

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 البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Filière Automatique
Spécialité **Automatique et Informatique Industriel**

Présenté par

LEKHAL Oussama

Conception d'une prise de pièces automatisée à base d'un API supervisée par un IHM

Proposé par : Dr. FAS Mohamed Lamine

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 M.L.FAS pour ses 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 de remercier tous les membres de nos familles
respectives pour leurs soutient 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.*

O. Lakhel

ملخص

تقدم هذه المذكرة دراسة وتنفيذ آلة لفرز أجزاء وفقا لأحجامها متحكم فيها بواسطة المبرمج الاصطناعي من نوع S7-1200 ويشرف عليها شاشة اللمس من نوع SAMKOON.

تتكون آلة الفرز المنجزة من ناقل خارجي يدور بواسطة محرك أحادي الطور متغير السرعة بواسطة جهاز تحكم ومغير السرعة؛ للتحكم في الماكينة تم استخدام المبرمج الاصطناعي PLC SIEMENS S7 1200 و شاشة اللمس. لتغذية الجزء العملي و الجزء التحكمي بالطاقة اللازمة تم صنع خزانة كهربائية مجهزة بجميع المعدات اللازمة مثل أجهزة السلامة والإشارات والحماية.

Résumé

Cette mémoire présente l'étude et la réalisation d'une machine de tri (une trieuse) des pièces selon leurs tailles commandée par un automate programmable industriel de type S7-1200 et supervisée par IHM.

La machine de tri réalisée est constitué par un convoyeur a extérieur tourné par un moteur monophasée avec plusieurs vitesse le changement de vitesse est par un variateur de vitesse pour commander la machine on a utilisé un automate SIEMENS S7 1200, supervisé un IHM de type SAMKOON pour alimenter la P.O et la P.C on a réalisé une armoire électrique par tous les matériels nécessaires comme les appareils de sécurité, des signalisations, protections.

Abstract

The sorting machine consists of an external conveyor rotated by a single-phase motor with several speed shifting is by a speed controller to control the machine was used a machine SIEMENS S7 1200, supervised a IHM type SAMKOON for to supply the PO and the PC an electrical cabinet has been made by all the necessary equipment such as safety devices, signals, protections.

Listes des acronymes et abréviations

f : fréquence du courant d'alimentation (HZ).

API : Automate programmable industriel.

PLC : Programmable Logic Controller.

IHM : Interface Homme-Machine.

CPU : Unité centrale de traitement.

DC : Courant continue.

AC : Courant alternative.

PC : Partie Commande

PO : Partie Opérative.

TIA : Totally Integrated Automation.

ROM : Mémoire morte.

Liste des figures

CHAPITRE I

Figure 1.1 : Structure d'un système automatisé.....	04
Figure 1.2 : Automate compact.....	05
Figure 1.3 : Automate modulaire	06
Figure 1.4 : Structure interne d'un API.....	06
Figure 1.5 : L'automate programmable S7-1200.....	09
Figure 1.6 : La CPU S7-1214C (DC/DC/RLY).....	11
Figure 1.7 : L'état des modes fonctionnement de S7-1200.....	11
Figure 1.8 : Modules et mémoire d'API S7-1200.....	12
Figure 1.9 : Interface Homme-Machine.....	13
Figure 1.10 : Face avant de SK-102HS.....	14
Figure 1.11 : Schéma de connexion de l'écran tactile de la série SK.....	14
Figure 1.12 : Logo de TIA Portal V13.....	16
Figure 1.13 : Vue TIA Portal (Création d'un projet).....	17
Figure 1.14 : Configurer un appareil sur TIA Portal.....	17
Figure 1.15 : Ajouter un appareil sur TIA Portal.....	18
Figure 1.16 : Vue de l'interface de TIA Portal.....	18
Figure 1.17 : Adresse Ethernet de la CPU.....	19

Figure 1.18 : Présentation d'un schéma à contacte (CONT).....	20
Figure 1.19 : Présentation d'un langage structuré (SCL).....	21
Figure 1.20 : Les différents blocs de programmation.....	21
Figure 1.21 : Compilation et chargement dans l'API.....	23
Figure 1.22 : Mode de connexion.....	23
Figure 1.23 : Adresses symbolique et absolue.....	24
Figure 1.24 : Table des variables API.....	25
Figure 1.25 : Signalisation des erreurs dans la table des variables.....	26
Figure 1.26 : Renommer / réassigner des variables (a).....	26
Figure 1.27 : Renommer / réassigner des variables (b).....	27

CHAPITRE II

Figure 2.1 : Le distributeur (Schéma de principe).....	29
Figure 2.2 : Distributeur 5/2 monostable commande électrique.....	30
Figure 2.3 : Distributeur 5/2 bistable commande électrique et manuelle.....	31
Figure 2.4 : Le symbole d'un distributeur 2/2.....	31
Figure 2.5 : Les différents symboles d'un distributeur.....	32
Figure 2.6 : Les différents pilotages des distributeurs pneumatique et hydraulique.....	33
Figure 2.7 : Symbole électrique d'un contacteur tripolaire.....	34
Figure 2.8 : Schéma de principe d'un vérin.....	35
Figure 2.9 : Constituants de base d'un vérin.....	36
Figure 2.10 : Principe de fonctionnement du vérin (la tige sorte).....	36
Figure 2.11 : Principe de fonctionnement du vérin (la tige rentre).....	37
Figure 2.12 : Symbole du vérin simple effet.....	37

Figure 2.13 : Symbole du vérin double effet.....	38
Figure 2.14 : Utilisation des vérins hydrauliques et pneumatiques.....	38
Figure 2.15 : Symbole des limiteurs de débit bidirectionnel et unidirectionnel.....	39
Figure 2.16 : L'enroulement principal et auxiliaire d'un moteur monophasé.....	40
Figure 2.17 : Schéma interne du relais.....	40
Figure 2.18 : Relais d'intensité avec l'enroulement principal et auxiliaire.....	40
Figure 2.18 : Schéma de principe d'un moteur à condensateur permanent.....	43
Figure 2.19 : Schéma synoptique d'un variateur de vitesses de moteur monophasé.....	44
Figure 2.20 : La variation de vitesse en boucle ouverte.....	45
Figure 2.21 : La variation de vitesse en boucle fermée.....	45
Figure 2.22 : Principe de fonctionnement du capteur.....	45
Figure 2.23 : Symbole du capteur photoélectrique de 3 fil.....	47
Figure II.24 : Différents types de détection d'un capteur photoélectrique.....	49
Figure 2.25 : Capteur photoélectrique, détection par barrage.....	49
Figure 2.26 : Capteur photoélectrique, détection par cellules reflex.....	49
Figure 2.27 : Capteur photoélectrique, détection par proximité.....	50

CHAPITRE III

Figure 3.1 : Image et symbole d'un contacteur.....	52
Figure 3.2 : Constitution d'un contacteur.....	53
Figure 3.3 : Image et symbole d'un fusible.....	54
Figure 3.4 : Image et symbole d'un sectionneur porte-fusible.....	56
Figure 3.5 . Vue de l'intérieur d'un disjoncteur magnéto -thermique.....	58

Figure 3.6 : Courbe de déclenchement.....	60
Figure 3.7 : Plaque signalétique d'un disjoncteur.....	61
Figure 3.8 : Bouton d'arrêt d'urgence.....	62
Figure 3.9 : Image et symbole des voyants.....	63
Figure 3.10 : Symboles des appareils sonores.....	64
Figure 3.11 : Le corps d'un bouton poussoir.....	64
Figure 3.12 : Image et symbole des boutons poussoirs.....	65
Figure 3.13 : Image et symbole d'un commutateur.....	65
Figure 3.14 : Les boites à boutons poussoirs.....	66
Figure 3.15 : Constitution d'un câble électrique.....	66
Figure 3.16 : Les couleurs d'un câble électrique monophasé.....	68
Figure 3.17 : Goulotte de câblage PVC à lamelles.....	68
Figure 3.18 : Les bornes électriques	69
Figure 3.19 : Le rail oméga.....	70

CHAPITRE IV

Figure4.1 :Schéma structurel de la machine trieuse.....	72
Figure4.2 :Schéma de puissance (puissance de 220v ~)	74
Figure4.3 :Schéma de puissance (puissance de 24v)	75
Figure4.4 :Schéma de commande	77
Figure 4.5 : L'armoire électrique	80

Figure 4.6 : Connexion entre l'API et l'IHM	83
Figure 4.7 : Vu de l'interface de logiciel SKTOOL	84
Figure 4.8 : Table des variables E/S	85
Figure 4.9 : Réseau pour mise en marche avec auto-maintien	86
Figure 4.10 : Réseau pour le démarrage du moteur et allumer la lampe vert	87
Figure 4.11 : Réseau d'arrêt d'urgence	87
Figure 4.12 : Réseau pour sortir la tige du vérin	87
Figure 4.13 : Réseau temporisation de la tige sortant pendant 10s	88
Figure 4.14 : Réseau pour mente la tige du vérin	88
Figure 4.15 : Réseau pour gérer le manque de produit	89
Figure 4.16 : Réseau de déclenchement le buzzer	89
Figure 4.17 : La première fenêtre de l'IHM	90
Figure 4.18 : La deuxième fenêtre de l'IHM	91

Liste des tableaux

CHAPITRE I

Tableau 1.1 : Tableau de comparaison des CPU S7-1200.....	10
Tableau 1.2 : Tableau de caractéristique de SK-102HS.....	15

CHAPITRE III

Tableau 3.1 : Type de courbe de déclenchement et leur application.....	60
Tableau 3.2 : Relation entre la section des fils et le courant supporté par le fusible et disjoncteur	67

CHAPITRE IV

Tableau 4.1 : Adresses symboles et absolus des matériels utilisés dans la partie de commande	76
Tableau 4.2 : Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans l'armoire électrique	80
Tableau 4.3 : Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans la partie opérative	82

Sommaire

Introduction générale.....	01
CHAPITRE I : L'automate programmable et l'Interface Homme-Machine.....	02
I.1.Introduction.....	03
I.2. Définition d'un système automatisé	03
I.3. Objectifs de l'automatisation	03
I.4. Structure d'un système automatisé	04
I.4.1. Partie opérative.....	04
I.4.2. Partie comma	04
I.4.2.1. Unité de traitement d'informations.....	04
a. Automate Programmable Industriel	05
b. Structure matérielle des automates	05
b.1. Structure externe.....	05
b.2.Structure interne.....	06
c. Principe général de fonctionnement d'un API	08
d. Programmation d'API	08
e. Critères de choix de l'automate.....	08
d. Présentation de l'automate S7-1200.....	09
d.1. Principe de fonctionnement du S7-1200	09

d.2. Technologie intégrée de S7-1200.....	10
d.3. Choix de la CPU.....	10
I.5. Partie de supervision	12
I.5.1. Définition de la supervision.....	12
I.5.2. Avantages de la supervision.....	13
I.5.3. Interface Homme-Machine.....	13
I.6. Logiciel de programmation TIA Portal.....	15
I.6.1. Présentation du logiciel TIA Portal V13.....	15
I.6.2. Création d'un nouveau projet.....	16
I.6.3. Configurer et ajouter un appareil.....	17
I.6.4. L'interface et l'adresse Ethernet de CPU.....	18
I.6.5. Langages de programmation.....	20
I.6.6. Bloc de programme.....	21
I.6.7. Compilation et chargement de programme et la configuration	
Matérielle.....	22
I.6.8. Les variables API	24
I.7. Conclusion.....	27
CHAPITRE II : Les actionneurs pneumatiques et électriques.....	28
II.1. Introduction.....	29
II.2. Les pré-actionneur.....	29
II.2.1. Quel est l'intérêt d'un pré-actionneur ? (Raison d'être).....	29

