait qu'aucun concepteur d'installation ou de machine, aucun installateur et aucun exploitant ne peut les ignorer.[11]

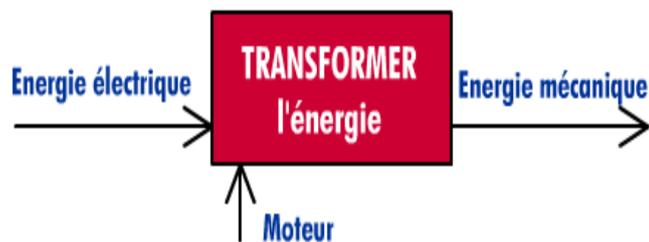


Figure II.28 Principe de fonctionnement d'un moteur électrique.

### II.4.2.2 La loi de Laplace

Un circuit parcouru par un courant est soumis à une force quand il est placé dans un champ magnétique (la force de Laplace). Un élément  $d\mathbf{l}$  d'un circuit filiforme parcouru par un courant d'intensité  $i$  et placé dans un champ magnétique  $\mathbf{B}$  est soumis à une force  $d\mathbf{F}$ .

Un conducteur traversé par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force dont le sens est déterminé par la règle des trois doigts de la main droite. [9]

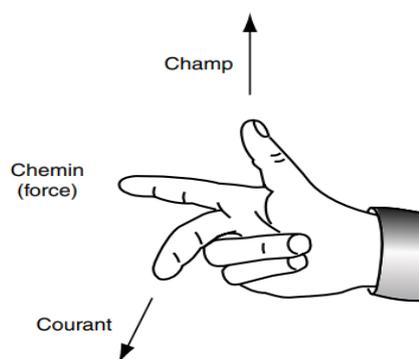


Figure II.29 La règle de la main droite.

### II.4.2.3 Principe de fonctionnement

Pour créer un champ tournant dans un moteur, il faut une réalisation de deux phases décalées spatialement de  $90^\circ$  pour but d'avoir des courants déphasés, de plus le déphasage se rapproche de  $90^\circ$  plus le couple sera grand et constant.

Ce déphasage est créé par un bobinage supplémentaire (bobinage de démarrage) en parallèle avec le bobinage principal à  $90^\circ$  (bobinage de marche), La création de ce déphasage entre les courants dans chaque bobinage peut se faire selon les lois de l'électricité :

- ✓ En donnant un diamètre différent aux deux bobinages (moteur à phase auxiliaire résistive).
- ✓ En rajoutant une capacité en série avec le bobinage de démarrage (moteurs à phase auxiliaire capacitive).

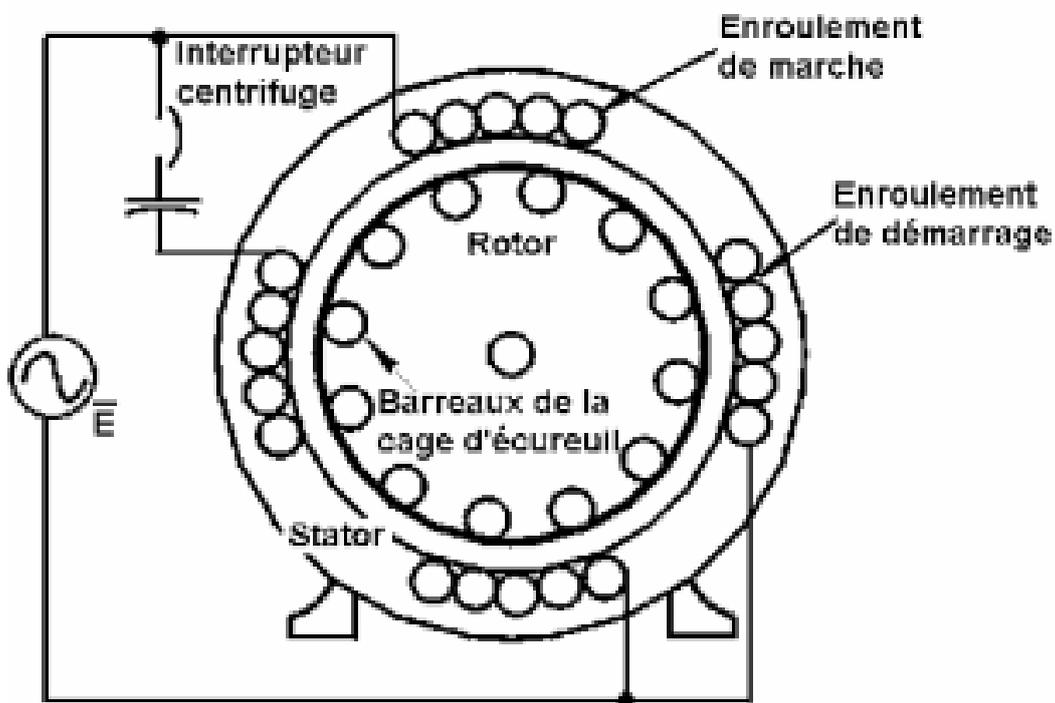
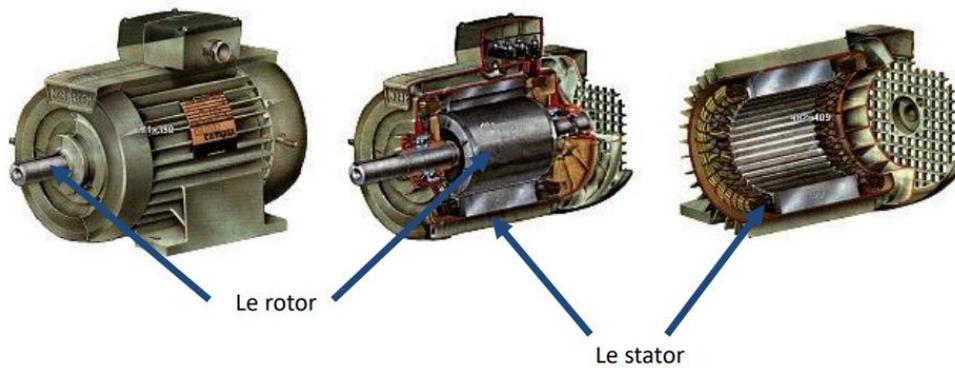


Figure II.30 Enroulement interne d'un moteur électrique.

- Lorsque le « rotor » tourne aussi vite que le stator on parlera d'un moteur « **synchrone** »
- Lorsque le « rotor » tourne moins vite que le stator on parlera d'un moteur « **asynchrone** »



**Figure II.31** Le stator et le rotor du moteur électrique.

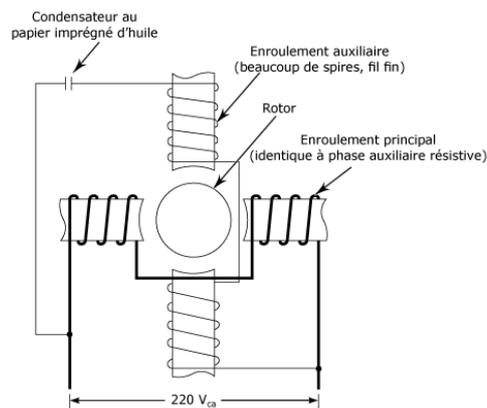
### II.4.2.4 Types des moteurs monophasés

- ✓ Moteur à phase auxiliaire
- ✓ Moteurs à phase auxiliaire résistive
- ✓ Moteurs à phase auxiliaire capacitive
- ✓ Moteurs à condensateur permanent
- ✓ Moteurs à bagues de court-circuit (Cage d'écureuil)
- ✓ Moteurs universels série

### II.4.2.5 Moteur à condensateur permanent

#### A. Définition

Les moteurs à condensateur permanent ressemblent fortement aux moteurs à phase auxiliaire capacitive la différence est dans l'enroulement auxiliaire (nombre de spire) et le type de condensateur (condensateur papier imprégné d'huile non pas électrolytique) [12]



**Figure II.32** Moteur à condensateur permanent.

#### B. Avantages et inconvénients des moteurs à condensateur permanent

Le moteur à condensateur permanent a pour principaux avantages sa simplicité et son fonctionnement doux. En effet, ce type de moteur est très silencieux et, contrairement aux autres moteurs monophasés, son degré de vibration est réduit. Il a cependant pour inconvénient un couple de démarrage faible et le coût élevé du condensateur au papier imprégné d'huile

### II.4.2.6 Variation de vitesse (réducteur)

#### A. Définition

Suivant l'utilisation qui est faite d'un **moteur asynchrone** (moteur triphasé ou monophasé), il est parfois nécessaire de réduire sa vitesse de rotation, ce qui a pour effet d'augmenter son couple. Si vous avez besoin d'une réduction de vitesse importante, il vous faut installer un réducteur sur votre moteur électrique. Il existe également des moteurs asynchrones sur lesquels sont déjà intégrés des réducteurs, appelés motoréducteurs.[13]



**Figure II.33** Le réducteur.

#### B. Les avantages et les inconvénients d'un réducteur

Parmi les nombreux types de réducteurs (à engrenage coaxial, à couple conique ...) se trouve le réducteur de vitesse à roue et vis. Il permet de réguler mécaniquement la vitesse du moteur électrique. Le principe est simple : une vis sans fin entraîne une roue, l'axe de la vis étant perpendiculaire à celui de la roue. Pourquoi choisir ce réducteur plutôt qu'un autre ? Parce qu'il présente de nombreux avantages :

#### C. Choix du réducteur

Les réducteurs à roue et vis sont disponibles dans plusieurs configurations, pour s'adapter à de nombreux **moteurs monophasés ou triphasés**. Le choix de votre réducteur doit se faire :

- ✓ En fonction du diamètre d'arbre de votre moteur électrique
- ✓ En fonction du type de liaison d'entrée (une bride ou un arbre)
- ✓ En fonction du rapport de réduction désiré
- ✓ En fonction du type de fixation (une bride, un arbre, un pied...) et le type de liaison de sortie (arbre creux, simple ou double)

### II.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu les différents équipements de la partie opérative de notre machine et leur principe de fonctionnement de la chaîne d'information qui s'introduit par le capteur jusqu'à les actionneurs en passant par les pré-actionneurs des différentes sources pneumatique et électrique.

---

## **Chapitre III**

### **DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE**

---

# **CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE**

## **III.1 Introduction**

Dans ce chapitre nous allons s'intéresser par la partie commande de notre système automatisé à base d'automate programmable industriel et définir l'architecture de commande généralisée d'un système automatique.

## **III.2 Définition d'un système automatisé :**

Un système automatisé est un ensemble d'éléments qui effectue des actions cycliques sans l'intervention humaine. Il est toujours composé d'une Partie Commande et d'une Partie Opérative. Pour faire fonctionner ce système, l'Opérateur va donner des consignes à la Partie Commande. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la Partie Opérative. Une fois les ordres accomplis, la Partie Opérative va le signaler à la Partie Commande qui va à son tour le signaler à l'Opérateur. Ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

## **III.3 Objectif d'automatisation**

L'automatisation s'est développée pour assurer l'objectif des entreprises, « la compétitivité de leurs produits qui passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation », pour répondre au besoin du marché actuel instauré par l'exigence des consommateurs et par la concurrence du commerce national et international.

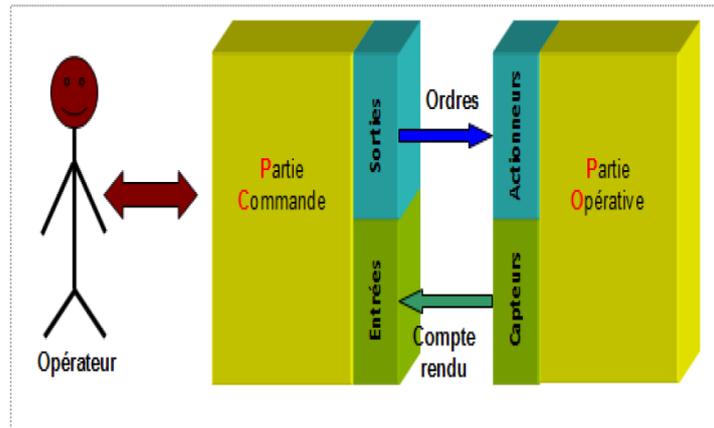
Automatiser un système de production permet de :

- Éliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité (responsabilité).
- Accroître la productivité.
- Économiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers: flexibilité.
- Améliorer la qualité.

## **III.4 Structure d'un système automatisé**

Un système automatisé peut se décomposer à deux parties :

## CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE



**Figure III.1** Structure d'un système automatisé.

### **III.4.1**      **Partie opérative**

C'est l'ensemble des actionneurs qui agissent ou procèdent au traitement de la matière d'œuvre en vue d'apporter une valeur ajoutée .pour un convoyeur par exemple, les moteurs électriques appartiennent à la partie opérative. Les moteurs électriques apportent aux éléments à transporter l'énergie mécanique .en général, ce sont les actionneurs : des moteurs, vérins, vannes etc.

### **III.4.2**      **Partie commande**

C'est la partie commande qui élabore la commande de la partie opérative .cette commande doit être coordonnée selon la réalisation la plus sûre de l'automatisme .la partie opérative reçoit donc des ordres provenant de la partie commande

A partir :

- Du programme qu'elle contient,
- Des informations reçues par les capteurs,
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur

#### **III.4.2.1** **Automate Programmable Industriel**

Un automate programmable est un appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté. Dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel. En d'autres termes, un automate

## CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Parmi les caractéristiques d'un automate :

- il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
- il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.),
- et enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme fait en sorte que sa mise en œuvre et son exploitation ne nécessitent aucune connaissance en informatique.

### III.4.2.2 Structure matérielle des automates

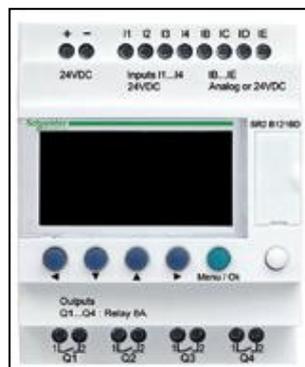
L'automate programmable industriel possède deux structures **externe** et **interne**.

#### A. Structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

##### ➤ **Automate compact**

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider...) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. [1]



**Figure III.2** Structure externe d'un automate compact.

# CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

## ➤ **Automate modulaire**

De type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.



**Figure III.3** Structure externe d'un automate modulaire.

## **B. Structure interne**

La structure interne d'un API est assez voisine de celle d'un système informatique simple, Les API comportent quatre parties principales :

- ✓ Une alimentation 230V AC, 50/60 Hz ; 24V (DC).
- ✓ Unité centrale (Processeur).
- ✓ Interfaces d'entrées / sorties.
- ✓ Mémoires.

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate [2]

# CHAPITRE III DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

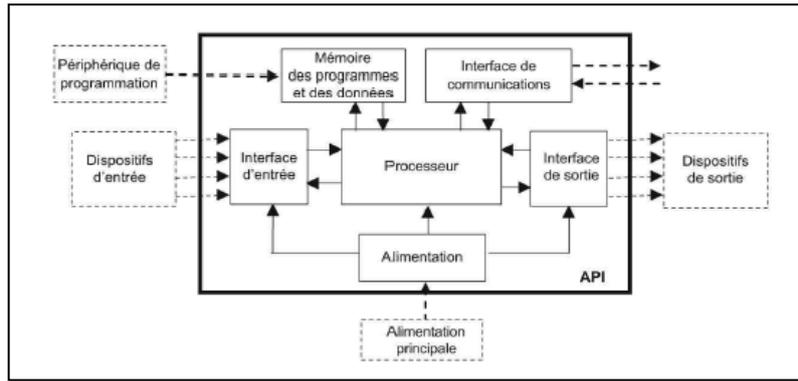


Figure III.4 Structure interne d'un automate.

## III.4.2.3 Description des éléments d'un API

- **L'alimentation**

L'unité d'alimentation est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative en une basse tension continue (5 V) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées-sorties.

- **Unité centrale (Processeur)**

Le CPU interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action.

- **Interfaces d'entrées / sorties**

Permettent au processeur de recevoir et d'envoyer des informations aux dispositifs extérieurs. Les entrées peuvent être des interrupteurs, des capteurs, des sondes de température, des débitmètres, etc.

Les sorties peuvent être des bobines de moteur, des électrovannes, etc. Les dispositifs d'entrées-sorties peuvent être classés en trois catégories, selon qu'ils produisent des signaux discrets, numériques ou analogiques

Les dispositifs qui génèrent des *signaux discrets* ou *numériques* sont ceux dont les sorties sont de type tout ou rien. Par conséquent, un interrupteur est un dispositif qui produit un signal discret : présence ou absence de tension. Les dispositifs *numériques* peuvent être vus comme des dispositifs discrets qui produisent une suite de signaux tout ou rien. Les dispositifs *analogiques* créent des signaux dont l'amplitude est proportionnelle à la grandeur de la variable surveillée. Par exemple, un capteur de température peut produire une tension proportionnelle à la température.

- **La mémoire**

## **CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE**

Contient le programme qui définit les actions de commande effectuées par le microprocesseur. Elle contient également les données qui proviennent des entrées en vue de leur traitement, ainsi que celles des sorties.

### **III.4.2.4 Principe général de fonctionnement d'un API :**

L'automate lit en grande vitesse des instructions du programme dans la mémoire et l'exécution du programme se fait en général ligne par ligne et d'une façon asynchrone.

Une des caractéristiques de l'automate est de fonctionner de façon cyclique. En effet avant d'exécuter quoi que ce soit, l'automate lit entièrement son programme dans un temps pratiquement inférieur à 10ms. et une fois l'exécution terminée recommence les mêmes opérations.

### **III.4.2.5 Programmation d'API**

La programmation d'un API consiste à traduire dans le langage spécialisé de l'automate, Parmi Les langages de programmation définis par la norme CEI 61131-3(Commission électrotechnique internationale) on cite quelques-uns des plus connus et plus utilisés :

- Langage à contacts (LADDER) ;
- Langage List d'instructions (Instruction List) ;
- Langage GRAFCET (Sequential Function Chart : SFC) ;
- Langage littéral structuré.

Généralement, les constructeurs d'API proposent des environnements logiciels graphiques pour la programmation.

### **III.4.2.6 Critères de choix de l'automate**

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. : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé
- Temps de traitement (scrutation).
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).

## **CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE**

- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...)
- Avoir les compétences et l'expérience nécessaire pour programmer la gamme d'automate.
- Le cout d'investissement, de fonctionnement, de maintenance de l'équipement.
- La qualité du service après-vente.

### **III.5 Présentation de l'automate Zelio SR2B121BD**

Conçus pour la gestion d'automatismes simples, les modules logiques Zelio Logic, alliant rapport qualité-prix et facilité d'utilisation, constituent une véritable alternative aux solutions basées sur la logique câblée ou sur les cartes spécifiques.

Simple à sélectionner, à installer et à programmer, les modules logiques Zelio Logic sont adaptés à l'ensemble des applications. Flexibles, ils donnent le choix entre deux gammes

- versions compactes à configurations fixes.
- versions modulaires permettant l'utilisation de modules d'extension, avec deux langages de programmation (FBD ou LADDER).

La programmation peut être effectuée soit de façon autonome en utilisant le clavier du module logique, soit par le logiciel Zelio Soft.[3]

#### **III.5.1 Principe de fonctionnement du Zelio logic**

La plus part des automates ont un fonctionnement cyclique. Le processeur est géré en fonction d'un programme qui est une suite d'instructions placées en mémoire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms). [21]

#### **III.5.2 Programmation de zelio logic**

La simplicité de leur programmation, soutenue par l'universalité des langages, satisfait aux exigences de l'automaticien et répond aux attentes de l'électricien. La programmation peut être effectuée :

## CHAPITRE III DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

- de façon autonome en utilisant le clavier du module Zelio Logic (langage à contacts),
- sur PC avec le logiciel "Zelio Soft 2". Sur PC, la programmation peut être réalisée soit en langage à contacts (LADDER), soit en langage blocs fonctions (FBD). [3]

### III.5.3 Choix de la CPU

Le système zelio logic à des déférentes CPU chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Les CPU's de l'automate Zelio logic sont données dans (Figure III.5).

Modules logiques compacts avec afficheur							
Nombre d'E/S	Entrées TOR	Dont entrées analogiques 0-10 V	Sorties à relais	Sorties à transistors	Horloge	Référence	Masse kg
<b>Alimentation ~ 24 V</b>							
12	8	0	4	0	Oui	SR2 B121B	0,250
20	12	0	8	0	Oui	SR2 B201B	0,380
<b>Alimentation ~ 100...240 V</b>							
10	6	0	4	0	Non	SR2 A101FU (1)	0,250
12	8	0	4	0	Oui	SR2 B121FU	0,250
20	12	0	8	0	Non	SR2 A201FU (1)	0,380
					Oui	SR2 B201FU	0,380
<b>Alimentation == 12 V</b>							
12	8	4	4	0	Oui	SR2 B121JD	0,250
20	12	6	8	0	Oui	SR2 B201JD	0,380
<b>Alimentation == 24 V</b>							
10	6	0	4	0	Non	SR2 A101BD (1)	0,250
12	8	4	4	0	Oui	SR2 B121BD	0,250
			0	4	Oui	SR2 B122BD	0,220
20	12	2	8	0	Non	SR2 A201BD (1)	0,380
		6	8	0	Oui	SR2 B201BD	0,380
		0	8	Oui	SR2 B202BD	0,280	

Figure III.5 Les références des modules d'automate Zelio.

Après avoir étudié notre système quand doit réaliser et après la comparaison entre les CPU disponibles, nous avons choisi la CPU SR2B121BD qui réponde à nos besoins (Figure III.6).

## CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE



Figure III.6 Automate Zelio SR2B121BD.

### III.6 Logiciel de Programmation Zelio :

#### III.6.1 Présentation logiciel Zelio soft 2

Le logiciel de programmation Zelio Soft 2 est conçu pour programmer les modules logiques de la gamme Zelio Logic. Zelio Soft 2 nous permet de choisir entre les langages de programmation, D'afficher les données du programme et des paramètres, de charger et télécharger des Applications, ainsi que d'imprimer la documentation de l'application.

#### III.6.2 Modes de programmation

##### III.6.2.1 Modules logique avec écran

Il existe deux manières d'aborder la programmation des modules logiques avec écran :

- A partir de la face avant du module logique
- A partir de l'atelier de programmation

##### III.6.2.2 Modules logique sans écran

Les modules logiques sans écran ne sont programmables qu'à partir de l'atelier de Programmation.

# CHAPITRE III DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

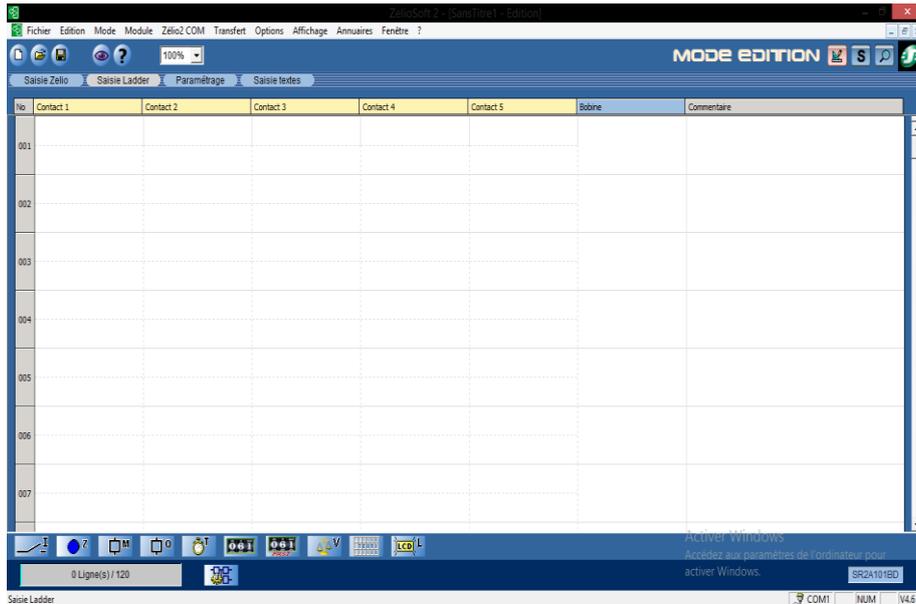


Figure III.7 Fenêtre principale de l'atelier de programmation.

## III.6.3 Langage de programmation

Le module logique propose 2 modes de programmation :

- Mode LD : langage à contacts
- Mode FBD : langage en blocs fonction

Ces langages mettent en œuvre :

- Des blocs fonction prédéfinis :
  - ✓ Temporisateurs
  - ✓ Compteurs
- ✓ Des fonctions spécifiques :
  - ✓ Gestion du temps
  - ✓ Chaines de caractères
  - ✓ Communication

### III.6.3.1 Langage à contacts

Le langage à contact (LD) est un langage graphique. Il permet la transcription de schémas à relais et il est adapté au traitement combinatoire.

Il fournit des symboles graphiques : contacts, bobine et blocs.

L'exécution de calculs spécifiques est possible à l'intérieur des blocs opération.

L'exemple suivant décrit un programme en langage à contacts dans Zelio Logic 2 :

# CHAPITRE III DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

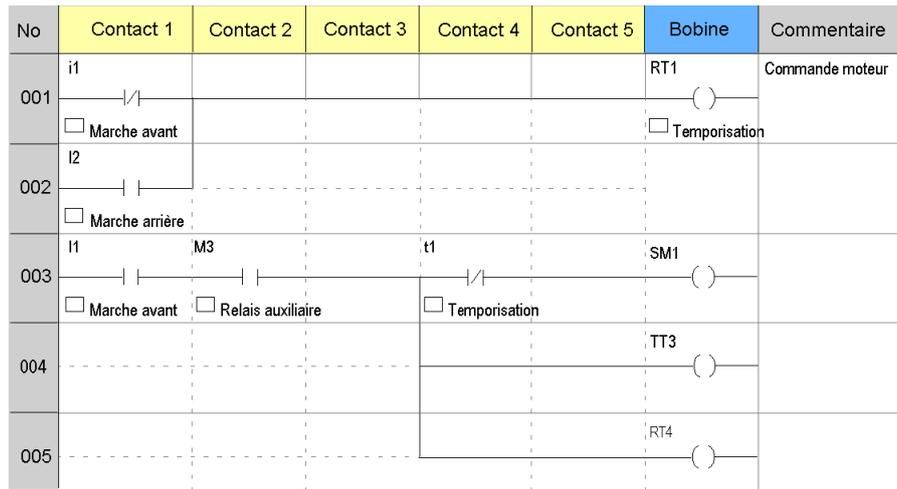


Figure III.8 Le Langage ladder sous le logiciel zelio.

## III.6.4 Mode de fonctionnement

L'atelier de programmation autorise deux modes de fonctionnement :

- **Mode saisie**

Le mode saisie sert à construire les programmes en langage LD ou FBD et correspond au développement de l'application.

- **Mode mise au point**

Ce mode permet de finaliser l'application. Cette opération peut s'effectuer :

- 1) En mode simulation :

Le programme est exécuté en local directement dans l'atelier de programmation (simulé sur le PC), Dans ce mode, chaque action sur le graphe (changement d'état d'une entrée, forçage d'une sortie) met à jour les fenêtres de simulation.

- 2) En mode monitoring :

Le programme est exécuté sur le module logique et l'atelier de programmation est connecté au module. Les différentes fenêtres sont mises à jour cycliquement.

Dans ces deux modes, il est possible :

- ✓ D'afficher dynamiquement (dans les fenêtres Edition/Supervision/Face avant) l'état des sorties et les blocs fonction du programme correspondant à la feuille de câblage ;
- ✓ De forcer les entrées/sorties pour tester le comportement du programme dans des conditions particulières

## CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

### III.6.5      Création ou modification de configuration d'une application

#### III.6.5.1 Option choix du module/programmation

Dans le menu **Module**, l'option **Choix du module/programmation** permet de modifier le module et/ou le type d'extension lorsqu'une application est ouverte en mode édition. si vous modifiez aussi le type de programmation d'une application ouverte en mode édition, l'application doit être fermée et nous devons en créer une autre (programme utilisateur).