II.2.2.Fonctionnement.....	29
II.2.3. Classification des pré-actionneurs.....	30
II.2.3.1. Les pré-actionneurs pneumatiques et hydrauliques.....	30
II.2.3.2. Les pré-actionneurs électriques, Les relais et les contacteurs.....	34
II.3. Les actionneurs pneumatique set hydrauliques.....	35
II.3.1.1 Les vérins.....	35
II.3.1.2. Constituants de base d'un vérin.....	36
II.3.1.3. Principe de fonctionnement.....	36
II.3.1.4. Vérins simple et double effet.....	37
II.3.1.5. Utilisation des vérins pneumatiques et hydrauliques.....	38
II.3.2. Les appareils de protection et de régulation.....	38
II.3.2.1. Le limiteur de débit.....	38
II.4. Les actionneurs électriques.....	39
II.4.1. Les moteurs asynchrone monophasé.....	39
II.4.1.1.Généralités.....	39
II.4.1.2. Types des moteurs monophasés	41
II.4.1.3. Choix d'un moteur monophasé.....	42
II.4.1.4. Moteur à condensateur permanent.....	42
II.4.2. Les variateurs de vitesse.....	43
II.4.2.1. Qu'est-ce qu'un variateur de vitesse.....	43

II.4.2.2. Variateur de vitesse pour moteurs asynchrones.....	44
II.4.2.3. La variation et la régulation de vitesse.....	44
II.5. Les capteurs.....	45
II.5.1. Définitions.....	45
II.5.2. Les capteurs actifs et passifs.....	46
II.5.2.1. Les capteurs actifs (ou capteurs directs).....	46
II.5.2.2. Les capteurs passifs.....	46
II.5.3. Les capteurs de proximité.....	46
II.5.3.1. Définition.....	46
II.5.3.2. Technologie.....	46
II.6. Conclusion.....	50
CHAPITRE III : Les armoires électriques Partie de puissance.....	51
III.1. Introduction.....	52
III.2. Description des matériels utilisés dans l'armoire électrique	52
III.2.1. Les contacteurs.....	52
III.2.1.1. Définition.....	52
III.2.1.2. Constitution d'un contacteur.....	53
III.2.1.3. Fonctionnement d'un contacteur.....	53
III.2.1.4. Principaux critères de choix d'un contacteur.....	54
III.2.1.5. Les accessoires complémentaires.....	54

III.2.2. Les Fusibles.....	54
III.2.2.1. Définition.....	54
III.2.2.2. Quelle est la signification des fusibles gL, gG, aM, UR.....	55
III.2.2.3. Principaux critères de choix du fusible.....	55
III.2.3. Sectionneur Porte-fusible.....	56
III.2.3.1. Définition.....	56
III.2.3.2. Principaux critères de choix du secteur porte fusible.....	56
III.2.4. Les disjoncteurs.....	57
III.2.4.1. Le rôle d'un disjoncteur.....	57
III.2.4.2. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs.....	57
III.2.4.3. Principe.....	58
III.2.4.4. Composants.....	58
III.2.4.5. Courbe de déclenchement.....	59
III.2.4.6. Les différents types de disjoncteur.....	61
III.2.4.7. Plaque signalétique d'un disjoncteur.....	61
III.2.4.8. Critère de choix.....	61
III.2.4.9. Entre fusible et disjoncteur.....	62
III.2.5. Boutons arrêt d'urgence.....	62
III.2.5.1. Définition.....	62
III.2.5.2. Types de boutons d'arrêt d'urgence.....	62
III.2.5.3. Utilisation.....	63

III.2.6. Signalisation.....	63
III.2.6.1. Les lampes (voyants).....	63
III.2.6.2. Les appareils de sonores.....	64
III.2.7. Les boutons poussoirs.....	64
III.2.8. Les commutateurs.....	65
III.2.9. Boite de boutons poussoirs.....	65
III.2.10. Fil et câble électrique.....	66
III.2.10.1. Définitions.....	66
III.2.10.2. Section du conducteur.....	66
III.2.10.3. Respecter les couleurs.....	67
III.2.11. Les goulottes.....	68
III.2.11.1. Goulotte de câblage PVC à lamelles.....	68
III.2.11.2. Caractéristiques techniques.....	68
III.2.12. Bornes de jonction ou bornier électrique.....	69
III.2.12.1. Qu'est-ce qu'un bornier électrique.....	69
III.2.12.2. Le rôle du bornier électrique.....	69
III.2.12.3. Les différents types de bornes.....	69
III.2.12.4. Les classes de bornier.....	70
III.2.13. Le rail oméga.....	70

III.3. Conclusion.....	70
CHAPITRE IV : Réalisation de la machine de tri (une trieuse)	
automatique.....	71
IV.1. Introduction.....	72
IV.2. Schéma structurel	72
IV.3. Cahier de charge.....	73
VI.4. Schéma de puissance	73
VI.5. Schéma de commande	76
VI.6. Description des différents matérielle (équipements) utilisé.....	78
VI.6.1. L'armoire électrique (partie de puissance)	78
VI.6.2. Partie opérative	80
IV.7. Raccordements des différents matériels	82
IV.7.1. La communication entre l'API et l'IHM	82
IV.7.2. Connexion entre le PC et l'IHM	83
IV.8. Partie de programmation	83
IV.8.1. Logiciel « SKTOOL »	83
IV.8.2. Programmation d'API par TIA Portal	85

a .Table de variables standard	85
b. Programme du Block d'organisation	86
IV.8.3. Programme IHM dans SAKTOOL pour la macro de	
Connexion Cn003	
.....	89
IV.9. Conclusion	91
Conclusion générale	92

Introduction générale

L'évolution rapide dans le domaine de l'automatisation est à l'origine de la présence importante des systèmes de production dans le milieu industriel. Le bon rendement, la souplesse et la fiabilité de ces systèmes sont les avantages incontestables de ces systèmes.

On dit que l'automatique comme substantif désigne généralement un ensemble de problématique qui se posent à propos de l'automatisation des processus industriel au d'autre objets technologique comme les moyens de transport et la télécommunication etc.

L'automatisation permet au processus de se dérouler sans intervention humaine et il facilite pour l'homme les tâches répétitives et en plus de ça avoir un niveau de sécurité très élevé qui a permis de réaliser des exploits non inégale auparavant.

La naissance des Automates Programmables Industriels (API) (en anglais Programmable Logic Controller, PLC) aux Etats-Unis vers 1969 donne une véridique évolution au domaine industriels et les développements des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

L'objectif principal de notre travail est de réaliser une machine de tri (une trieuse) des pièces selon leurs tailles commandée par un automate programmable industriel de type S7-1200. Nous avons aussi supervisé notre système avec un écran tactile afin d'avoir un suivi en temps réel.

Pour atteindre notre objectif, nous avons organisé notre mémoire en quatre chapitres :

Le premier chapitre aborde les systèmes automatisés, comme l'automate programmable siemens S7-1200, les modules communication et d'alimentation. Dans le la suite de ce chapitre on présente l'écran tactile utilisé (IHM) de marque SAMKOON SK-102HS.

Le deuxième chapitre consacré sur la partie opérative notamment les préactionneurs, les actionneurs pneumatiques et électriques et les capteurs.

Le troisième chapitre sera dédié la partie de puissance (l'armoire électrique) et leurs éléments essentiels tel que les éléments de protections, systèmes de réglettes et de fixations, Un arrêt d'urgence ...etc.

Le quatrième chapitre, qui est la partie réalisation de notre projet. Cette réalisation et basée sur la commande d'une machine de tri commandée par un API et supervisé avec un écran tactile.

Enfin, nous clôturons notre document avec une conclusion générale qui est dédiée à une synthèse du travail présenté.

CHAPITRE I

L'automate programmable et l'Interface Homme-Machine

I.1. Introduction	03
I.2. Définition d'un système automatisé	03
I.3. Objectifs de l'automatisation	03
I.4. Structure d'un système automatisé	04
I.5. Partie de supervision	12
I.6. Logiciel de programmation TIA Portal	15
I.7. Conclusion	27

I.1. Introduction

En tant qu'automaticien on a tendance à avoir une vue systémique sur les machines et les processus. Notre objectif consiste à automatiser et à asservir ces systèmes afin d'accroître la productivité, améliorer la qualité et la sécurité. Le plus important c'est de remplacer l'homme dans ces actions pénibles, délicates et répétitives. Aujourd'hui l'application des automates programmables industriels est pratiquement palpable dans tous les domaines industriels vu sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Ce chapitre contient une généralité sur les systèmes automatisés et leurs commandes (les API) ainsi que l'Interface Homme-Machine (IHM).

I.2. Définition d'un système automatisé

Un système automatisé est toujours composé d'une Partie Commande et d'une Partie Opérative. Pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) 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 (elle fait un compte-rendu) qui va à son tour le signaler à l'Opérateur. Ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

I.3. Objectifs de l'automatisation

La compétitivité de l'entreprise et des produits nécessite d'automatiser les systèmes. Cette compétitivité passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation cela induit une disponibilité à tous les niveaux. On cherche donc à améliorer la productivité. L'amélioration des conditions de travail, et surtout la sécurité, fait partie des objectifs de l'automatisation.

Les objectifs sont comme suite [2]:

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

I.4. Structure d'un système automatisé

Un système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous :

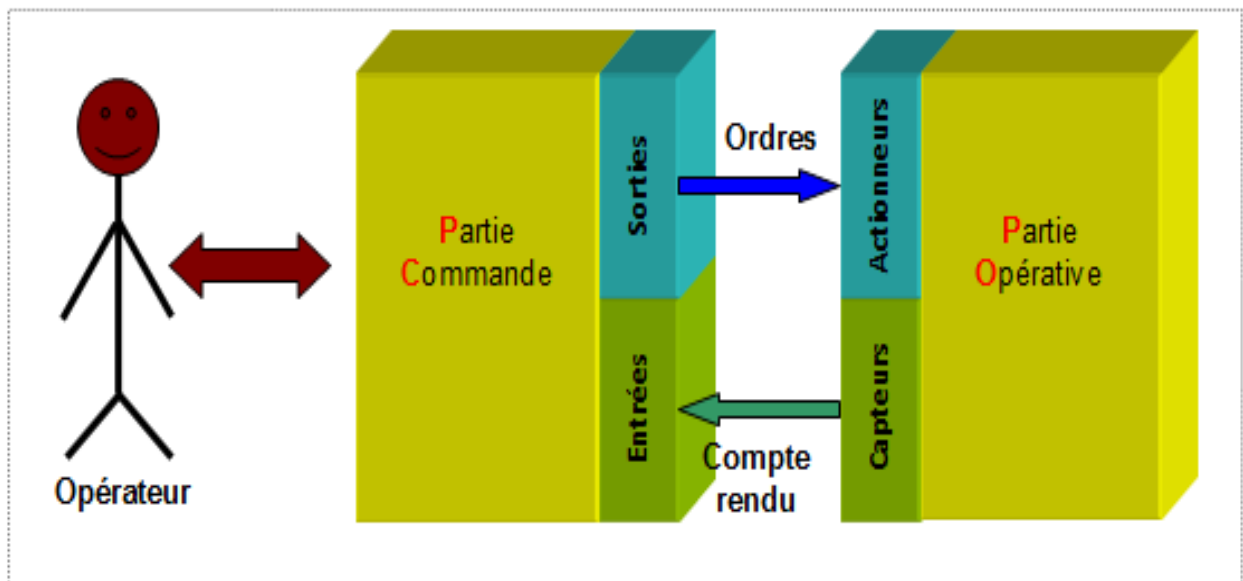


Figure 1.1 : Structure d'un système automatisé

I.4.1. Partie opérative

Cette partie exécute les ordres reçus de la partie commande, elle transforme les signaux de commande en énergie électrique, pneumatique ou hydraulique pour réaliser le fonctionnement du système. En même temps, elle transmet l'état du système à la partie commande à travers les capteurs. Dans le chapitre suivant on parle plus détail en partie opérative surtout sur les préactionneurs, les actionneurs pneumatique et électrique et les capteurs de proximités.