Cette option affiche une succession de trois pages dans une boîte de dialogue :

- Le premier permet de choisir le type de module
- Le deuxième permet d'ajouter une extension, si nécessaire
- La troisième permet, le cas échéant, de choisir le type de programmation utilisé pour la nouvelle application, FBD ou LD (type par défaut), si le module est compatible avec ces deux types de programmation

#### III.6.5.2 Création d'une application

Procédure de création d'une application :

Pas	Action
1	nous sélectionnons le menu <b>Fichier</b> → <b>Nouveau</b> ou cliquons sur l'icône <b>Créer un nouveau programme</b> lors du lancement de Zelio Soft 2. <b>Résultat</b> : la fenêtre Choix du module apparaît.
2	Dans la zone nous sélectionnons la catégorie du module, sélectionner la catégorie en cliquant sur la case correspondante. Les modules sont regroupés en catégories correspondant : <ul style="list-style-type: none"><li>• aux nombres d'entrées/sorties</li><li>• à la présence ou non d'afficheur</li><li>• à la possibilité ou non de connecter des extensions.</li></ul>
3	nous sélectionnons le module en cliquant sur la ligne correspondante puis nous validons à l'aide du bouton <b>Suivant</b> <b>Résultat</b> : cette étape nous ouvre trois possibilités : <ul style="list-style-type: none"><li>• le module ne prend pas en charge les extensions et la programmation est disponible uniquement en mode LD puis nous passons à l'étape 7</li><li>• Le module ne prend pas en charge les extensions et la programmation est disponible dans les modes LD et FBD puis nous passons à l'étape 6</li><li>• Si le module prend en charge les extensions deux nouvelles zones apparaissent dans la fenêtre :<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Choix du module : cette zone résume les choix effectués aux étapes 2 et 3</li><li>✓ Nous sélectionnons les extensions : cette zone récapitule les extensions compatibles</li></ul></li></ul>

## CHAPITRE III DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

4	Dans la zone <b>Sélectionner les extensions</b> , nous sélectionnons le type d'extension à ajouter dans la liste <b>Extensions compatibles</b> , en double cliquant sur la ligne correspondante ou en utilisant le bouton <b>Ajouter</b>
5	Nous validons la configuration en cliquant sur le bouton <b>Suivant</b> la zone <b>Sélectionner le type de programmation</b> apparaît
6	Par défaut, le type de programmation est LD, pour choisir le type de programmation FBD, cliquons sur le graphique associé. Cliquons sur le bouton <b>NEXT</b> pour valider
7	La fenêtre d'édition apparaît avec une feuille de câblage vierge. <b>Pour une application en mode FBD</b> Lorsque le type de module et une extension sont sélectionnés comme contexte, un arrière-plan graphique s'affiche dans la fenêtre <b>Edition</b> avec certaines E/S disposées à sa périphérie et un ensemble spécifique de fonctions FBD apparaît dans la barre d'outils. Les noms du module et des extensions sont affichés au-dessous de la feuille de câblage <b>Pour une application en mode LD</b> Lorsque le type de module et une extension sont sélectionnés comme contexte, plusieurs fonctions LD apparaissent dans la barre d'outils. Les noms du module et des extensions sont affichés au-dessous de la feuille de câblage

Tableau III.1 Création d'une application.

### III.6.5.3 Modification de la configuration d'une application

Pas	Action
	Nous cliquons sur le menu <b>Module</b> → <b>Choix de module/programmation</b> La fenêtre récapitulative et de choix du type de programmation apparaît à l'écran
2	Nous Modifions les paramètres pour obtenir la configuration désirée pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nous Modifions le type de module, double clic sur le bouton <b>Précédent</b>, puis procédons nous comme pour la création d'une application.</li> <li>• Nous ajoutons, modifier ou supprimer une extension, double-cliquez sur le bouton <b>Précédent</b>, puis nous procédons comme pour la création d'une application.</li> <li>• Nous Modifions le type de programmation, nous cliquons sur l'illustration représentant le type de programmation souhaité</li> </ul>
3	Nous continuons, au besoin, jusqu'à la page récapitulative et

## CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE

	le choix du type de programmation en cliquant sur <b>Suivant</b>
4	Nous validons les modifications en cliquant sur le bouton <b>Suivant</b> , une feuille de câblage vide apparait sur la page.

**Tableau III.2** modification de la configuration d'une application.

### III.6.6      **Comment exécuter un programme en mode simulation**

Après que nous avons créé un schéma dans la feuille de câblage ou à l'aide de la **Saisie Zelio** en mode LD, nous cliquons sur l'icône **Simulateur**  dans la barre d'outils.

Pour mettre fin à la simulation et retourner au mode Edition, nous cliquons sur l'icône **Edition** .

Un clic sur l'icône Simulateur  permet d'afficher la barre d'outils **MODE SIMULATION** et un ensemble d'icônes représentant les fonctions disponibles en mode simulation. Les fenêtres suivantes peuvent être affichées (ou seulement certaines d'entre elle) :

- A l'aide du menu **Fenêtre**.
  - ✓ La fenêtre **Edition**.
  - ✓ La fenêtré **supervision**.
  - ✓ La fenêtre de simulation de la face avant du module logique.
- A l'aide de la barre d'icônes située en bas de la fenêtre :
  - ✓ La fenêtre temps de simulation.
  - ✓ La fenêtre blocs fonctionnels (application en mode LD uniquement).
  - ✓ La fenêtre entrées TOR (application en mode LD uniquement)
  - ✓ La fenêtre touches ZX (application en mode LD uniquement)
  - ✓ La fenêtre sorties TOR (application en mode LD uniquement).

## III.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons définir le système automatisé et parler sur sa structure, nous avons aussi présenté l'outil de programmation utilisé qui est l'automate zelio SR2B121BD son principe de programmation.

## **CHAPITRE III      DESCRIPTION DE LA PARTIE COMMANDE**

Nous avons parlé sur le langage de utilisé et le logiciel de programmation zelio soft et les différentes étapes pour commander notre projet.

---

# **Chapitre IV**

## **LA SIMULATION**

---

## IV.1 Introduction

Notre but est de réaliser une remplisseuse automatique des produits liquide, ce chapitre présente toute la structure technique de la partie commande, la partie opérative et l'armoire électrique ainsi une simulation qui concerne ces parties structurées.

## IV.2 Description des matériels utilisés dans l'armoire électrique

### IV.2.1 Les contacteurs

#### IV.2.1.1 Définition

Les contacteurs commandent la mise sous tension et hors tension des équipements électriques de puissance, principalement les moteurs. En fonction des besoins, les contacteurs peuvent être commandés localement ou à distance depuis un simple bouton-poussoir, un relais ou encore un automate programmable. [14]

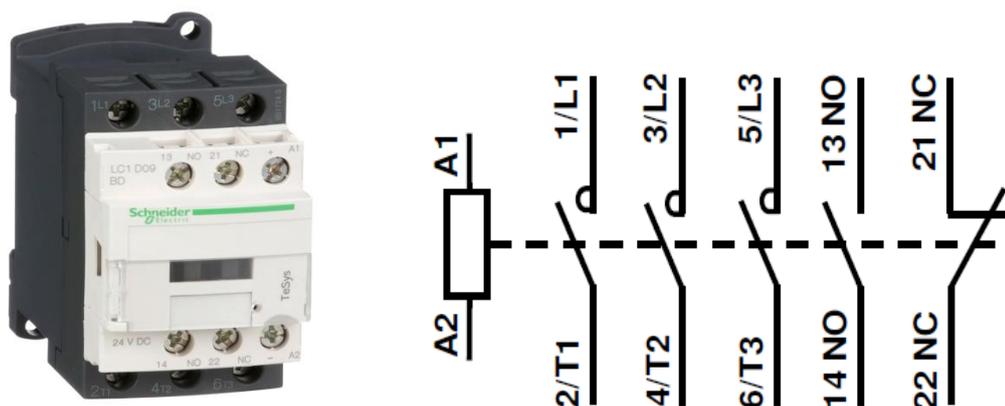


Figure IV.1 Image et symbole d'un contacteur.

#### IV.2.1.2 La constitution d'un contacteur

Le contacteur dispose de contacts de puissance appelés pôles principaux qui assurent la commande des actionneurs (moteurs ou autres récepteurs) et d'éventuels contacts auxiliaires normalement ouverts NO, (NO: Normally Open, aussi dit à fermeture) ou normalement fermés NF (NC: Normally Close, aussi dit à ouverture). Les contacts auxiliaires ne servent que dans le circuit de commande, ils ne peuvent commuter que de faible courant.

Il est possible d'ajouter un bloc auxiliaire qui contient

- Des contacts temporisés au travail. Le contact est actionné après la mise sous tension de la bobine et écoulement de la durée définie sur l'appareil
- Des contacts temporisés au repos
- Des contacts auxiliaires non temporisés. [9]

## IV.2.1.3 Fonctionnement d'un contacteur

Les contacteurs fonctionnent comme des interrupteurs mécaniques dont la commande n'est pas effectuée manuellement mais électriquement. Pour cela, ils mettent en œuvre une bobine qui, lorsqu'elle est alimentée par un courant électrique, génère un champ magnétique qui est utilisé pour actionner mécaniquement des contacts.

### IV.2.1.4 Caractéristique principale

- Intensité maximale supportée par les pôles de puissance
- Tension maximum d'isolement entre les pôles de puissance
- Nombre de pôle de puissance (tripolaire ou tétrapolaire)
- Nombre de contact de commande et type (ouverture ou fermeture)
- Tension de la bobine de commande

### IV.2.1.5 Critères de choix d'un contacteur

- ✓ La tension d'alimentation de la bobine du contacteur (12V à 400V; alternatif ou continu).
- ✓ La tension d'alimentation du récepteur.
- ✓ Nombre de contacts de puissances (1, 2, 3, 4).
- ✓ La puissance consommée par le récepteur.
- ✓ Pouvoir de coupure, courant maximal que le contacteur peut supporter.[14]

### IV.2.1.6 Avantage

Le contacteur présente un grand nombre d'avantages et permet en particulier :

- D'interrompre des courants monophasés importants en agissant sur un auxiliaire de commande parcouru par une faible intensité.
- D'assurer aussi bien un fonctionnement intermittent qu'un service continu.
- D'effectuer une commande manuelle ou automatique à distance à l'aide de fils de faible section, d'où réduction importante de la longueur des câbles « puissance » utilisés.
- De multiplier les postes de commande et de les placer à proximité de l'opérateur.
- Assure lors d'une interruption momentanée du courant, la sécurité du personnel contre les démarrages intempestifs (au moyen d'une commande par bouton-poussoir à impulsion).
- Protège le récepteur contre les chutes de tension importante (ouverture instantanées en dessous d'une tension minimale). [9]

## IV.2.2 Les disjoncteurs

### IV.2.2.1 Le rôle d'un disjoncteur

Un disjoncteur est un dispositif électromécanique présent dans n'importe quelle installation, chargé de couper le courant en cas de court-circuit ou de surintensité par ouverture rapide du circuit en cas de défaut. Placé au bout du tableau électrique, il est le point d'arrivée et de sortie de tous les fils électriques alimentant les autres appareils.

### IV.2.2.2 Le fonctionnement du disjoncteur

Dans un circuit électrique, chaque élément est prévu pour supporter une intensité déterminée. En cas de dépassement le disjoncteur intervient. Il fonctionne avec une bobine qui crée un champ magnétique pour ouvrir les contacts du disjoncteur en cas de surintensité. Il comprend aussi un mécanisme thermique, où un bilame en métal se déforme progressivement quand la chaleur augmente et finit par provoquer l'ouverture du circuit. Le disjoncteur peut en outre être actionné manuellement en le mettant en position « off », pour éviter de s'électrocuter. [15]

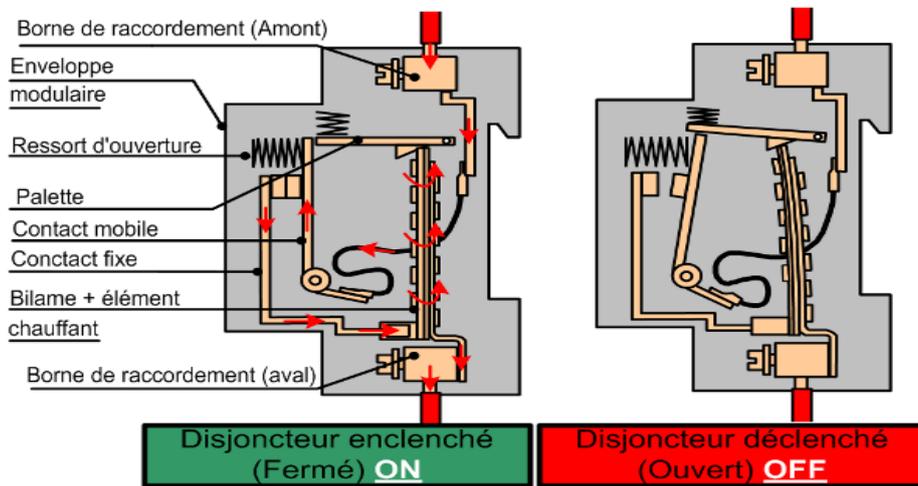


Figure IV.2 Déclenchement d'un disjoncteur.

### IV.2.2.3 Caractéristiques fondamentales d'un disjoncteur

Les caractéristiques fondamentales d'un disjoncteur sont :

- ✓ la tension assignée d'emploi ( $U_e$ ).
- ✓ le courant assigné d'emploi ( $I_n$ ).
- ✓ les courants de réglage des déclencheurs de protection contre les courants de surcharge ( $I_r$  ou  $I_{rth}$ ) et de court-circuit ( $I_m$  ou  $I_{sd}$  et  $I_i$ ).
- ✓ le pouvoir de coupure industriel ou domestique ( $I_{cu}$  ou  $I_{cn}$ ). [17]

## IV.2.2.4 Les différents types des disjoncteurs

- ✓ **Les disjoncteurs magnétiques** : assure une protection contre les courts circuits.
- ✓ **Les disjoncteurs magnétothermiques** : assure une protection du moteur contre les surcharges et les courts circuits.
- ✓ **Les disjoncteurs différentiels** : *un disjoncteur différentiel interrompt l'alimentation en cas de fuite de courant dans une installation. Il possède donc un interrupteur différentiel, dont ne dispose pas un disjoncteur classique. il protège aussi les personnes. Il est considéré qu'une sensibilité de 30 mA (qui sera l'intensité maximale reçue lors de la manipulation d'un appareil défectueux) prévient le risque d'électrocution.*
- ✓ **Les disjoncteurs magnétothermiques différentiels** : assure la protection contre les surcharges, les courts circuits et la protection des personnes. [17]

## IV.2.2.5 Choix d'un disjoncteur

Parmi les critères de choix on site :

- Nombres des pôles ou connexion.
- Type de disjoncteur.
- La courbe **B, C, D, K**.
- La tension nominal **Un**
- Le courant nominal **In**
- Le courant du court-circuit **Iu** [17]

## IV.2.2.6 Courbes de déclenchement normalisé

Type de courbe	Réglage du déclencheur magnétique		Application
	$I_{min}$	$I_{max}$	
B	$3.2I_n$	$4.8I_n$	Grandes longueurs de câbles
C	$7I_n$	$10I_n$	Récepteurs classiques
D ou K	$10I_n$	$14I_n$	Fort appel de courant
MA	$12I_n$		Démarrateur de moteur
Z	$2.4I_n$	$3.6I_n$	Electronique

Tableau IV.1 Type de courbe de déclenchement avec leur application.

## IV.2.3 Boutons arrêt d'urgence

## IV.2.3.1 Définition

Un bouton-poussoir d'arrêt d'urgence est une commande de commutation, ou interrupteur, qui assure un arrêt complet sécurisé des machines et la sécurité des personnes qui les utilisent. Le but du bouton-poussoir d'urgence est d'arrêter l'installation rapidement lorsqu'un risque de blessure survient ou lorsque le flux de travail requiert l'arrêt de l'alimentation électrique. [18]



Figure IV.3 Bouton d'arrêt d'urgence.