I.4.2. Partie commande

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé. Elle est en général composée d'un ordinateur qui contient dans ses mémoires un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient,
- Des informations reçues par les capteurs,
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur [8].

I.4.2.1. Unité de traitement d'informations

L'unité de traitement d'informations est un ensemble d'appareils (électriques, mécaniques ou biologiques) permettant de traiter automatiquement des informations. Cette opération peut être

gérée par un **API**, une carte **Arduino** ou **DSP**... Dans notre système nous avons utilisé un API comme unité de traitement d'informations.

a. Automate Programmable Industriel

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique [3].

b. Structure matérielle des automates

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

b.1. Structure externe

L'API peut être de type **compact** ou **modulaire**.

- ❖ **Automate compact** : Il intègre dans un seul boîtier le processeur, l'alimentation, et les entrées 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 [3].



Figure 1.2 : Automate compact

- ❖ **Automate 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 puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires, possibilité d'ajouter une grande variété de modules spécialisés (solution adaptée aux besoins), aussi il est doté de grand nombre d'E/S.



Figure 1.3 : Automate modulaire

b.2. 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 [14].

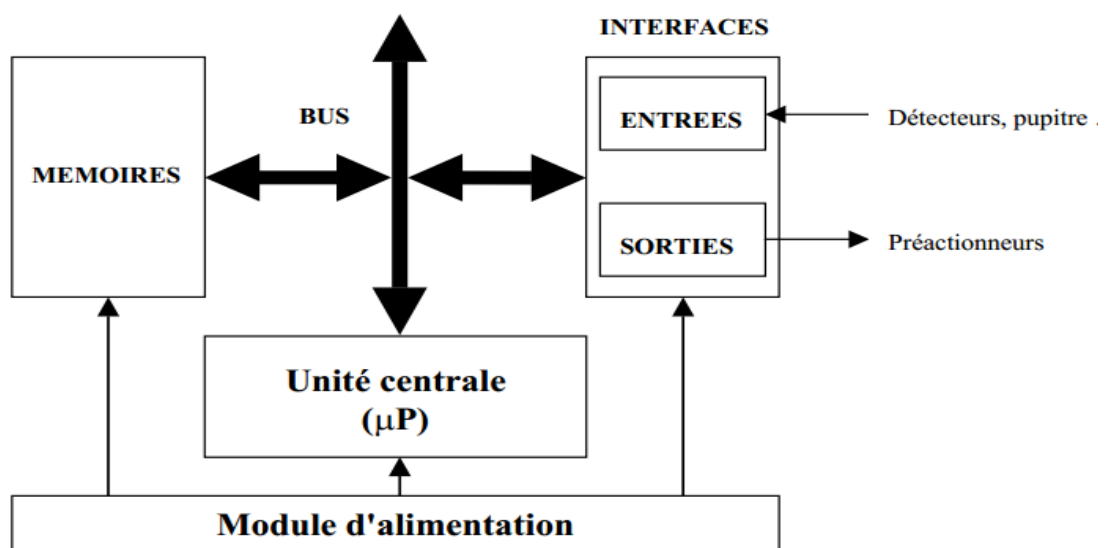


Figure 1.4 : Structure interne d'un API

❖ Description des éléments d'un API

➤ L'alimentation

L'unité d'alimentation est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative (220V ou 110V) en une basse tension continue (24V, 5V...) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées sorties.

➤ Unité centrale (Processeur)

L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Exemple : Si deux actions doivent être simultanées, l'API les traite successivement.

➤ Interfaces d'entrées / sorties

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie en fonction du type d'automate. Les cartes d'entrées et de sorties sont modulaires, la modularité varie entre 8, 16 et 32 voies.

- ☑ **Les entrées TOR** : L'information ne peut prendre que deux états (Vrai/Faux, 0 ou 1). Elles permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, thermostats, fins de course, capteur de proximité....
- ☑ **Les sorties TOR** : Elles permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs tels que : vannes, contacteurs, voyants, afficheurs.
- ☑ **Les Entrées/Sorties numériques** : Utilisés pour les API haute ou moyenne gamme effectuant des traitements numériques. La longueur définit par la taille du mot mémoire de l'API (ex : 16 bits).
- ☑ **Les Entrées/Sorties analogiques** : Transforment une grandeur analogique en une valeur numérique et vice versa. La précision dépend du nombre de bits utilisés. Technologiquement, les EA/SA sont caractérisées par l'amplitude du signal analogique (typiquement 0/10V ou -10/+10V) et par le courant correspondant.

➤ La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système, qui sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur. Elle

reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- **La mémoire Langage** où est stocké le langage de programmation. Elle est en général en lecture seulement (ROM : mémoire morte).
- **La mémoire Travail** utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive). Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).

c. Principe général de fonctionnement d'un API

L'automate lit en permanence et à grande vitesse des instructions du programme dans la mémoire. Selon la modification des entrées, il réalise les opérations logique entre les informations d'entrées et de sorties. Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10ms. Ce temps est très inférieur au temps d'évolution d'une séquence.

d. Programmation d'API

La programmation d'un API consiste à traduire dans le langage spécialisé de l'automate, les équations de fonctionnement du système à automatiser. Parmi les langages normalisés, 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 [17].

e. Critères de choix de l'automate

Il revient à nous d'établir le cahier des charges de notre système et de chercher sur le marché l'automate le mieux adapté à nos besoins. Cela est fait en considérant un certain nombre de critères importants :

- ✓ Avoir les compétences et l'expérience nécessaire pour programmer la gamme d'automate.
- ✓ Le nombre et le type d'entrées et de sorties nécessaires.
- ✓ La communication envisagée avec les autres systèmes.
- ✓ Les capacités de traitement de la CPU.

- ✓ Les moyens de sauvegarde.
- ✓ La fiabilité et la robustesse.
- ✓ Le cout d'investissement, de fonctionnement, de maintenance de l'équipement.
- ✓ La qualité du service après-vente.

En tenant compte des points mentionnés ci-dessus, et pour résoudre les problèmes rencontrés, on choisit l'automate **S7-1200** qui est la nouvelle gamme de **SIEMENS**.

d. Présentation de l'automate S7-1200

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

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant.

La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS 485 ou RS 232 [6].



Figure 1.5 : L'automate programmable S7-1200

d.1. Principe de fonctionnement du S7-1200

Une fois le programme chargé, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans l'application. Il surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique du programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, de comptage, de temporisation, ou mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents [17],[18].

d.2. Technologie intégrée de S7-1200

➤ Entrées rapides

Le nouvel automate SIMATIC S7-1200 comporte jusqu'à six compteurs High-Speed. Trois entrées à 100 kHz et trois autres entrées à 30 kHz, sont intégrées en continu pour des fonctions de comptage et de mesure.

➤ Sorties rapides

Deux sorties rapides pour des trains d'impulsions de 100 kHz sont également intégrées et permettent de piloter la vitesse et la position d'un moteur pas à pas ou d'un actionneur.

d.3. Choix de la CPU

Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en cinq classes de performances : CPU 1211C, CPU 1212C et CPU 1214C, CPU 1215C et CPU 1217C, chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Les CPU's de l'automate S7-1200 sont données dans le tableau suivant [18]:

CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
Mémoire de travail	50 ko	75 ko	100 ko	125 ko	150 ko
E/S TOR	6 entrées 4 sorties	8 entrées 6 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties
E/S analogiques	2 entrées	2 entrées	2 entrées	2 entrées 2 sorties	2 entrées 2 sorties
Modules E/S extensible	Aucune	2 modules	8 modules	8 modules	8 modules
Module de communication (CM)	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules
Port de communication Ethernet PROFINET	1 porte	1 porte	1 porte	2 portes	2 portes

Tableau 1.1 : Tableau de comparaison des CPU S7-1200

Après avoir étudié notre système quand doit réalisé et après la comparaison entre les CPU disponibles, on a choisit la CPU 1214C DC/DC/Rely de référence **6ES7212-1HE40-0XB0** qui réponde a nous besoins (Figure 1.6).

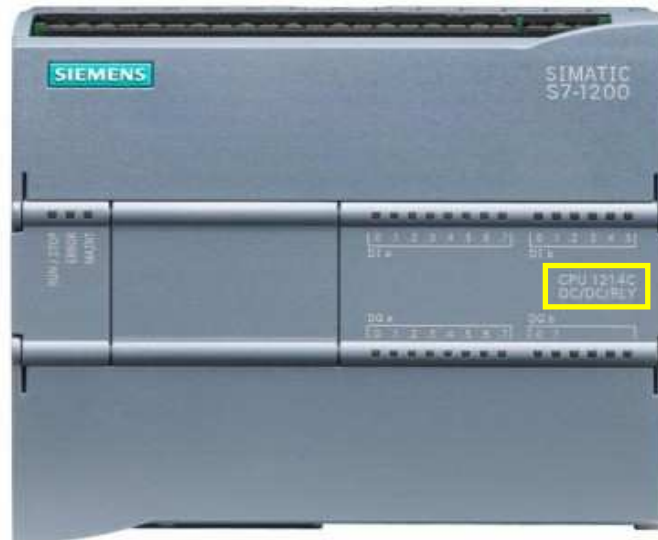


Figure 1.6 : La CPU S7-1214C (DC/DC/RLY)

a. Modes de fonctionnement de la CPU : La CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- En mode « **STOP** », la CPU n'exécute pas le programme, et on ne peut pas charger un projet.
- En mode « **STARTUP** », la CPU entame une procédure de démarrage.
- En mode « **RUN** », le programme est exécuté de façon cyclique, certaines parties d'un projet peuvent être chargées dans la CPU en mode RUN [17],[18].



- ◆ Une lumière JAUNE indique le mode STOP.
- ◆ Une lumière VERTE indique le mode RUN.
- ◆ Une lumière CLIGNOTANTE indique le mode STARTUP.

Figure 1.7 : L'état des modes fonctionnement de S7-1200

b. Les différents modules d'API S7-1200

Le SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire et tout un éventail de modules l'accompagnent. Les voici [18]:

1. Modules centraux CPU
2. Module de puissance PM (Power Module)
3. Signal Boards SB
4. Modules de signal SM (Signal Module)
5. Modules de communication CM (Communication Module)
6. Les cartes mémoire

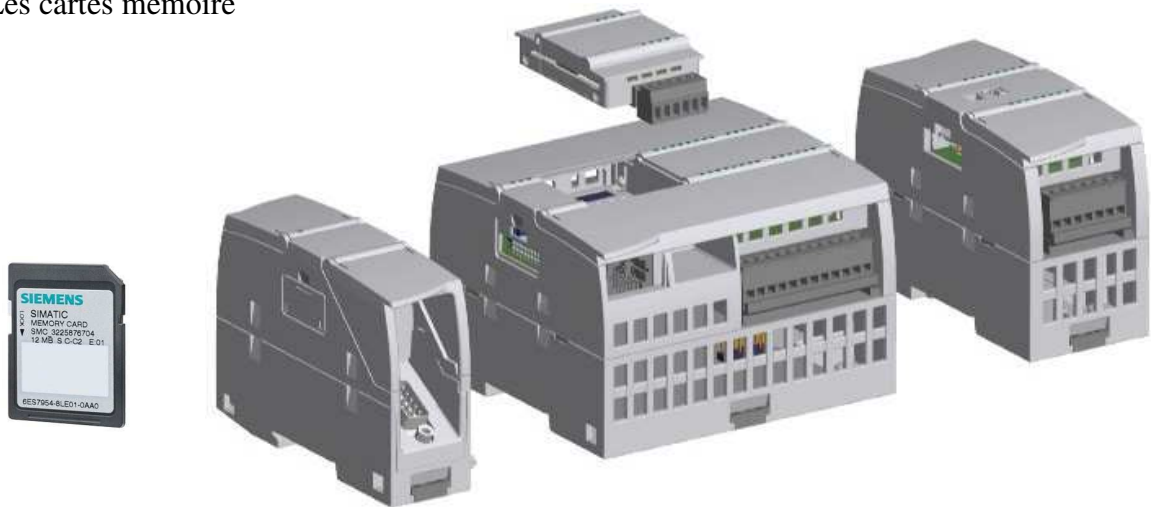


Figure 1.8 : Modules et mémoire d'API S7-1200

I.5. Partie de supervision

C'est la partie qui effectue **la supervision** du système. Aussi appelé l'interface homme machine. Elle permet d'effectuer des réglages d'afficher des messages et de gérer les défauts.

I.5.1. Définition de la supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables [11].

En informatique industrielle, la supervision des procédés peut être une application de surveillance, de contrôle-commande ou de diagnostic ou l'ensemble de ces dernières réunies.

Elle se fait à travers un logiciel fonctionnant sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements.

I.5.2. Avantages de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller le processus à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- Traitement des données.

I.5.3. Interface Homme-Machine

La programmation et la mise en marche d'une installation industrielle automatisée ne sont pas suffisantes, il est donc nécessaire de visualiser l'état et le mode de fonctionnement de l'installation. Il existe plusieurs configurations d'interface de contrôle / commande. La configuration la plus simple est de rassembler toutes les informations sur une **Interface Homme-Machine**, pour faciliter la tâche de l'opérateur [11].

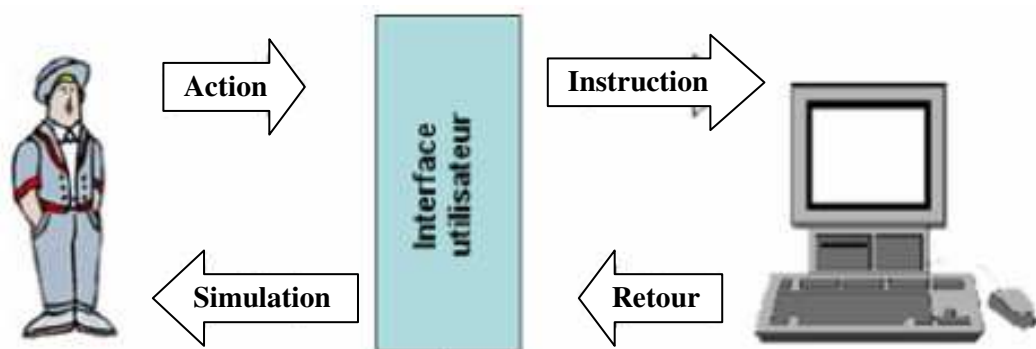


Figure 1.9 : Interface Homme-Machine

I.5.3.1. IHM SAMKOON SK-102HS

La série SK IHM de SAMKOON est un produit d'interface Homme-Machine de haute qualité, il intégrant entièrement une unité centrale, une unité d'entrée et de sortie, un écran, une mémoire et d'autres unités de module, il peut être largement appliqué dans les systèmes de contrôle industriels de tous les secteurs de l'industrie.

Avec une conception optimale via matériel et logiciel, il est conforme aux exigences de contrôle de la machine pour la précision et la précision du toucher, ainsi que pour les couleurs d'écran.

Sur la base de la version précédente, l'IHM de la série SK apporte de grandes améliorations avec un temps de démarrage plus rapide, vitesse de communication supérieure et une sensibilité plus élevée qu'auparavant. Il fournit une interface série standard pouvant être connectée à d'autres

périphériques. Principalement compatible avec la communication série, il peut communiquer avec les principaux API du marché, tels que SAMKOON, MITSUBISHI, SIEMENS, OMRON, MODICON.



Figure 1.10 : Face avant de SK-102HS

I.5.3.2. Différents ports de connexions et d'alimentation de SK-102HS

La figure ci-dessous représente les différents ports de connexions et d'alimentation de SK-102HS.

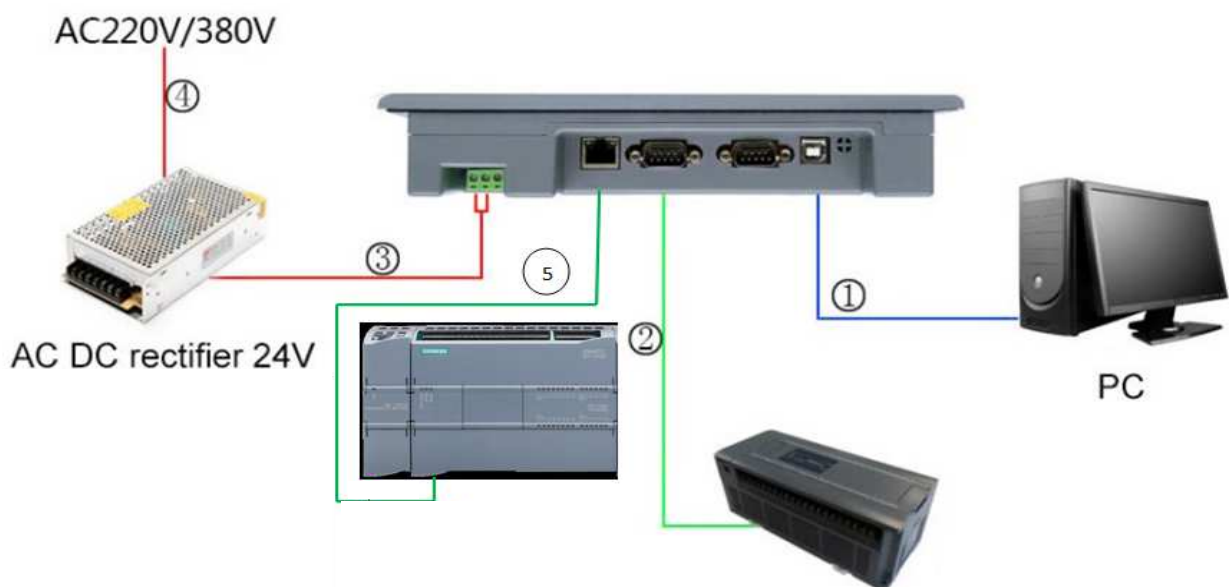


Figure 1.11 : Schéma de connexion de l'écran tactile de la série SK

1. Un port de programmation (USB).
2. Deux ports de programmation (COM).
3. Un connecteur d'alimentation (24V DC).
4. Un connecteur de connexion (Ethernet RG45).

I.5.3.3. Caractéristiques techniques de SK-102HS

Le tableau suivant représente les caractéristiques techniques de SK-102HS :

Tension d'alimentation	24V DC (+/-15%)
Consommation d'énergie	6W
Portes séries	COM1 et COM2 pour liaison série RS 232/422/485
Port USB-A	Support pour une vitesse de transmission de 10M/S
Port USB-B	Support pour flash disc, imprimante, souris et autres périphériques USB
Porte Ethernet	Réaliser la communication entre les IHM ou IHM et le dispositif de commande via Ethernet (S7-1200).
Mémoire	128M FLASH + 128M DDR2
Processeur	processeur hautes performances de qualité industrielle : cortex A8, jusqu'à 600 MHz
Logiciel de programmation	SKTOOL 6.2

Tableau 1.3 : Tableau de caractéristique de SK-102HS

I.6. Logiciel de programmation TIA Portal

Pour programmer notre partie de commande (API S7-1200), on a utilisé le logiciel de Siemens TIA Portal V13 [10].

I.6.1. Présentation du logiciel TIA Portal V13

La plate-forme TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est la dernière évolution des logiciels de travail SIEMENS qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, dans un seul logiciel cette plate-forme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI les variateurs...etc.

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal V13) est l'outil de programmation des nouveaux automates comme [13] :

- ✓ SIMATIC S7-1500
- ✓ SIMATIC S7-1200
- ✓ SIMATIC S7- 400
- ✓ SIMATIC S7- 300



Figure 1.12 : Logo de TIA Portal V13

I.6.2. Création d'un nouveau projet

- Cliquez sur « **Nouveau projet** »
- Complétez les données nécessaires
 - Nom du projet : **Lakhal**
 - Chemin : C:\Users\pc click\Desktop\projet tia
 - Auteur : Par défaut prenant le nom de Pc
 - Commentaire : un petit commentaire sur le programme
- Cliquez sur le bouton « **Créer** »

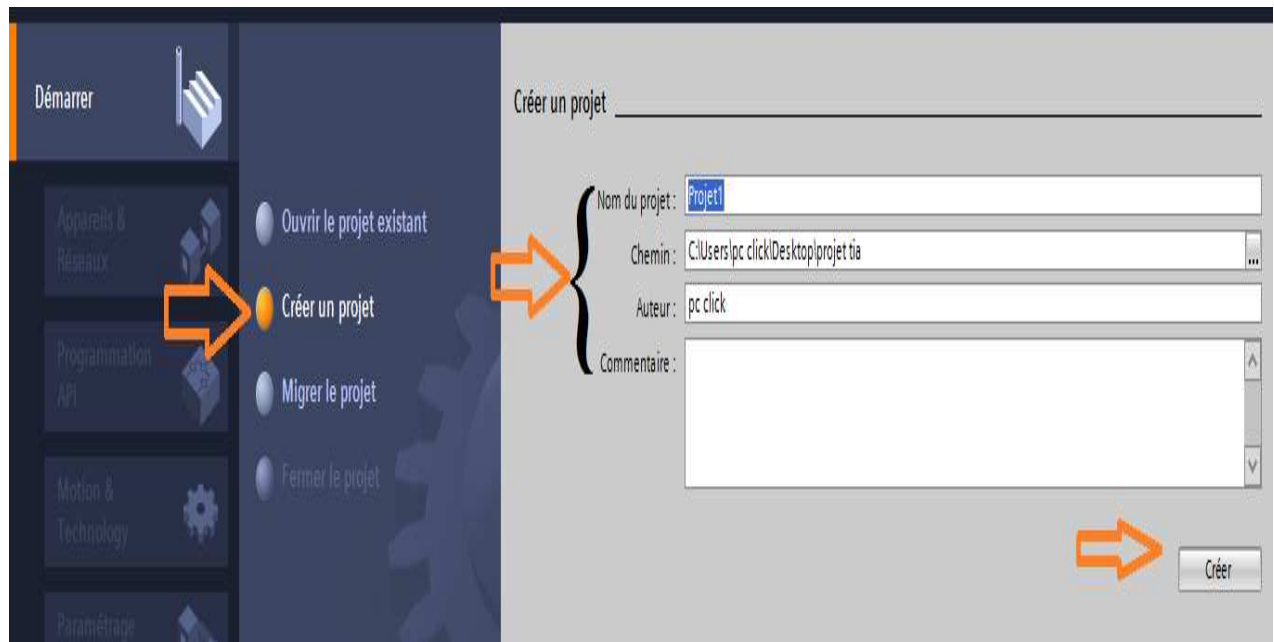


Figure 1.13 : Vue TIA Portal (Création d'un projet)

I.6.3. Configurer et ajouter un appareil

Après la création de notre projet on doit configurer l'appareil qu'on doit programmer.