## IV.2.3.2 Types de boutons d'arrêt d'urgence

Les trois boutons d'arrêt d'urgence les plus communs diffèrent par leur méthode de réinitialisation :

- **Push-pull** : le bouton est poussé pour arrêter et relâché en tirant en arrière.
- **Relâchement par torsion** : le bouton est poussé pour arrêter et relâché par torsion.
- **Relâchement par clé** : le bouton est poussé pour arrêter et relâché à l'aide d'une clé.

Le mode de fonctionnement normal de l'interrupteur est le plus fréquemment **NF** (ou NC) mais il en existe aussi en NO et avec plusieurs contacts pour offrir une solution de contrôle sur des lignes d'automatisme plus complexes [18]

## IV.2.4 Le bouton poussoir

### IV.2.4.1 Définition

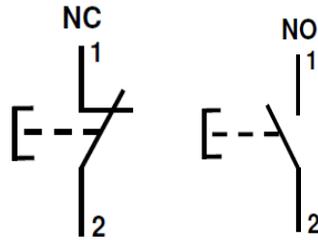
C'est un appareil qui a le rôle de l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique, dès qu'on le relâche il revient à sa position initiale

Il existe de type de boutons poussoir, normalement ouvert (NO) et normalement fermé (NC)



**Figure IV.4** Bouton poussoir.

**IV.2.4.2 Symbole**



**Figure IV.5** Symbole des boutons poussoirs à ouverture (NO) et à fermeture (NC).

**IV.2.5 Conducteur électrique**

**IV.2.5.1 Définitions**

Un conducteur électrique est un matériau qui conduit l'électricité. On le caractérise par sa capacité à transporté l'énergie électrique, sa résistance, sa conductivité et sa densité Dans le domaine de l'électricité, on distingue 2 types de conducteurs électriques :

- a) **Le fil électrique** : Le fil électrique est constitué d'une âme conductrice rigide ou souple et Une enveloppe isolant



**Figure IV.6** fil électrique.

- b) **Le câble électrique** : il est formé de plusieurs fils réunis ensemble dans une gaine protectrice simple ou double. On parle également de câble multipolaire. Le nombre de fils contenu dans un câble dépend du diamètre est de l'usage du câble. Ce nombre peut varier de 2 à 5 fils. [19]



Figure IV.7 Câble électrique.

### IV.2.5.2 Section de conducteur électrique

Le bon fonctionnement d'un équipement électrique est lié à une alimentation présentant une tension adéquate cette alimentation doit posséder une section limitant les chutes de tension en ligne.

La norme NF C 15-100 définit pour chaque usage une section de conducteurs (en  $\text{mm}^2$ ) adaptée à l'intensité du courant (en ampères) que doit supporter le circuit.[20]

Plus l'intensité est élevée, plus la section est importante :

- **Pour un circuit de puissance :**
  - ✓ **10 A** section de fil **1,5  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **16 - 20 A** sections de fil **2,5  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **25 A** section de fil **4  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **32 A** section de fil **6  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **40 A** section de fil **10  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **63 A** section de fil **16  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **63 A** section de fil **25  $\text{mm}^2$**
  
- **Pour un circuit de commande :**
  - ✓ **10 A** section de fil **0,5  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **16 - 20 A** sections de fil **0,75  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **25 A** section de fil **1  $\text{mm}^2$**
  - ✓ **32 A** section de fil **1.5  $\text{mm}^2$**

### IV.2.5.3 Respecter les couleurs

Chaque teinte définit ainsi la fonction de chaque fil électrique afin que toutes les personnes voulant intervenir sur une installation électrique sachent quel est le câble qui correspond à :

- ✓ La phase
- ✓ Le neutre
- ✓ La terre

<b>Fil électrique Rouge, Marron ou Noir</b>	La Phase	Fil qui permet l'alimentation électrique de l'installation
<b>Fil électrique Bleu</b>	Le Neutre	Fil qui mesure la consommation et permet le déclenchement du disjoncteur
<b>Fil électrique Jaune ou Vert</b>	La Terre	Fil qui ne conduit pas d'électricité et qui permet la protection de l'habitat

**Tableau IV.2** Les couleurs des fils.

### **IV.3 Description du schéma de puissance**

Dans notre schéma de puissance on a un branchement qui concerne l'alimentation 220 VAC, un disjoncteur différentiel bipolaire, un contacteur de puissance Km1, un disjoncteur moteur (relais magnétothermique) et un bouton d'arrêt d'urgence

Un branchement de 24 VDC qui est constitué d'un bouton poussoir marche, bouton d'arrêt, des voyants (orange, vert et jaune), un API zelio logic, le contact de la bobine KA1 du contacteur de puissance, une bobine EV1 du distributeur pneumatique 4/2,

Un branchement de la source d'air constitué d'une unité FRL (Filtre, Régulateur, Lubrificateur), un distributeur et un vérin rotatif.

## IV.4 Schéma structurel

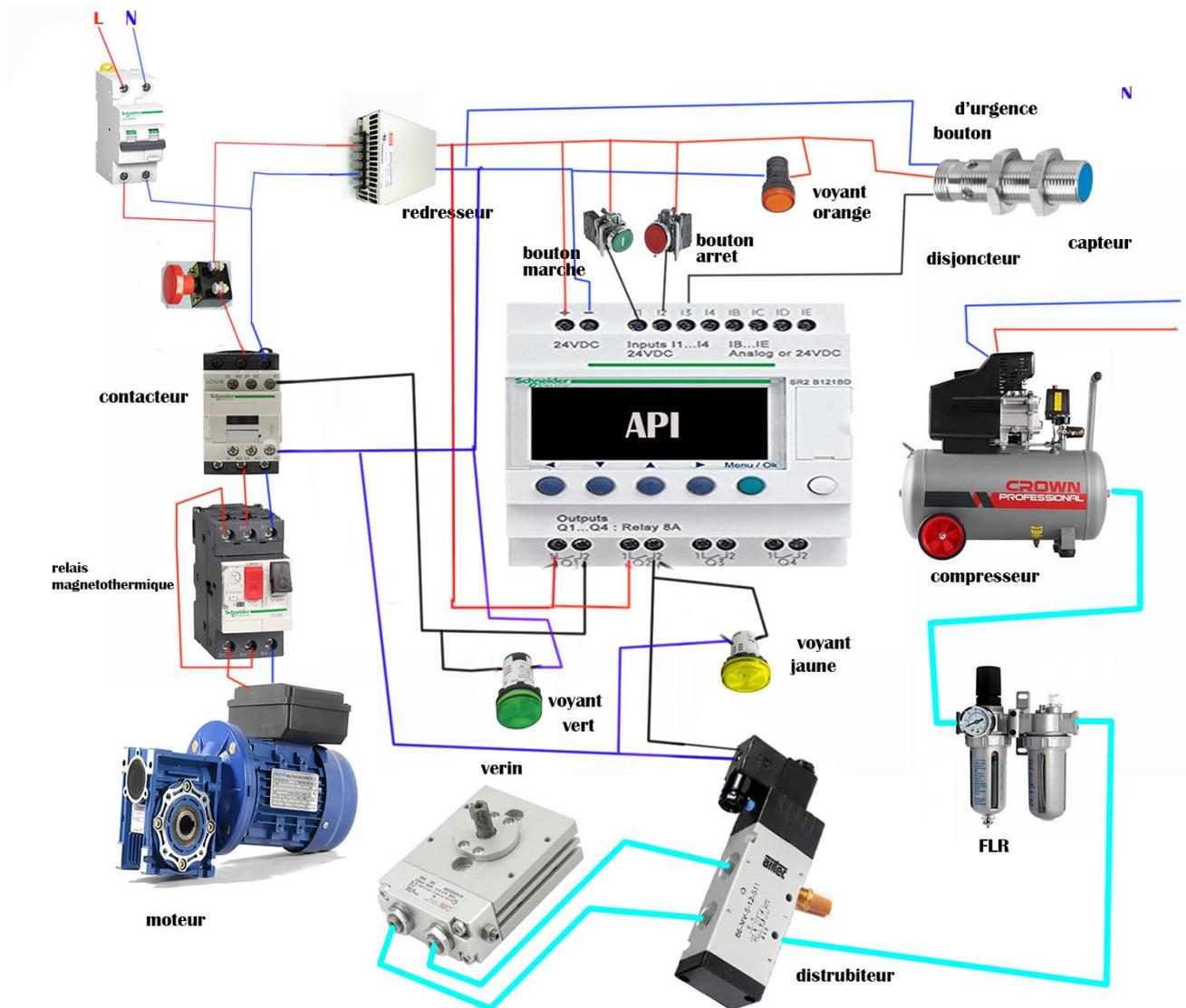
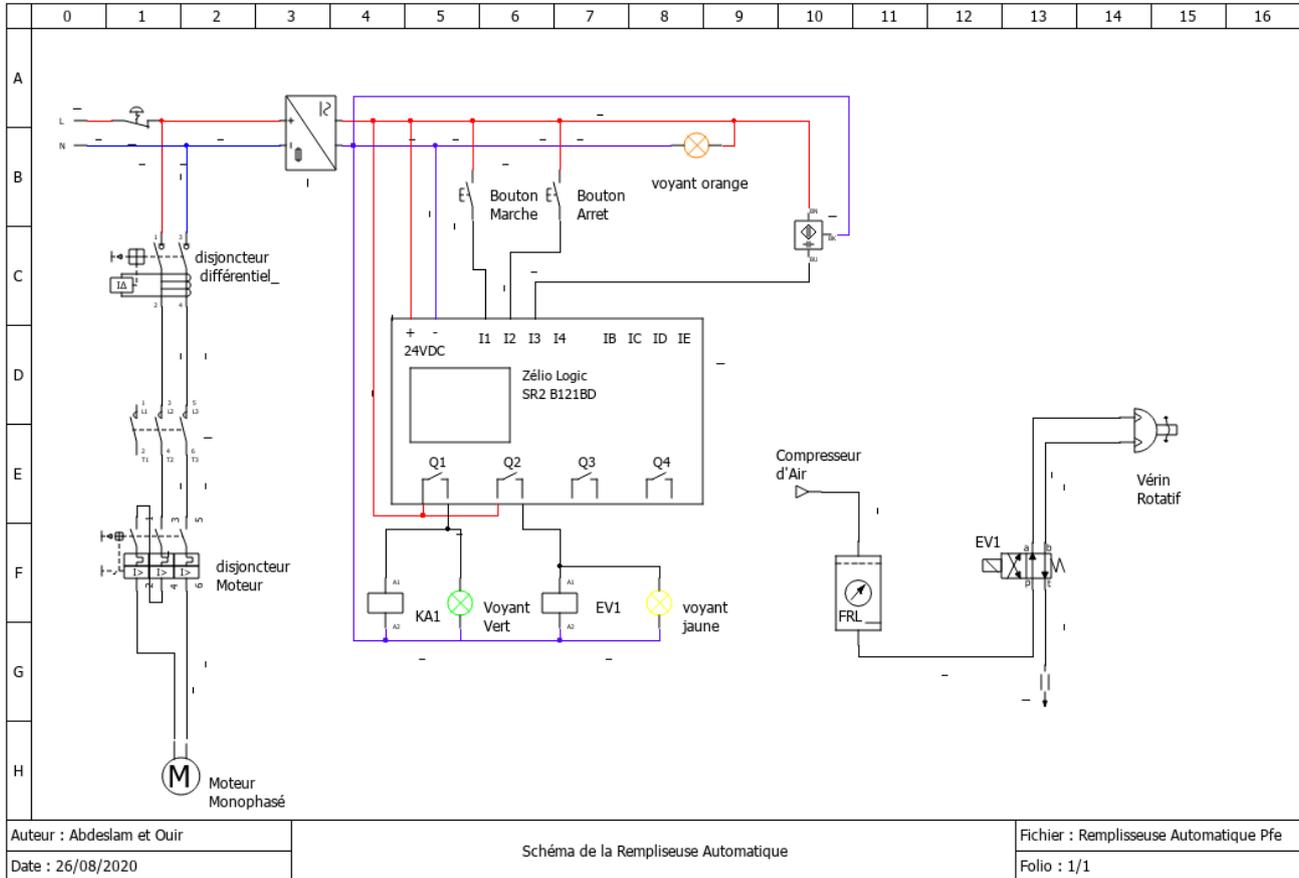


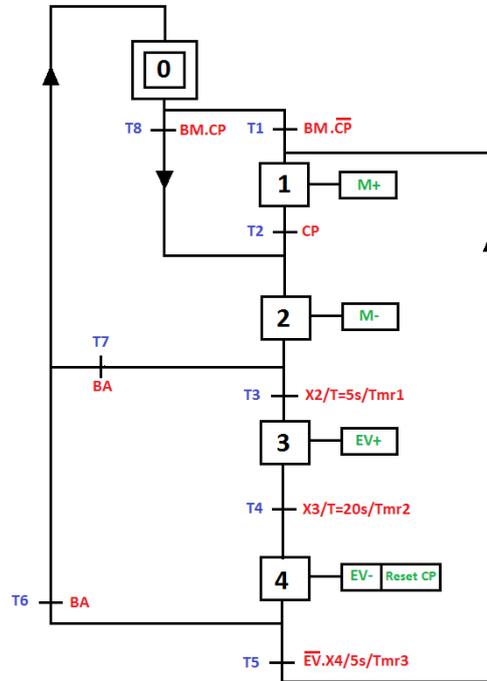
Figure IV.8 Schéma structurel de notre remplisseuse.

## IV.5 Schéma électrique



**Figure IV.9** Schéma électrique de notre remplisseuse.

IV.6 Grafcet de notre machine



IV.6.1 Développement des équations

a) Franchissement des transitions

- ✓  $T1 = X0 . BM . \overline{CP}$
- ✓  $T2 = X1 . CP$
- ✓  $T3 = X2 . Tmr1$
- ✓  $T4 = X3 . Tmr2$
- ✓  $T5 = X4 . Tmr3$
- ✓  $T6 = X4 . BA$
- ✓  $T7 = X2 . BA$
- ✓  $T8 = X0 . BM . CP$

b) Les étapes :

- ✓  $X0 = T6 + T7 + \overline{T8} . \overline{T1} . X0$
- ✓  $X1 = T1 + T5 + X1 . \overline{T2}$
- ✓  $X2 = T2 + T8 + X2 . \overline{T3} . \overline{T7}$
- ✓  $X3 = T3 + X3 . \overline{T4}$
- ✓  $X4 = T4 + X4 . \overline{T5} . \overline{T6}$

c) les actions

- ✓  $X1 = M+$
- ✓  $X2 = M-$

- ✓ X3= EV+
- ✓ X4= EV - /Reset CP

## IV.7 Caractéristique des différents composants utilisés

### IV.7.1 L'armoire électrique (partie puissance)

Matériels	Caractéristiques
	<p>Bouton poussoir</p> <p>Courant nominal : 3A Tension nominale : 240 V</p>
	<p>Bouton arrêt d'urgence</p> <p>Courant nominal : 3A Tension nominale : 240 V</p>
	<p>Voyants signalétiques</p> <p>Tension : AC/DC 24DC Courant : ≤ 20 mA Puissance nominale : 0.5 W</p>
	<p>Convertisseur AC/DC</p> <p>AC 110-220V 24V 2A 48W</p>
	<p>Disjoncteur différentiel</p> <p>Nombres des pôles : 2 pôles Courbe : D <b>Calibre : 16 A</b> Pouvoir de coupure : 6 KA</p>

	<p><b>Disjoncteur moteur</b>                  Puissance : 0.37-0.75 kW.                  Nombre de pôles: 3P.                  Courant assigné nominal : 2.5A                  Tension assignée d'emploi Ue: 230/690 V                  Calibre du courant de réglage thermique à 30° : 1,6/2,5 A</p>
	<p><b>Contacteur</b>                  Bobine : <b>24 DC</b>                  Contacts de puissances : <b>3 p</b>                  Contacts auxiliaires : <b>1 NO</b>                  La tension : <b>400VAC</b>                  La puissance : <b>5.5 KW</b>                  Pouvoir de coupure : <b>10KA</b>                  Courant : <b>25 A</b></p>
	<p><b>Fil électrique</b>                   Taille :                  1 mm<sup>2</sup> (pour la commande)                  1.5 mm<sup>2</sup> (pour la puissance)</p>
	<p><b>Bornier électrique</b>                   Taille : 2.5 mm<sup>2</sup>                  Courant : 20 A                  Tension : 600 V</p>
	<p><b>Goulotte</b>                   Matériel : PVC rigide                  Résistance à la chaleur continue : jusqu'à + 60 °C.                  Taille : 40 × 24 mm</p>

**Tableau IV.3** Les Caractéristique des matériels utilisés dans la partie puissance.

## IV.7.2 Partie opérative

Matériels	caractéristiques
	<p><u>Capteur de proximité capacitif</u></p> <p>Tension : 24V DC                      Distance de détection : 0-10mm                      Courant : 300mA                      Nombre de fil : 3 PNP</p>
	<p><u>Unité FRL</u></p> <p>Filtre à air                      Lubrificateur d'air                      Régulateur de pression</p>
	<p><u>Distributeur pneumatique</u></p> <p>Type: 4/2                      Stabilité : monostable                      Bobine : 24 DC                      Pression : 10 bar</p>
	<p><u>Vérin rotatif à pignon-crémaillère assemblé avec une vanne papillon</u></p> <p>Type de vérin : rotatif                      Effet : double effet                      Pression : 10 bar                      Diamètre de la tige : 32 mm</p>
	<p><u>Moteur réducteur asynchrone monophasé</u></p> <p>Diamètre de sortie arbre creux : 42mm                      Réduction : I=100                      Réducteur : RSTV110                      Moteur 1500 tr/min monophasé 220V 1CV - 0,75KW                      Engrenages : à vis sans fin                      Facteur de service: 1,5                      Taille: 15 tr/min de sortie</p>

**Tableau IV.4** Les Caractéristique des matériels utilisés dans la partie opérative.

**IV.8 Partie simulation****IV.8.1 La simulation du programme à l'aide du logiciel Zelio**

La programmation est faite par le logiciel Zelio soft avec le module SR2B121BD pour la commande de notre machine.

Les caractéristiques du module choisis :

- ✓ Alimentation : 24VDC
- ✓ Entrées Tout ou Rien : 4 TOR
- ✓ Entrées Mixtes TOR/Analogique : 4 (0-10V)
- ✓ Sorties Tout Ou Rien : 4 Relais
- ✓ Écran Clavier : Oui
- ✓ Horloge : Oui
- ✓ Langue : LD/FBD
- ✓ Référence : SR2B121BD

**IV.8.2 Adressage de notre programme**

La partie de commande de notre projet est constituée par :

<b>L'adresse physique</b>	<b>Commentaire</b>
<b>I1</b>	Bouton marche
<b>I2</b>	Bouton arrêt
<b>I3</b>	Capteur
<b>Q1</b>	Bobine contacteur
<b>Q2</b>	Bobine distributeur

**Tableau IV.5** Adresse physique et le commentaire.

## a. Ouverture d'un nouveau fichier dans le logiciel zelio

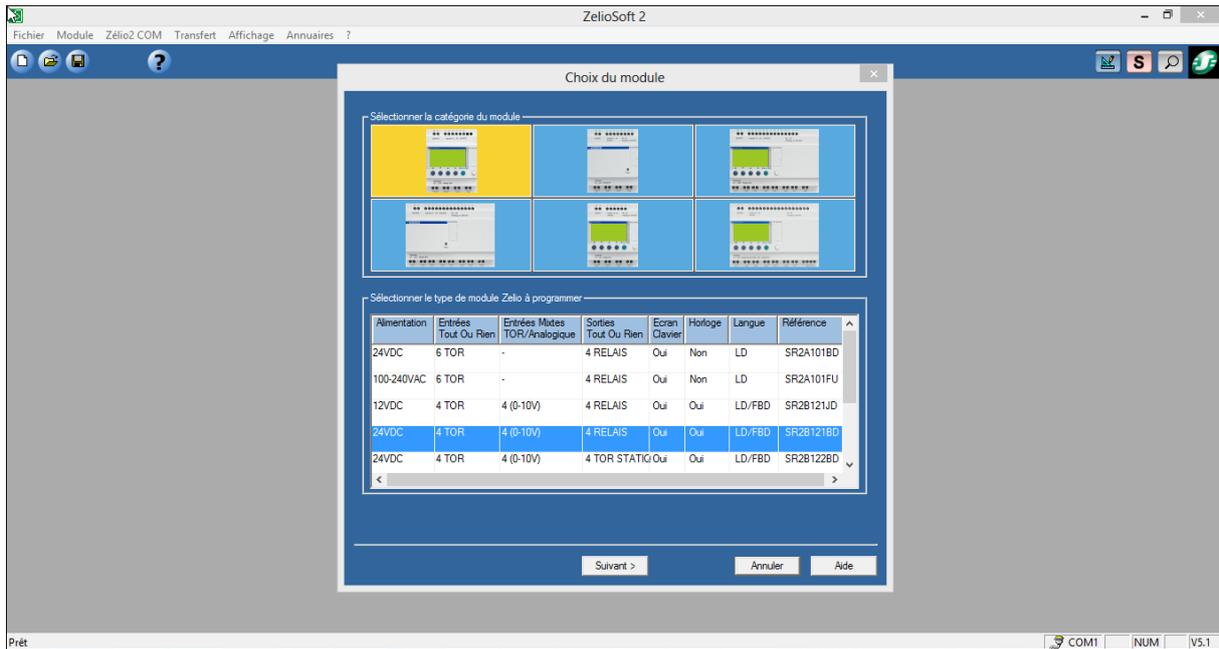


Figure IV.10 Fenêtre du logiciel Zelio.

## b. Le choix du module SR2B121BD

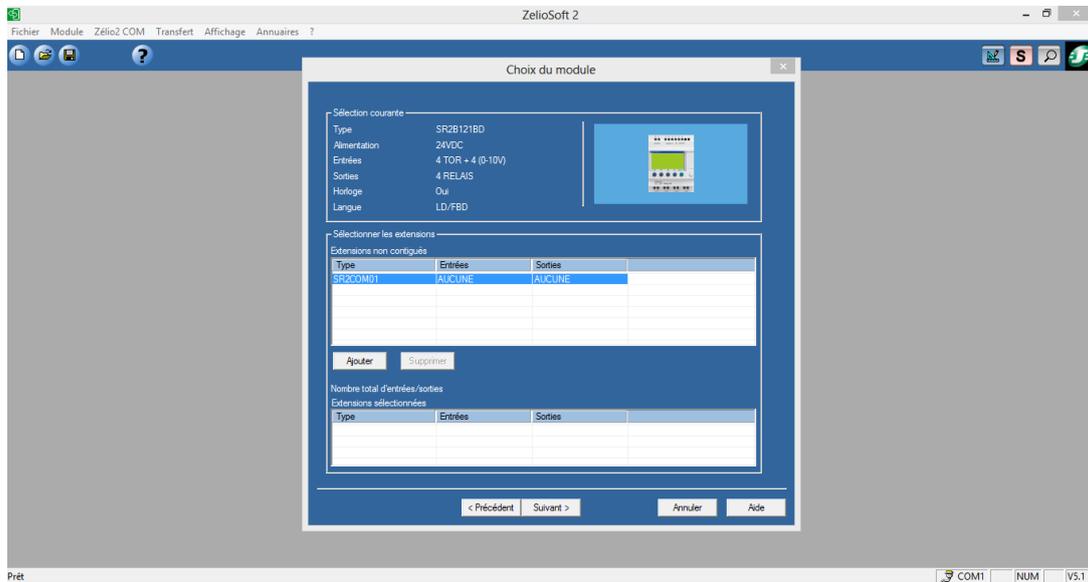


Figure IV.11 Choix du module dans Zelio soft.

## c. Le choix du type de programmation

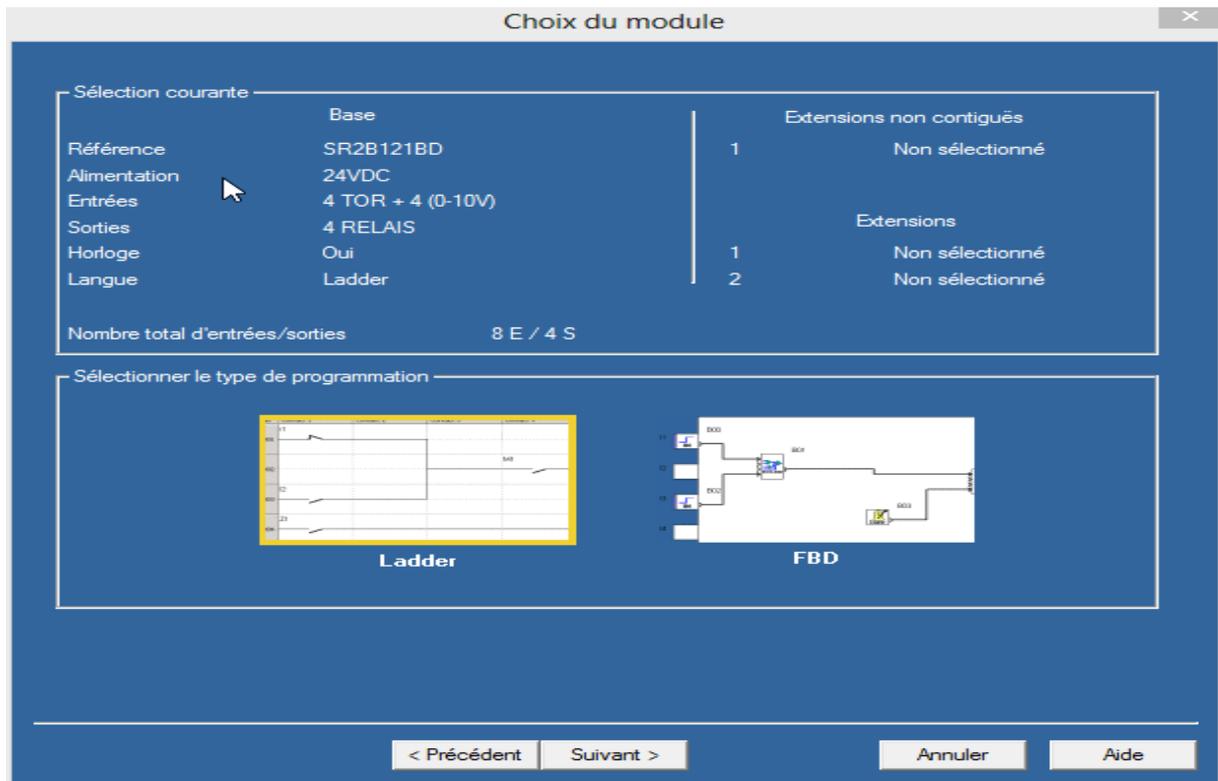


Figure IV.12 Choix du langage de programmation dans Zelio soft.