- Cliquez sur « **Configurer un appareil** » [9].

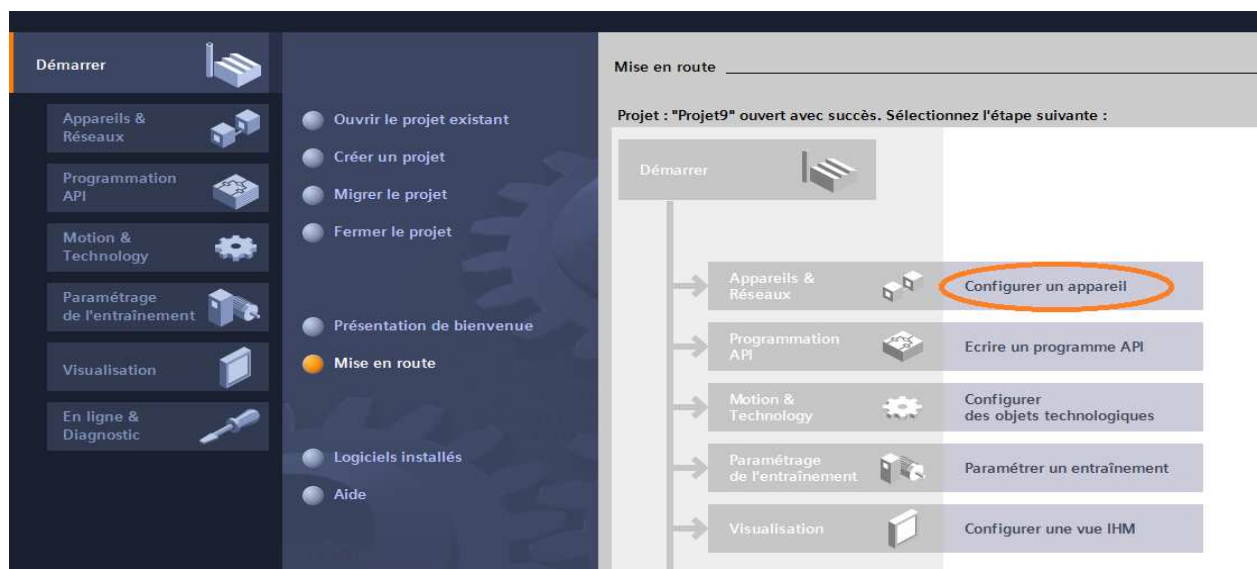


Figure 1.14 : Configurer un appareil sur TIA Portal

- Cliquez sur « **Ajouter un appareil** ».
- Cliquez sur « **SIMATIC S7-1200** ».
- Cliquez sur « **CPU** ».
- Sélectionner le CPU utilisé (dans notre projet on a utilisé le CPU 1214C DC/DC/RLY).

- Sélectionner le numéro de série de CPU concerné.
- Cliquez sur « Ajouter ».

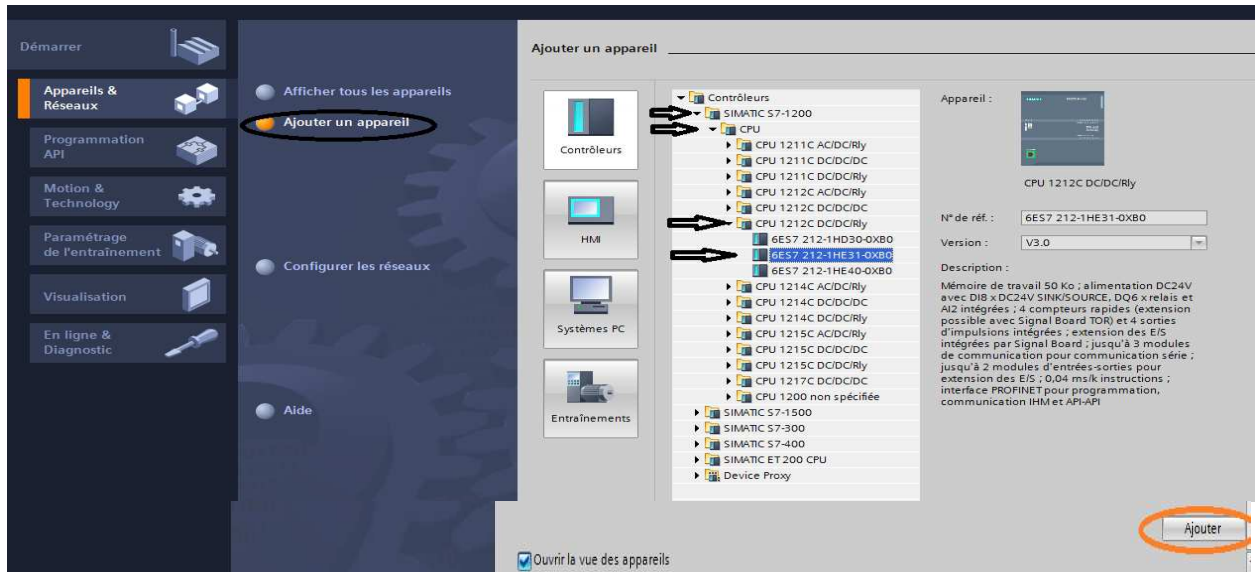


Figure 1.15 : Ajouter un appareil sur TIA Portal

I.6.4. L'interface et l'adresse Ethernet de CPU

Après la configuration et l'ajoute d'appareil on a l'interface suivant :

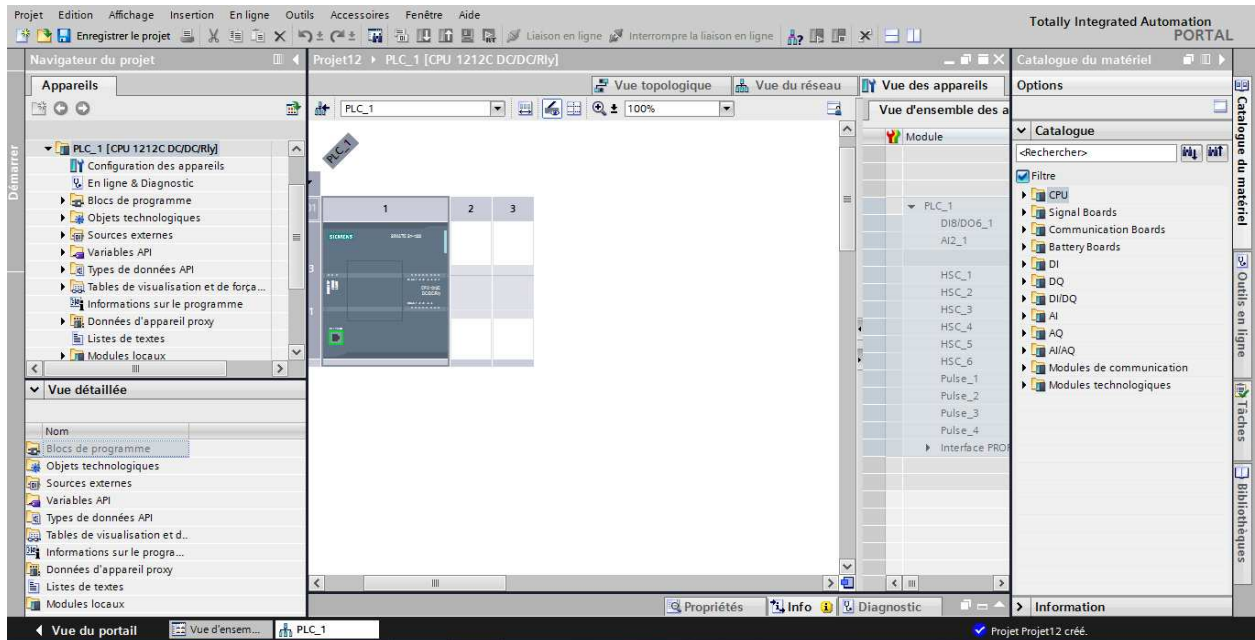


Figure 1.16 : Vue de l'interface de TIA Portal

- l'adresse Ethernet de CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet. Un double

Clique sur le connecteur Ethernet de la station fait apparaître la fenêtre d'inspection permettant de définir ses propriétés. Pour établir une liaison entre la CPU et la console de programmation, il faut affecter aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau. On utilisera comme adresse pour l'automate « **192.168.0.1** » de l'automate.

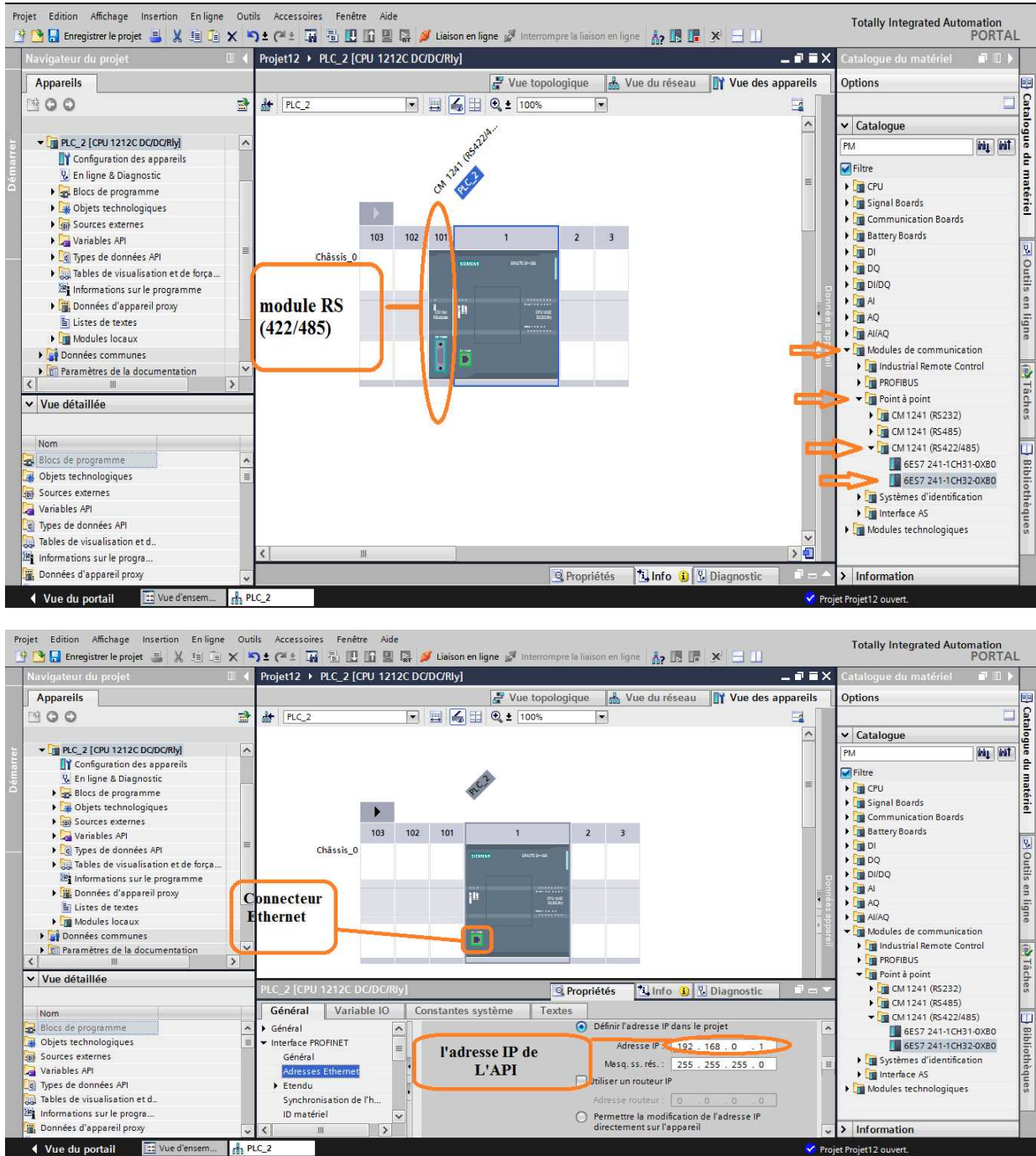


Figure 1.17 : Adresse Ethernet de la CPU

I.6.5. Langages de programmation

Le TIA PORTAL met à disposition de puissants éditeurs pour la programmation des automates SIMATIC S7 [12],[13].

- ✓ Texte structuré (SCL).
- ✓ Schéma à contacts (CONT).
- ✓ Logigramme (LOG).

❖ CONT et LOG – Langages de programmation graphiques

➤ LOG

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

➤ CONT (LADDER)

Le langage LADDER ou schéma à contacts est un langage de programmation graphique très populaire auprès des automaticiens. Il ressemble un peu aux schémas électriques, et est facilement compréhensible. Il existe 3 types d'éléments de langage :

- ❖ Les entrées (ou contact), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne.
- ❖ Les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne.
- ❖ Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

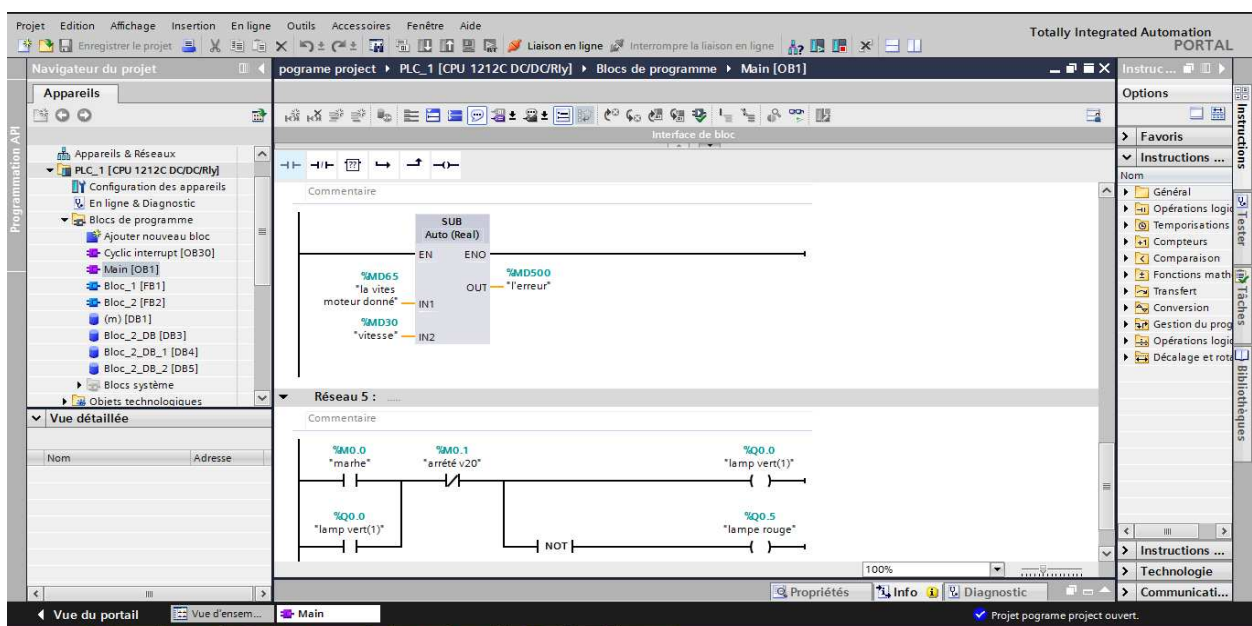


Figure 1.18 : Présentation d'un schéma à contacte (CONT)

❖ SCL (Structured Control Language)

Le SCL (Structured Control Language) correspond au langage textuel de haut niveau ST (Structured Text) défini dans la norme CEI 61131-3. SCL convient notamment à la programmation rapide d'algorithmes complexes et de fonctions mathématiques ou à des missions relevant du domaine du traitement des données.

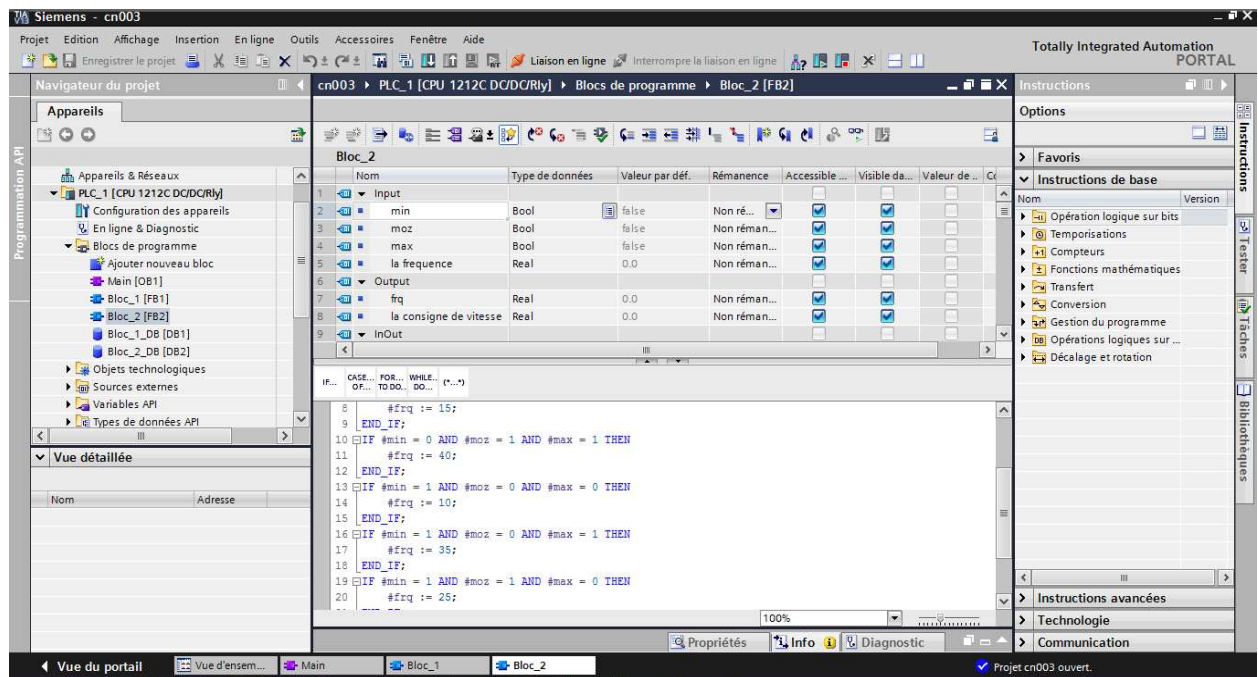


Figure 1.19 : Présentation d'un langage structuré (SCL).

I.6.6. Blocs de programme

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC.

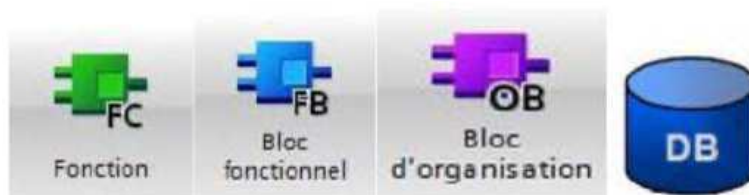


Figure 1.20 : Les différents blocs de programmation

❖ **Les blocs d'organisation OB** : sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les événements suivants :

- Comportement au démarrage.

- Exécution cyclique du programme.
- Exécution du programme déclenchée par des alarmes (cyclique, processus, diagnostic,...).
- Traitement des erreurs.

Pour que le traitement du programme démarre, le projet doit posséder au moins un OB cyclique (par exemple l'OB 1).

❖ **Les fonctions FC** : sont des blocs de code sans mémoire.

Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérands globaux. Elles sont utilisées pour la programmation de fonctions utilisées plusieurs fois. On simplifie de ce fait la programmation.

❖ **Les blocs fonctionnels FB** : sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs.

❖ **Les blocs de donnée DB** : sont des zones données du programme utilisateur qui contiennent des données utilisateur.

I.6.7. Compilation et chargement de programme et la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle et la programmation réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate. La compilation se fait à l'aide de l'icône « **Compiler** » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis on clique sur l'icône « **Compiler** ». En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle.

Pour charger la configuration et le programme dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « **Charger dans l'appareil** » (figure 1.21).

La fenêtre de la figure 1.22 s'ouvre et on doit faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si on choisit le mode PN/IE, l'API doit posséder une adresse IP. Pour faire la liaison entre l'automate et le PC et on charge le programme contenu dans le PC à l'automate.