## d. La saisie du programme

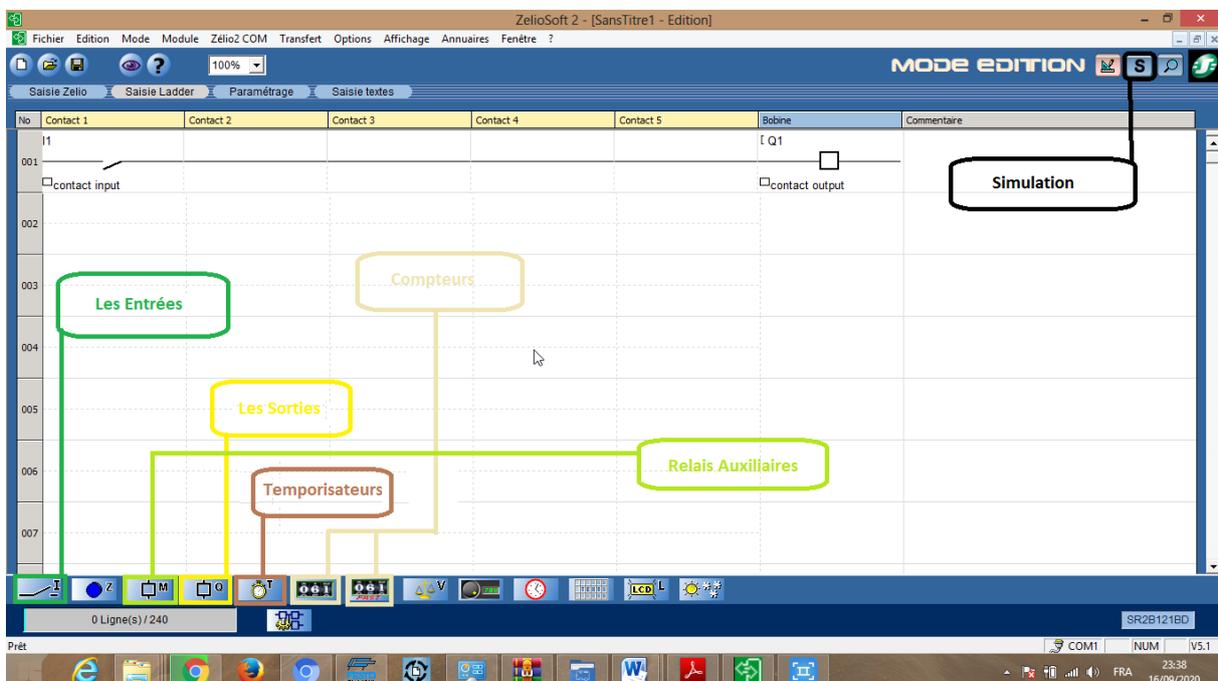
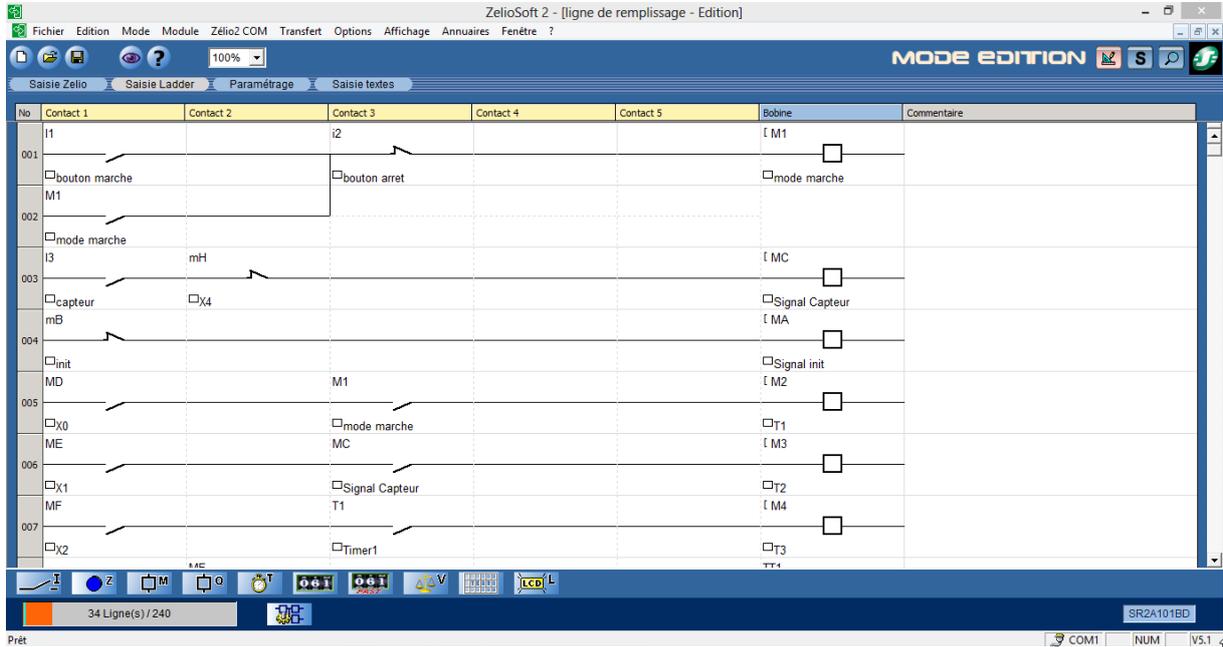


Figure IV.13 Les outils de programmation dans Zelio soft.

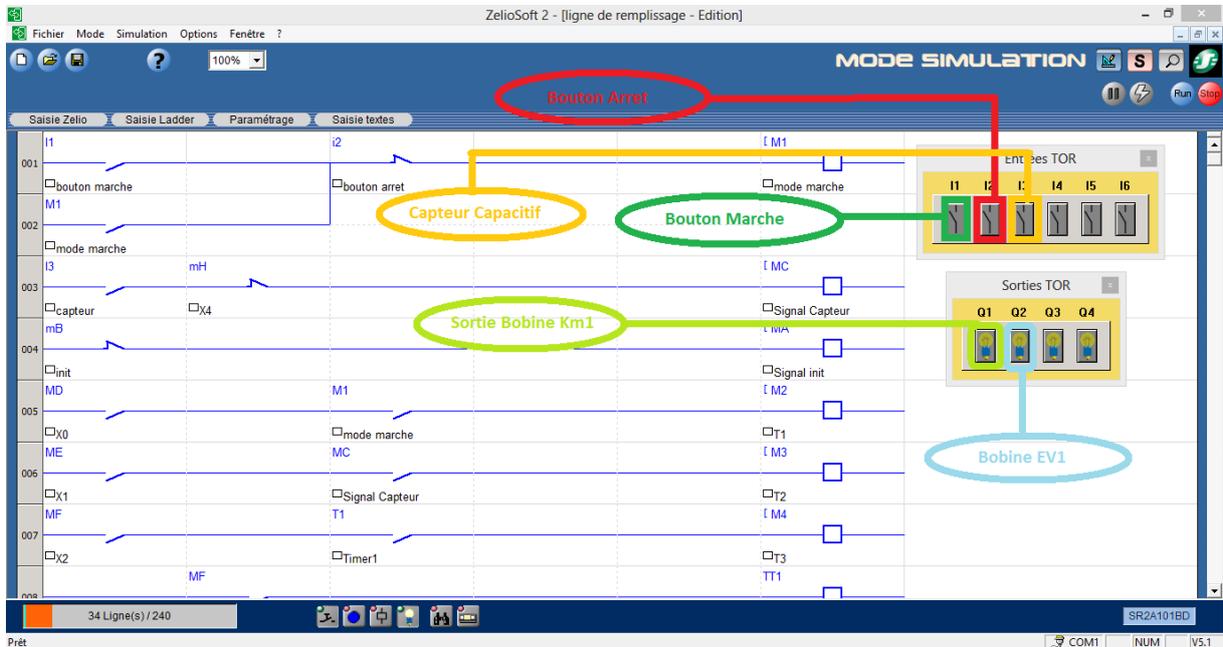
## e. Programmation de notre ligne de remplissage



**Figure IV.14** Programme de notre remplisseuse en ladder.

## f. Simulation de notre programme :

- ✓ Dès en clic sur le simulateur les fenêtres des entrées/sortie s'affichent



**Figure IV.15** Les fenêtres de simulation des entrées/sorties.

g. Le fonctionnement de la simulation :

- 1) En cliquant sur **Run** en suite sur le Bouton Marche **I1** la sortie **Q1** relié à la bobine du contacteur km1 s'excite donc notre moteur va démarrer

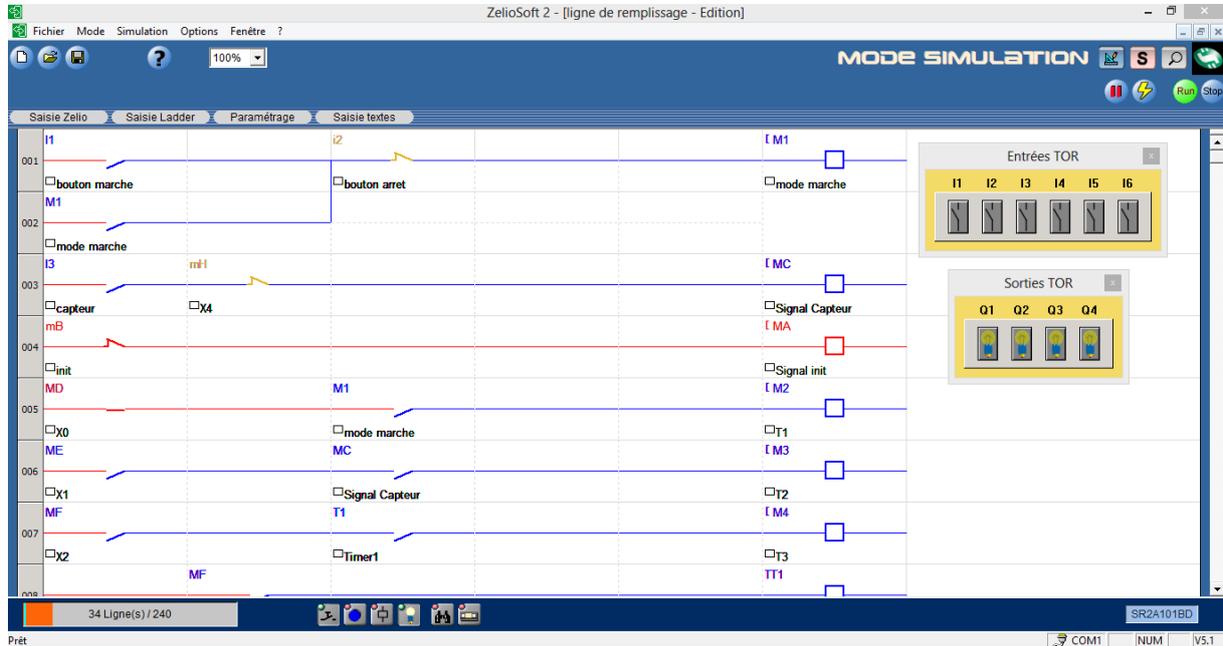


Figure IV.16 Simulation du programme.

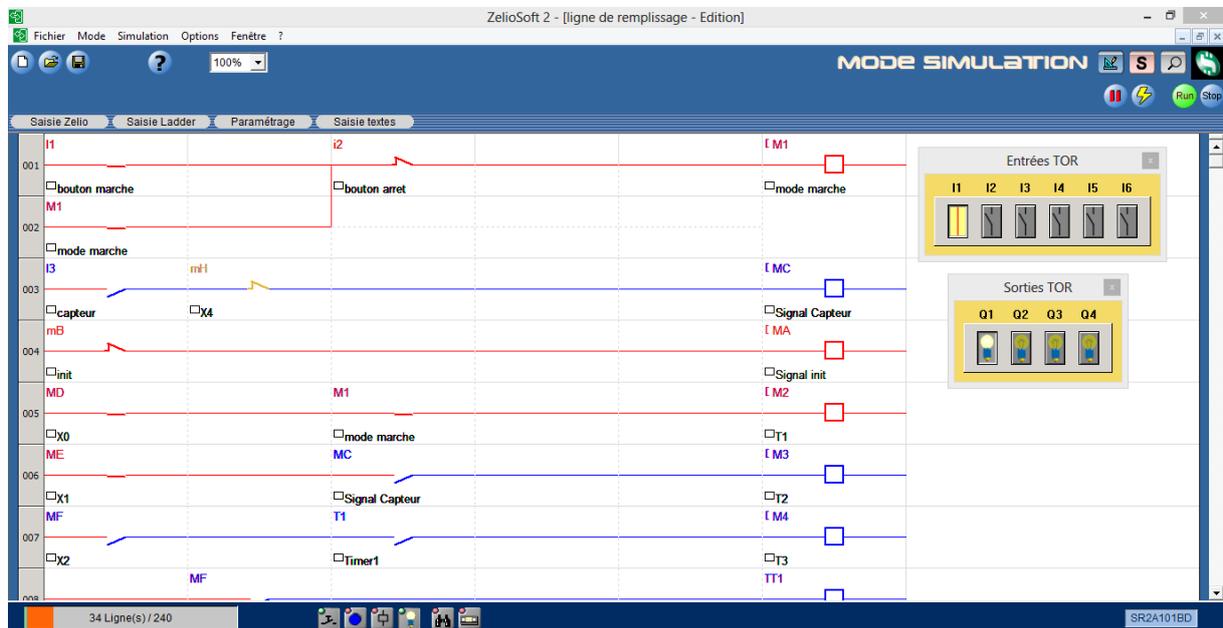
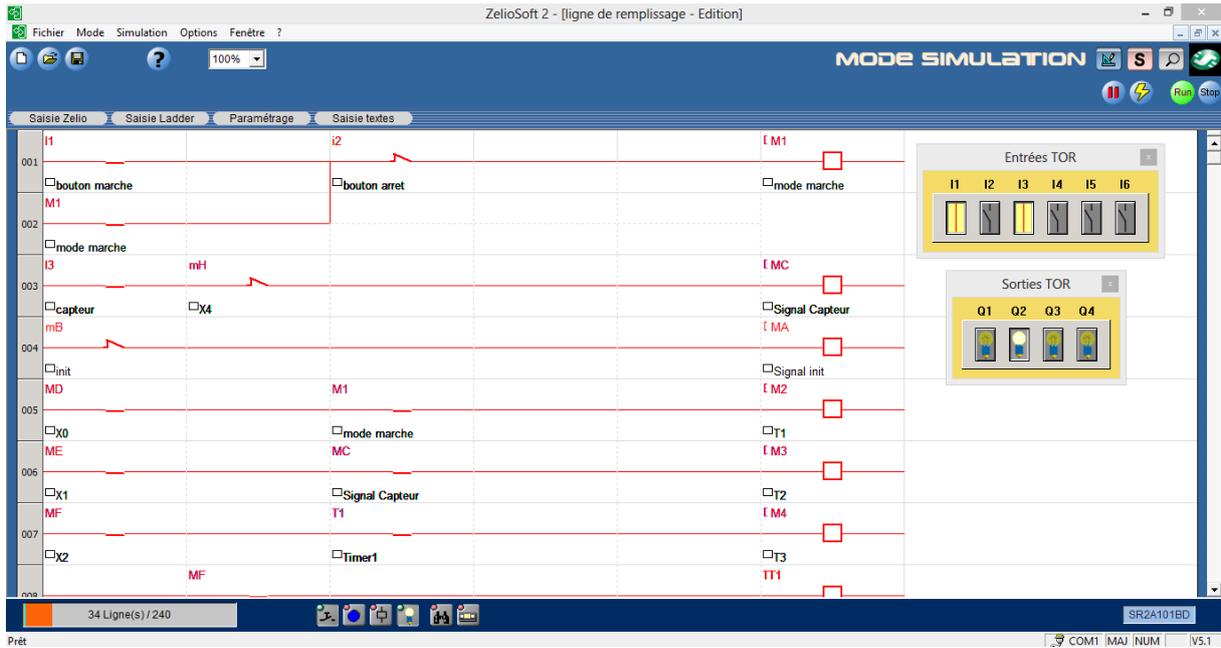


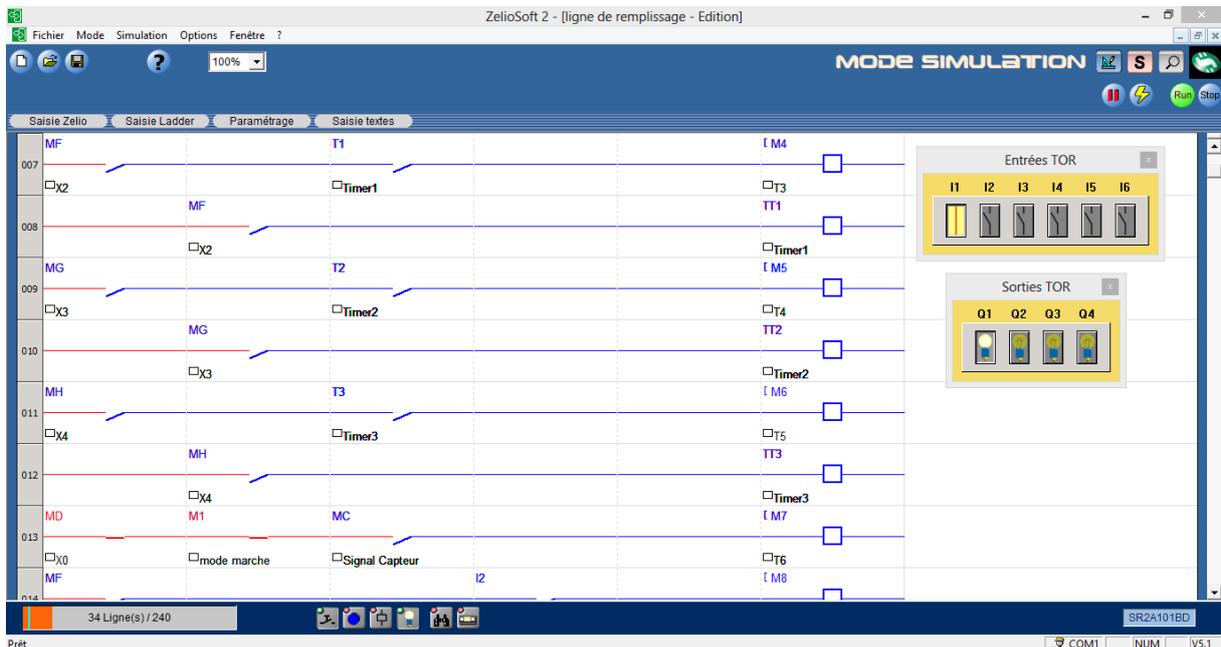
Figure IV.17 L'excitation de la bobine du contacteur.

- 2) Lorsqu'on pose une bouteille sur le convoyeur et notre moteur tourne la bouteille avance jusqu'elle va arriver au capteur relié à l'entrée **I2** le moteur s'arrête, après 5s la sortie **Q2** relié avec la bobine **EV1** du distributeur s'excite pendant 20s (remplissage de la bouteille)



**Figure IV.18** L'excitation du capteur et le distributeur.

- Après 5s de la fin du remplissage la bouteille avance (**Q1** s'excite) et le capteur **I3** s'éteint en attendant une nouvelle bouteille



**Figure IV.19** fin de temporisation du remplissage et redémarrage du moteur.

## IV.8.3 La simulation de la partie puissance à l'aide du logiciel automation studio 6.0

- Interface Automation studio 6.0 :  
Le logiciel automation studio présente une solution de conception, la simulation et la documentation de projet .

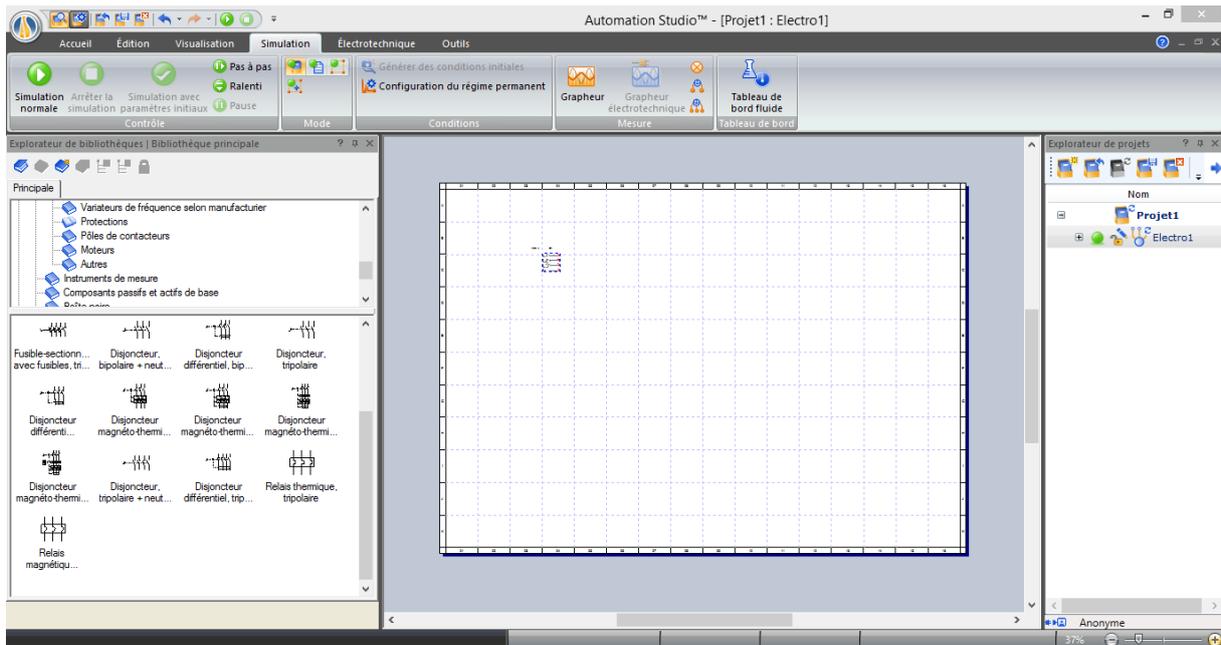


Figure IV.20 Interface automation studio.

## 2) Schéma de puissance dans automation studio

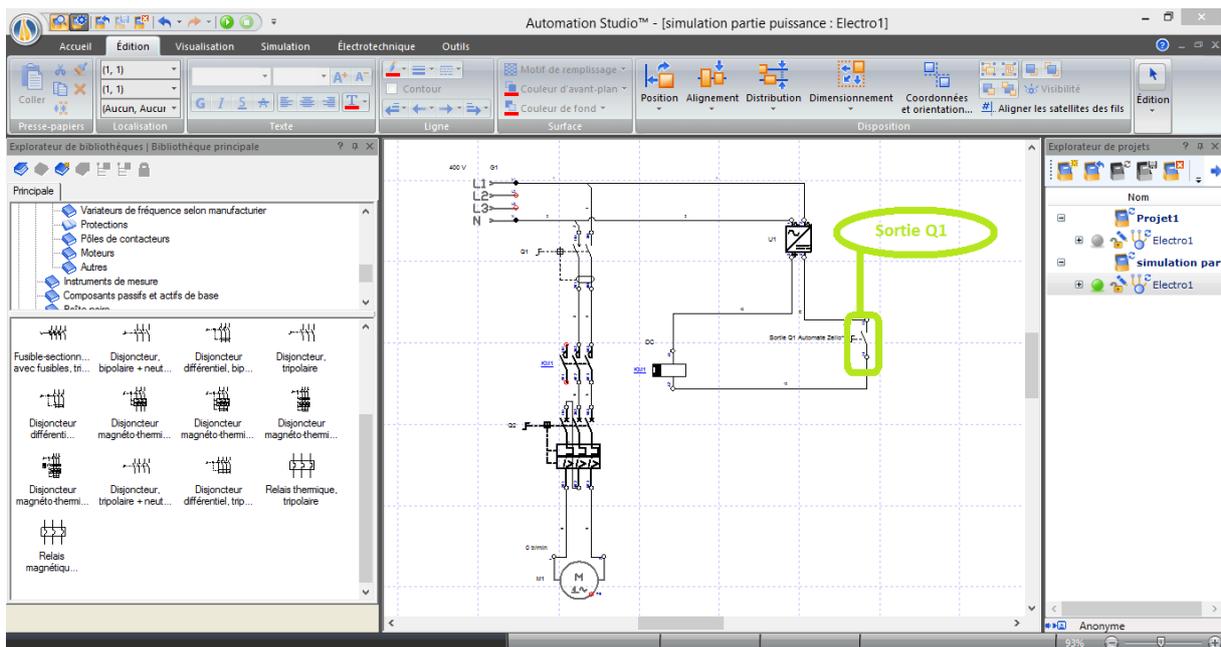


Figure IV.21 Schéma de puissance sous Automation studio.

## 3) simulation schéma de puissance

Le contact représente la sortie **Q1** de notre Automate Zelio lorsqu'elle est excitée le contact doit être fermé (excitation de la bobine du contacteur **KM1**) sinon ce dernier est ouvert

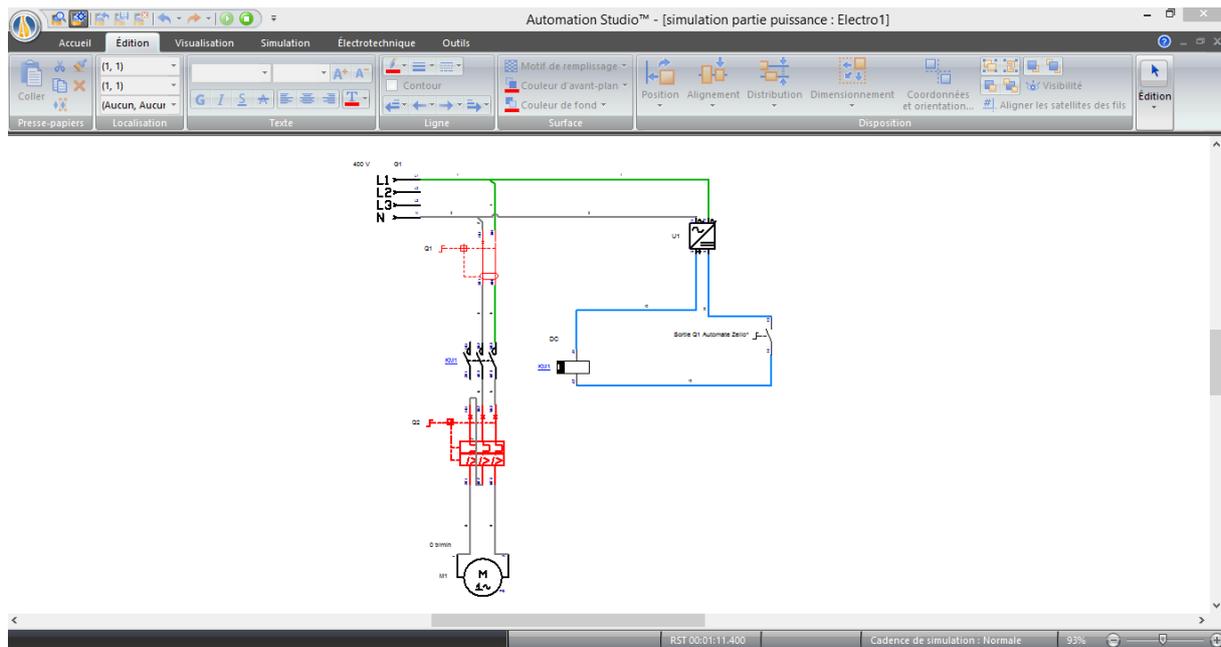


Figure IV.22 Simulation avec contact Q1 ouvert.

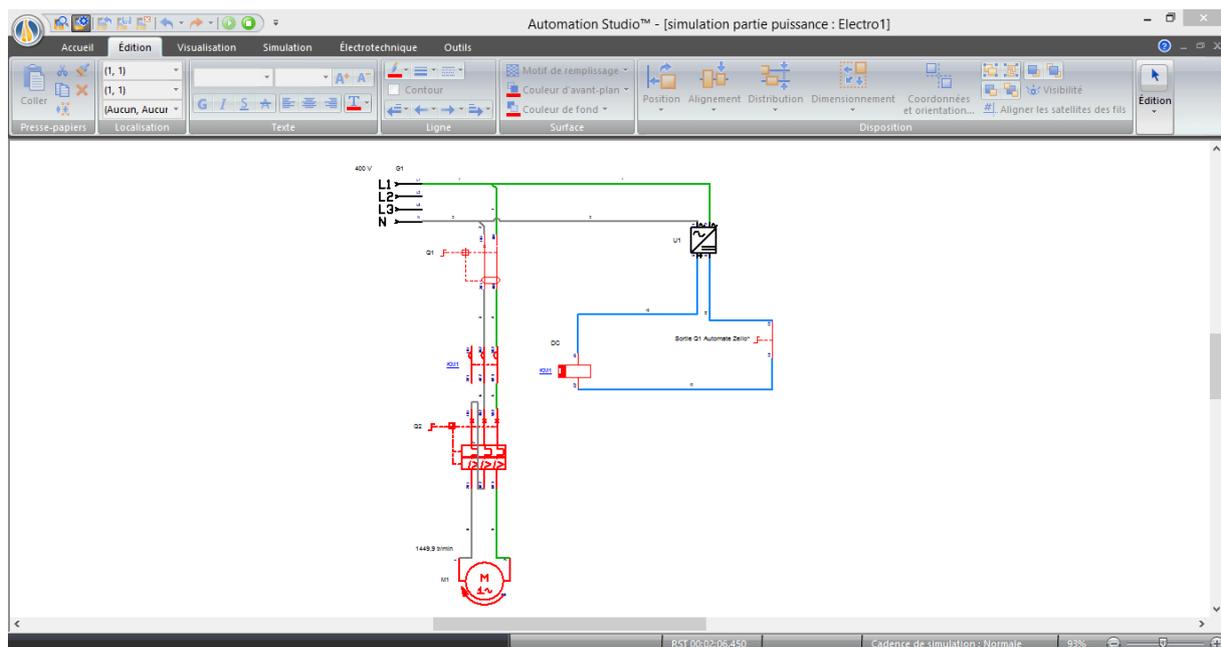
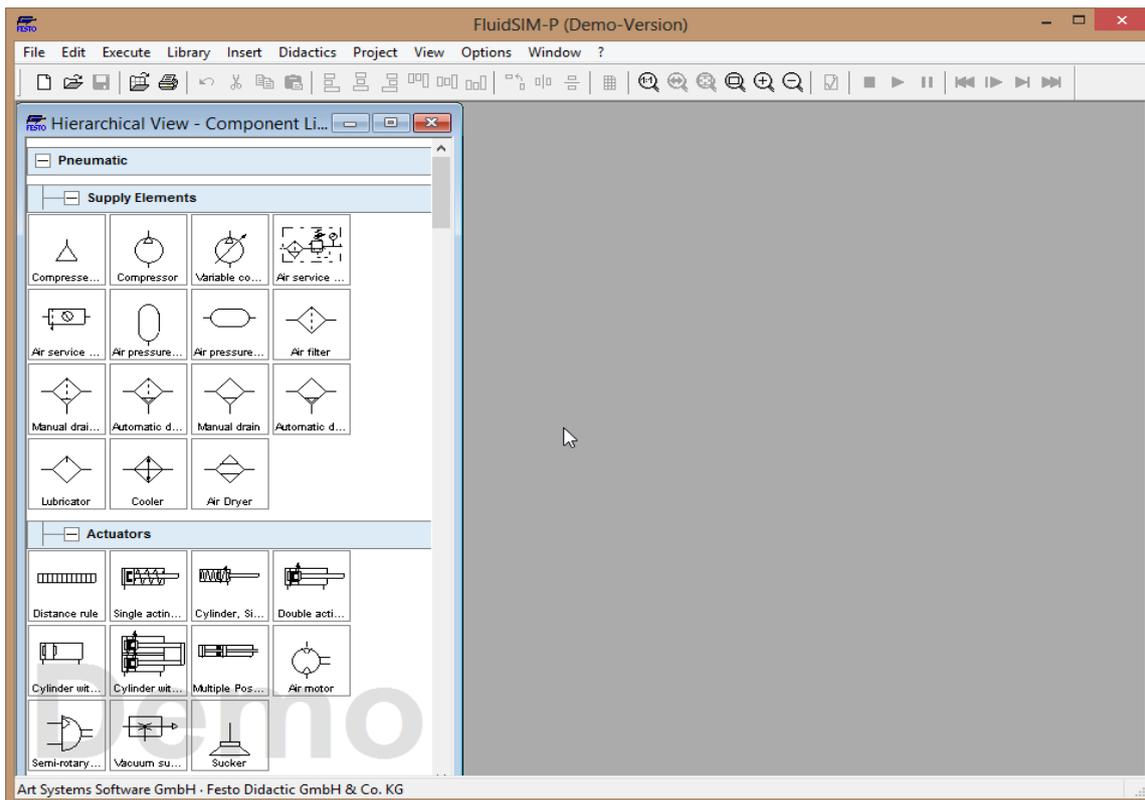


Figure IV.23 Simulation partie puissance avec Q1 fermé.