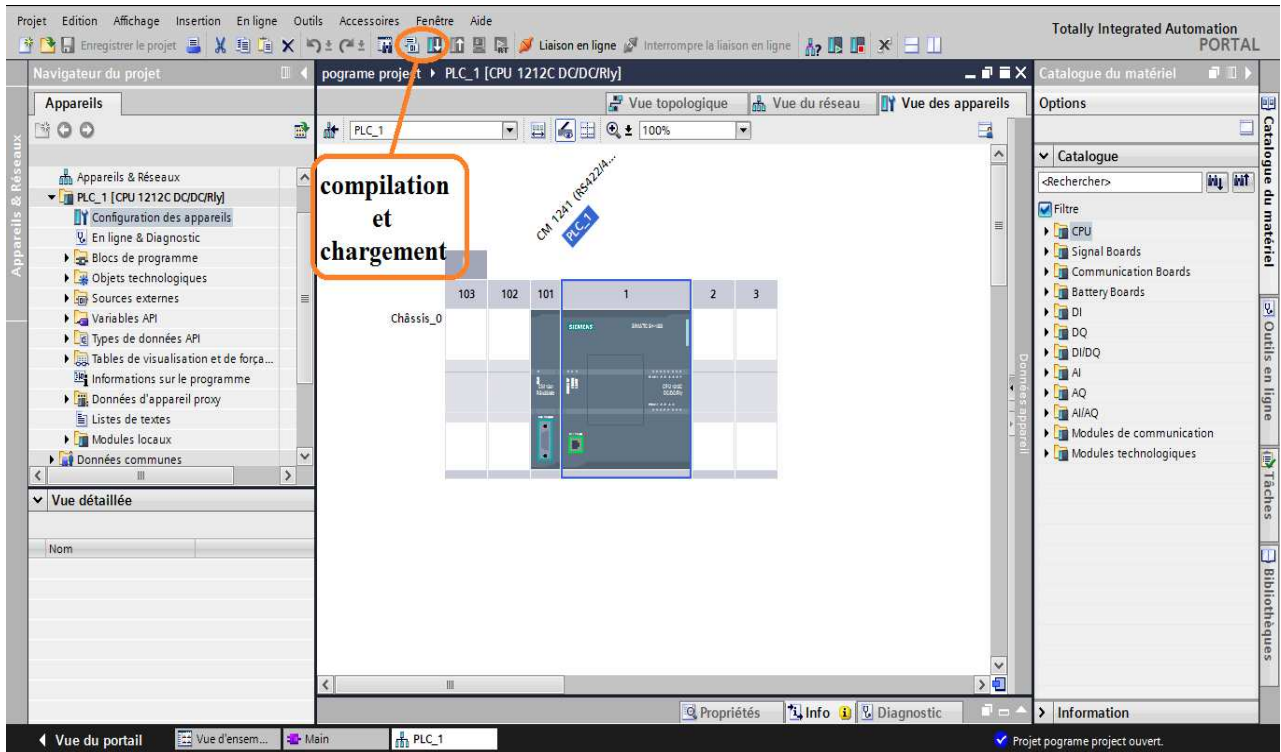


Figure 1.21 : Compilation et chargement dans l'API

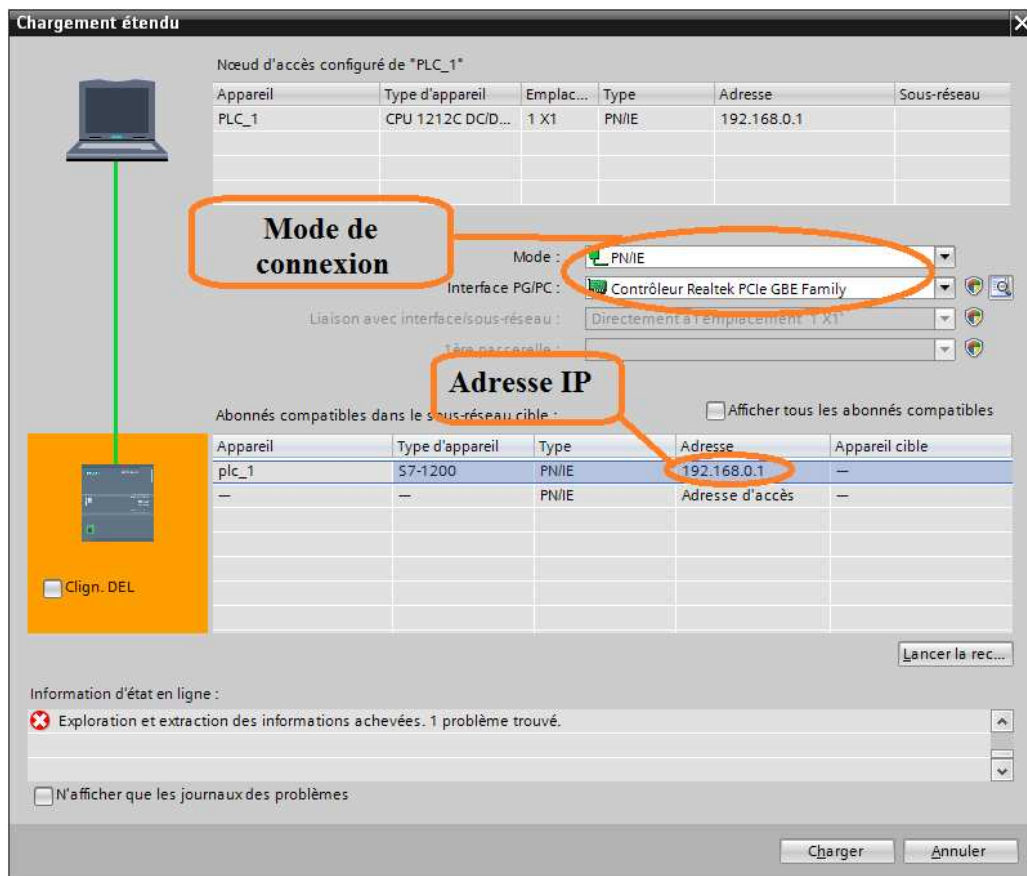


Figure 1.22 : Mode de connexion

I.6.8. Les variables API

I.6.8.1. Adresses symbolique et absolue

Dans TIA Portal, toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos,..) possède une adresse symbolique et une adresse absolue [13].

- **L'adresse absolue** représente l'identificateur d'opérande (I, Q, M,...) et son adresse et numéro de bit.
- **L'adresse symbolique** correspond au nom que l'utilisateur a donné à la variable (ex : Bouton_Marche).

Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des variables API.

Lors de la programmation, on peut choisir d'afficher les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément.

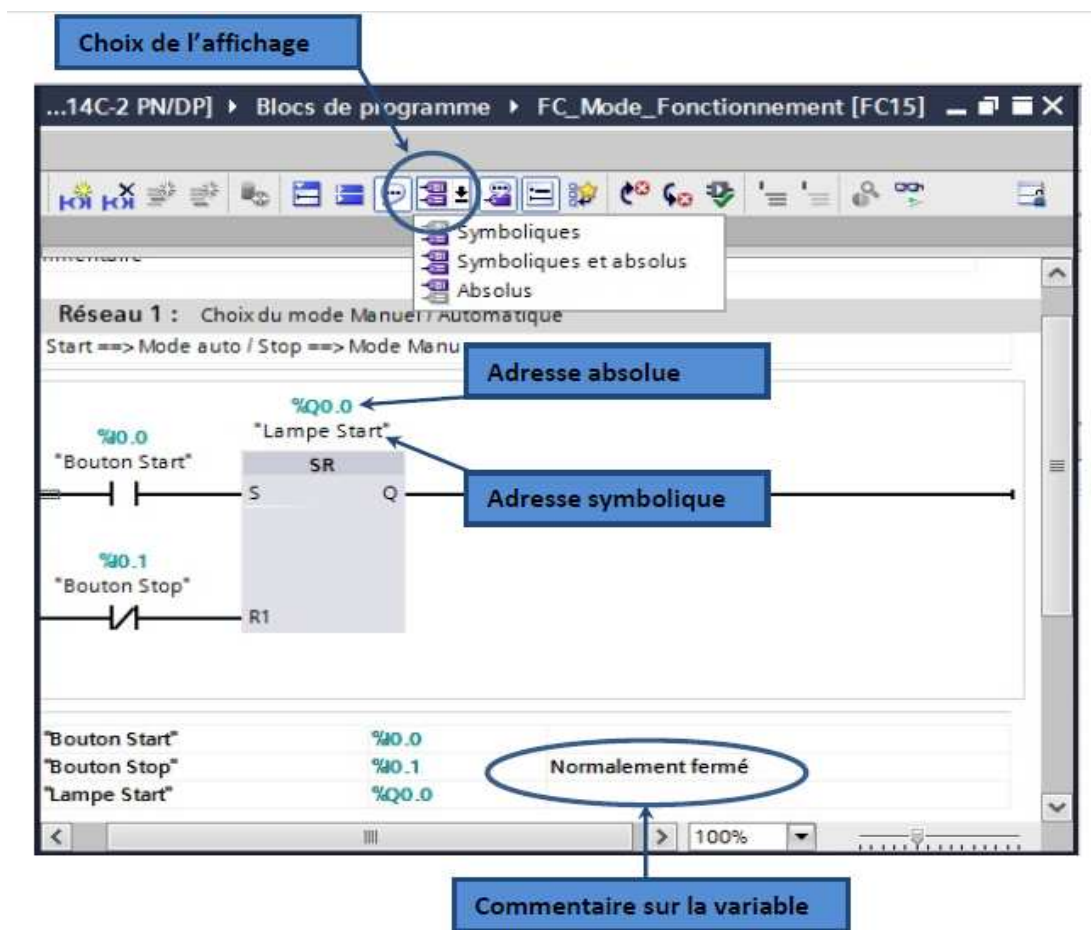


Figure 1.23 : Adresses symbolique et absolue

I.6.8.2. Table des variables API

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées le programme [13].

Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- ✓ *Un nom* : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- ✓ *Le type de donnée* : BOOL, INT,...
- ✓ *L'adresse absolue* : par exemple Q1.5

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

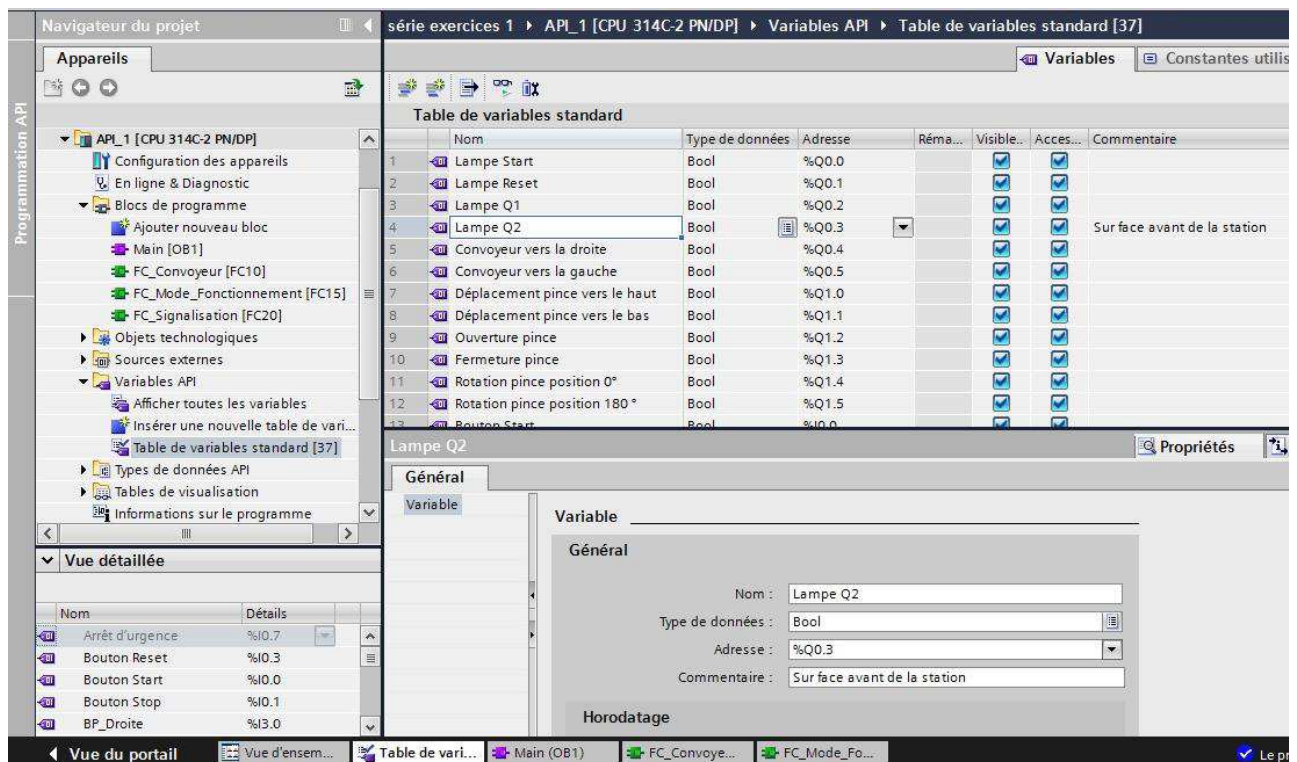


Figure 1.24 : Table des variables API

Remarques :

- La commande copier / coller permet de copier une table des variable sur Excel facilement.
- En sélectionnant le coin inférieur droit d'une cellule d'adresse ou d'un nom et en le faisant glisser vers le bas, on peut créer des variables automatiquement (comme dans Excel).
- Visible dans IHM : seules les variables cochées peuvent être visibles lors de la configuration HMI.
- Accessible dans HMI (uniquement S7 – 1200) : permet au pupitre HMI l'accès en ligne aux variables API sélectionnées.

I.6.8.3. Signalisation des erreurs dans la table des variables

- Lorsqu'il y a une erreur de syntaxe dans la table des variables API, celle-ci est signalée en rouge ou en orange. Lorsque l'on sélectionne la case colorée, un message signalant le type d'erreur apparaît.
- Une table des variables contenant des erreurs peut être enregistrée mais ne pourra pas être compilée et chargée dans l'automate [13].