## IV.8.4 Simulation de la partie opérative à l'aide du logiciel festo FluidSIM

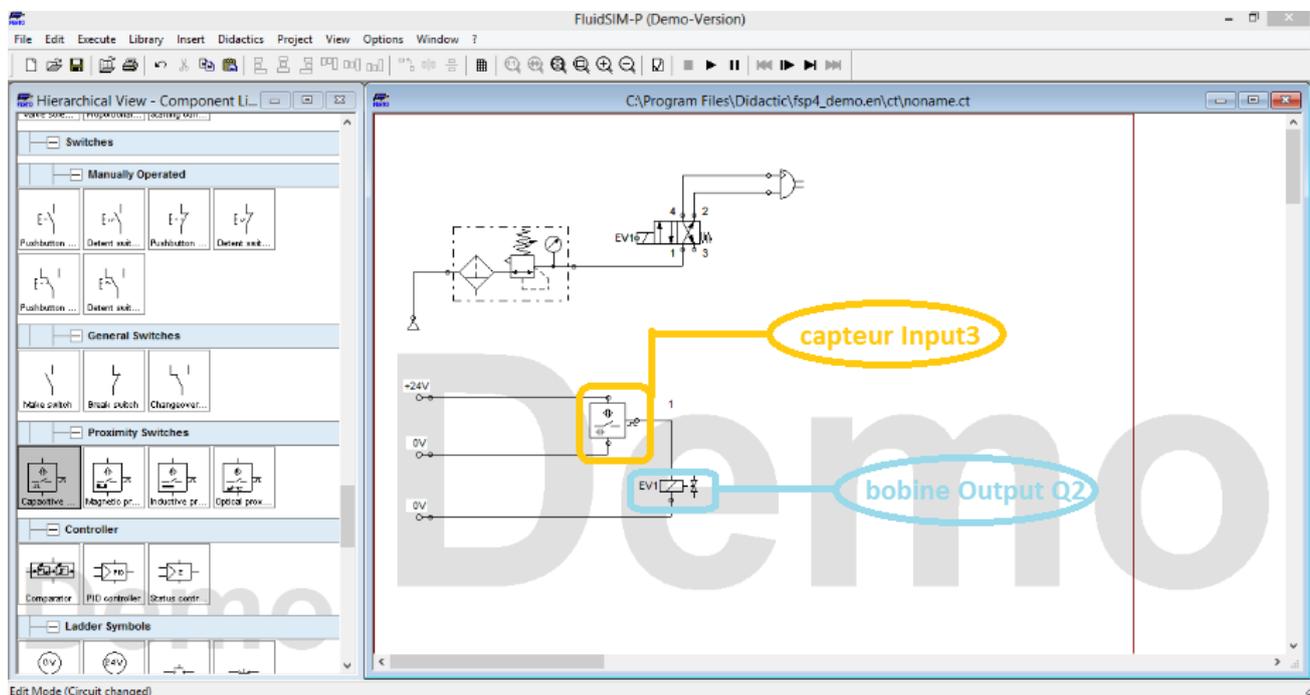
### 1) Interface du logiciel FluidSIM :

C'est un logiciel de simulation et étude des circuits électropneumatiques



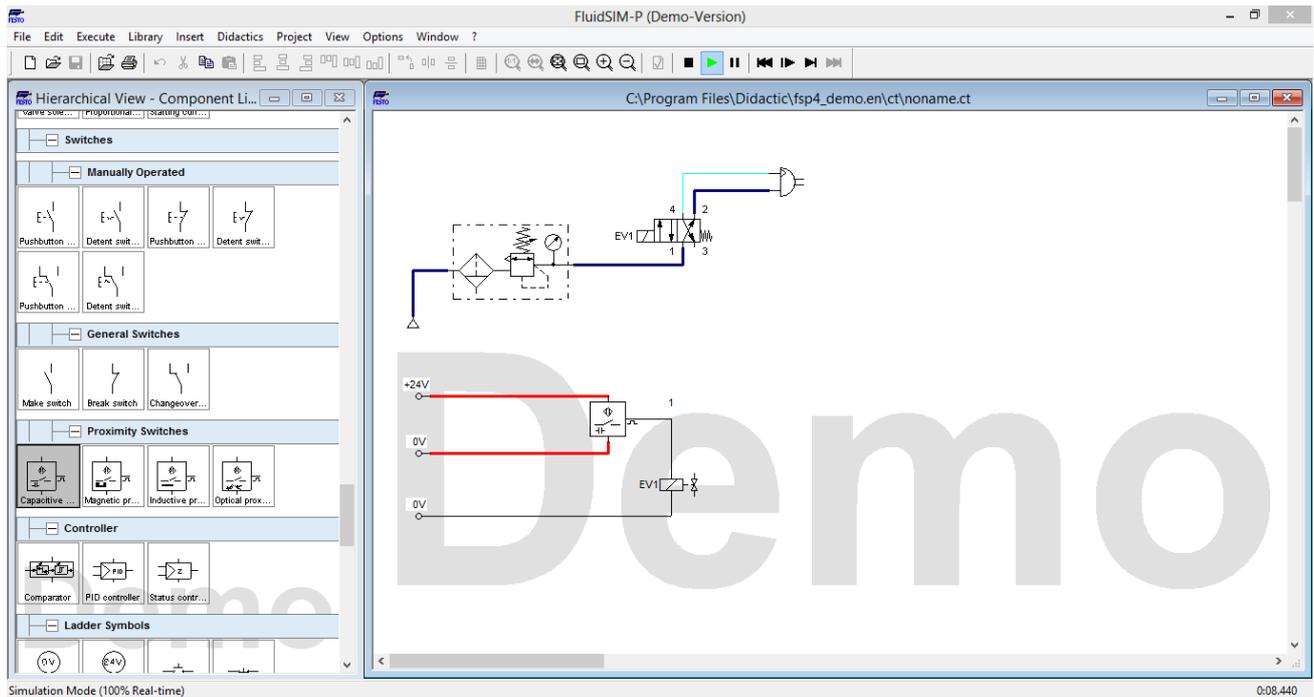
**Figure IV.24** Interface logiciel FluidSIM.

2) Schéma de la partie opérative :



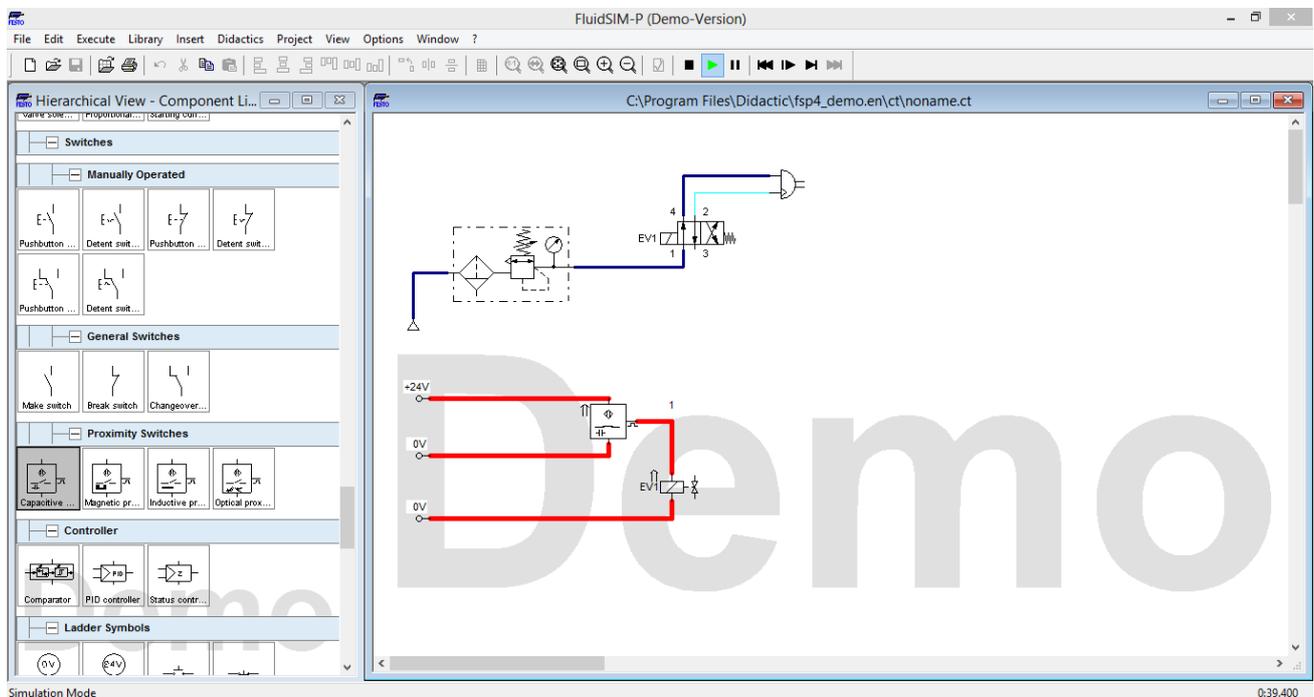
**Figure IV.25** Schéma de la partie opérative.

3) Simulation de la partie opérative :



**Figure IV.26** Simulation partie opérative avec contact ouvert du capteur.

Lorsque le capteur s'excite par la présence de la bouteille et envoie le signal à l'entrée **I3** de notre automate la sortie **Q2** excite la bobine **EV1** du distributeur ce qui fait tourner notre vérin rotatif, le retour du vérin a sa position se fait automatiquement par le changement de l'état de **EV1** par la commande du ressort du distributeur



**Figure IV.27** Simulation partie opérative avec contact fermé du capteur.

**IV.9 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons entamé les différents composants utilisés dans l'armoire électrique et leurs caractéristiques ainsi le schéma de puissance, schéma de commande et le schéma opérative de notre machine.

Enfin, nous avons fait une simulation de toutes les parties pour voir le fonctionnement général de notre remplisseuse automatique.

# Conclusion générale

---

---

## Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'étude présente une étude et simulation pour la réalisation d'une chaîne de remplissage automatique. De ce fait nous avons divisé notre étude en quatre chapitres.

Le premier chapitre concerne les systèmes automatisés et les machines industrielles qui se trouvent dans le secteur, nous avons aussi parlé de la description en général de notre machine et son cahier de charge pour entamer une description plus détaillée sur ses composants de la partie opérative dans le deuxième chapitre.

Dans le troisième chapitre, nous avons fait une description détaillée sur les systèmes de commande à partir de la structure des automates programmables industriels comme notre module Zelio SR2B121BD choisi pour programmer notre machine et son logiciel de programmation Zelio Soft.

Le quatrième chapitre consiste principalement sur le matériel utilisé dans l'armoire électrique et la description des différentes caractéristiques après nous avons entamé la simulation du logiciel de programmation Zelio Soft aussi la partie puissance avec le logiciel Automation studio et la terminée avec la partie opérative faite par le logiciel Fluidsim.

# Bibliographie

---

---

- [1] Alain GONZAGA : 'LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS', GEEA.ORG, 2019.
- [2] William Bolton: ' William Bolton automate programmable industriel Edition 2', Dunod, 2015.
- [3] Schneider Electric : ' Modules logiques Zelio Logic', Schneider Electric, 2017.
- [4] <https://www.automation-sense.com/pages/fonctionnement-d-un-automate.html>.
- [5] Hoarau Philippe: 'Acquisition et codage de l'information,' lycée jean darc.
- [6] Aldo Gutierrez: 'Développement d'une plateforme en optique intégrée en verres de chalcogénure pour des applications capteur pour le moyen infrarouge (OPTIMR)', Université Rennes 1, 2017.
- [7] <https://sitelec.org/cours/hu/detecteurs.htm>
- [8] M.L. Fas, " Cours Capteurs et Chaines de Mesures ", Support de cours, Université Saad Dahleb de Blida 1, 2017.
- [9] M.Fas M.L. Fas, " cours actionneurs", support de cours, université Saad Dahleb de Blida 1, 2017.
- [10] <https://sitelec.org/cours/abati/contacteur.htm>
- [11] E. Gaucheron : 'Cahier technique n ° 207-Les moteurs électriques', Schneider Electric, 2013.
- [12] <https://www.maxicours.com/se/cours/moteur-a-courant-alternatif-monophas/>
- [13] <https://www.motac.fr/blog/2017/10/13/reduire-la-vitesse-d-un-moteur-electrique-grace-a-un-reducteur-roue-et-vis-sans-fin>
- [14] <https://www.se.com/fr/fr/work/>

products/product-launch/guides/contacteur.jsp

[15] [https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Les\\_fusibles](https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Les_fusibles)

[16] <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/electricite-disjoncteur-1028/>

[17] [https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Caract%C3%A9ristiques\\_fondamentales\\_d%27un\\_disjoncteur](https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Caract%C3%A9ristiques_fondamentales_d%27un_disjoncteur)

[18] <https://fr.rs-online.com/web/c/automatisme-et-contrôle-de-process/protection-et-sécurité-des-machines/boutons-arret-durgence/>

[19] <https://cableriedaumesnilblog.com/fils-electriques-et-cables-electriques-quelles-differences>

[20] <https://schema-electrique.net/calcul-chute-de-tension-electrique-formule-calcul-section-cable-triphasé-monophasé.html>

[21] Schneider Electric : ' Modules logiques Zelio Logic', Schneider Electric, 2017.