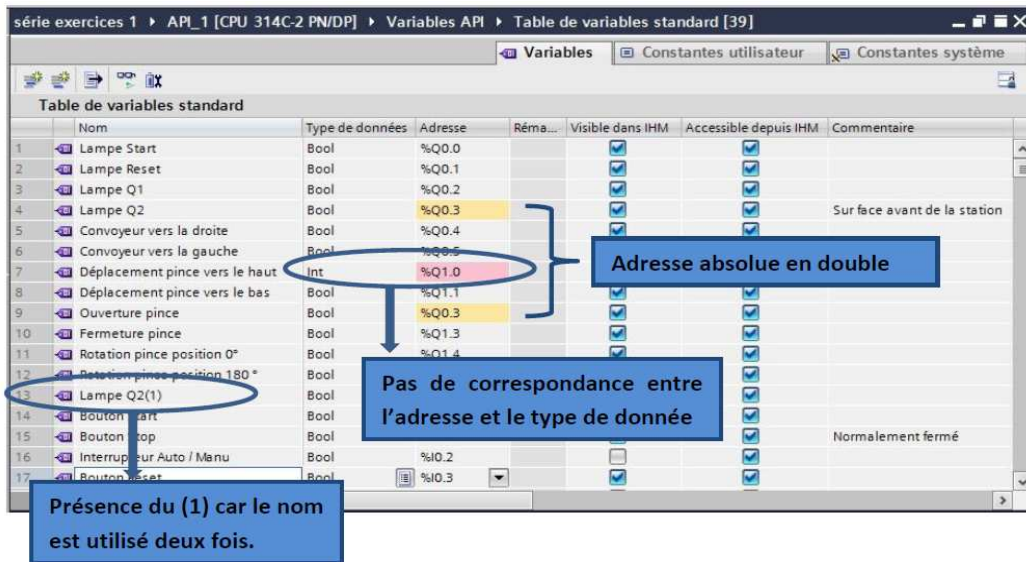


Figure 1.25 : Signalisation des erreurs dans la table des variables

I.6.8.4. Renommer / réassigner des variables

Il est possible de renommer et réassigner les variables API dans la fenêtre de programmation. Pour cela, il faut faire un clic droit sur la variable en question et choisir l'option renommer ou réassigner.

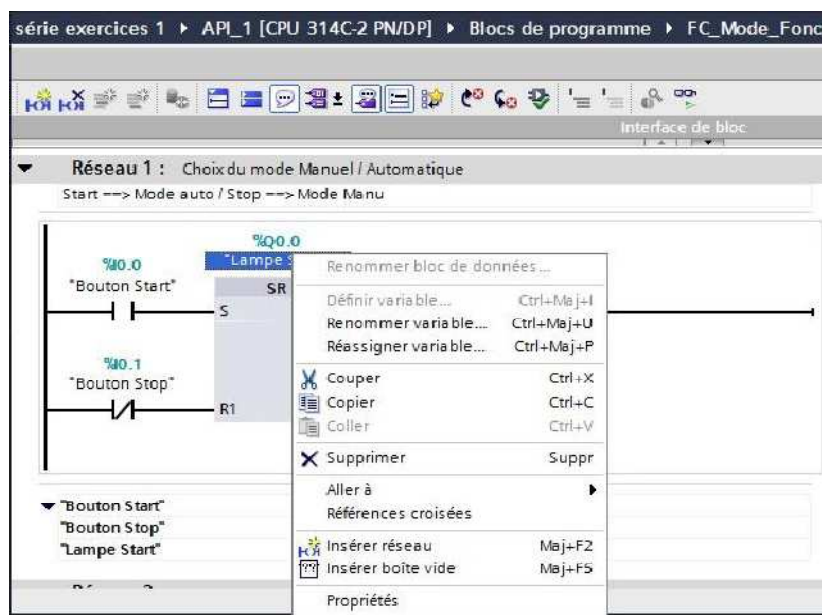


Figure 1.26 : Renommer / réassigner des variables (a)

La fenêtre ci dessous s'ouvre.

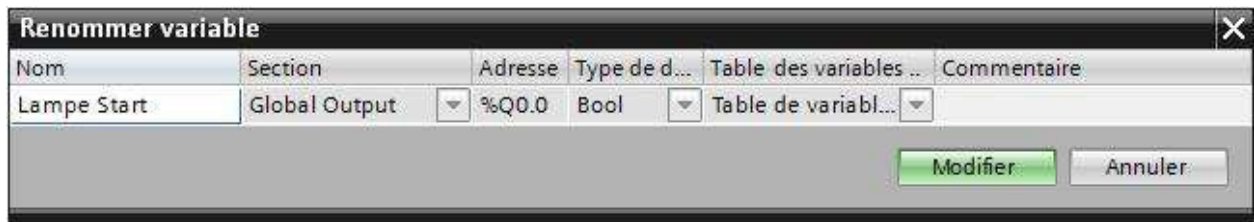


Figure 1.27 : Renommer / réassigner des variables (b)

- *Renommer la variable* donne l'accès aux paramètres Nom et Commentaire.
- *Réassigner la variable* donne l'accès aux paramètres Section, Adresse, Type de données, Table des variables API et Commentaire.

I.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les systèmes automatisés, on a basé beaucoup plus sur la partie commande et la partie supervision. Dans la partie de commande on a parlé sur les automates programmables et ces structures internes et externes.

La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre unité à distance et nous présenter l'IHM SAMKOON SK-102HS et la possibilité de communiquer avec les principaux API de marché.

Nous avons présenté la procédure à suivre pour la création de notre programme sous TIA Portal V13, un aperçu des blocs contact a été donné ainsi que les compteurs rapides utilisés lors de la programmation.

CHAPITRE II

Les actionneurs pneumatiques et électriques

II.1. Introduction	29
II.2. Les pré-actionneurs	29
II.3. Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques	35
II.4. Les actionneurs électriques	39
II.5. Les capteurs	45
II.5. Conclusion	50

II.1. Introduction

La partie opérative d'un automatisme est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques (déplacement, émission de lumière...), mesure des grandeurs physiques (température, humidité, luminosité...) et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs. Plus simple : la partie opérative reçoit les ordres de la partie commande et les exécute.

Dans ce chapitre, nous présenterons quelque éléments de la partie opérative tel que les préactionneurs, les actionneurs pneumatiques (vérins pneumatiques) et électriques (Moteur asynchrone monophasé).

II.2. Les pré-actionneur

II.2.1. Quel est l'intérêt d'un pré-actionneur ? (Raison d'être)

La majorité des systèmes automatisés industriels ont pour partie commande un API (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 [1].

II.2.2. Fonctionnement

Sa fonction est de transmettre un ordre de la partie commande à la partie opérative. Généralement 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.

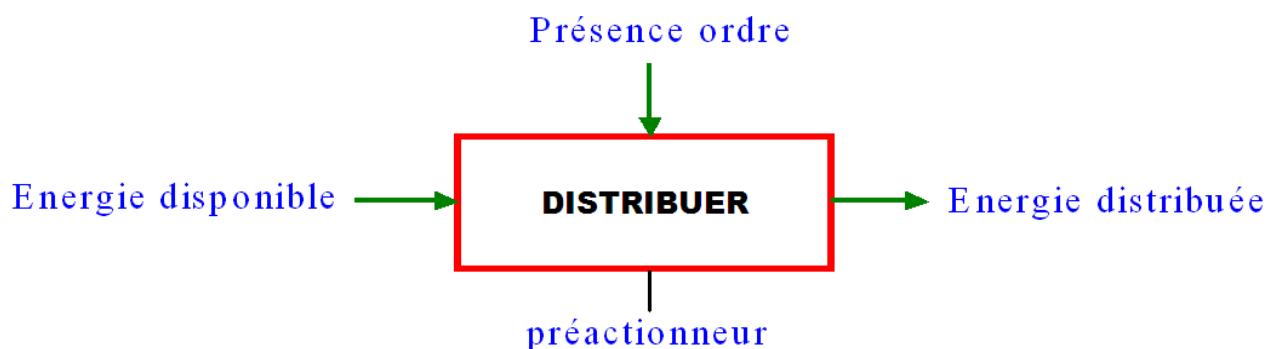


Figure 2.1 : Le distributeur (Schéma de principe)

II.2.3. Classification des pré-actionneurs

En fonction des grandeurs d'entrée et de sortie, on peut classer les préactionneurs par :

- Pré-actionneurs pneumatiques et hydraulique (les distributeurs).
- Pré-actionneurs électriques [1].

II.2.3.1. Les pré-actionneurs pneumatiques et hydrauliques

Un 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 de l'air entre les différents orifices et la partie fixe.

Les distributeurs sont les pré-actionneurs privilégiés des actionneurs. A chaque type d'actionneur correspond un distributeur que l'on caractérise par [19] :

- ✓ Le **type de commande** (manuel, électrique, hydraulique, pneumatique,...ect) ;
- ✓ **Sa stabilité** (monostable ou bistable) ;
- ✓ Le **nombre de position** et le nombre d'orifices.

a. Stabilité d'un pré-actionneur pneumatique et hydraulique

On distingue deux types de pré-actionneurs selon le critère de stabilité :

- Un pré-actionneur est dit **monostable** s'il a besoin d'un ordre pour le faire passer de sa position repos à sa position travail, et que le retour à sa position repos s'effectue automatiquement lorsque l'ordre disparaît : il n'est stable que dans sa position repos.



Figure 2.2 : Distributeur 5/2 monostable commande électrique

- Un pré-actionneur est dit **bistable** s'il a besoin d'un ordre pour passer de sa position repos à sa position travail et qu'il reste en position travail à la disparition de cet ordre. Il

ne peut revenir à sa position repos que s'il reçoit un second ordre : il est stable dans les deux positions, repos et travail [1].



Figure 2.3 : Distributeur 5/2 bistable commande électrique et manuelle

État au repos : Un pré-actionneur monostable est dit *Normalement Fermé (N.F)*, s'il ne laisse pas passer l'énergie vers l'actionneur quand il est au repos. En revanche, un pré-actionneur monostable est dit *Normalement Ouvert (N.O)* s'il laisse passer l'énergie vers l'actionneur quand il est au repos.

b. Les différents types de distributeurs pneumatique et hydraulique

On désigne un distributeur avec deux chiffres : Le premier chiffre désigne le nombre d'orifices et le deuxième désigne le nombre de positions de communication [19].

Exemple : un distributeur 2/2 possède 2 orifices et 2 positions de communication.

La schématisation d'un distributeur permet de connaître le nombre de positions, d'orifices, de voies, et les différents types de pilotages. Le symbole d'un distributeur contient :

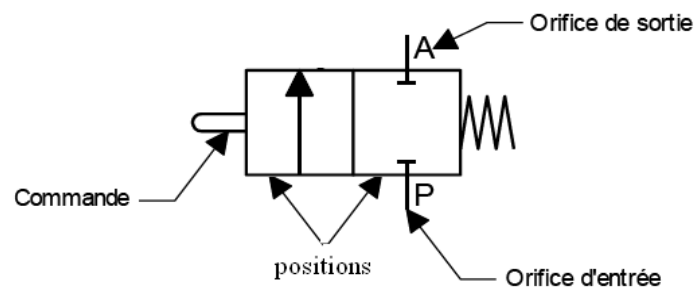
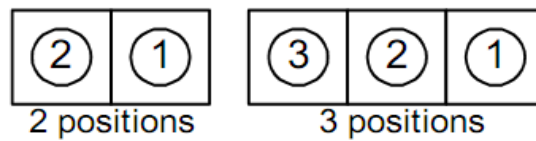


Figure 2.4 : Le symbole d'un distributeur 2/2

c. Principe de la symbolisation d'un distributeur pneumatique et hydraulique

Les positions se représentent à l'aide de 2 ou 3 cases :



Les orifices sont représentés comme ci-dessous :

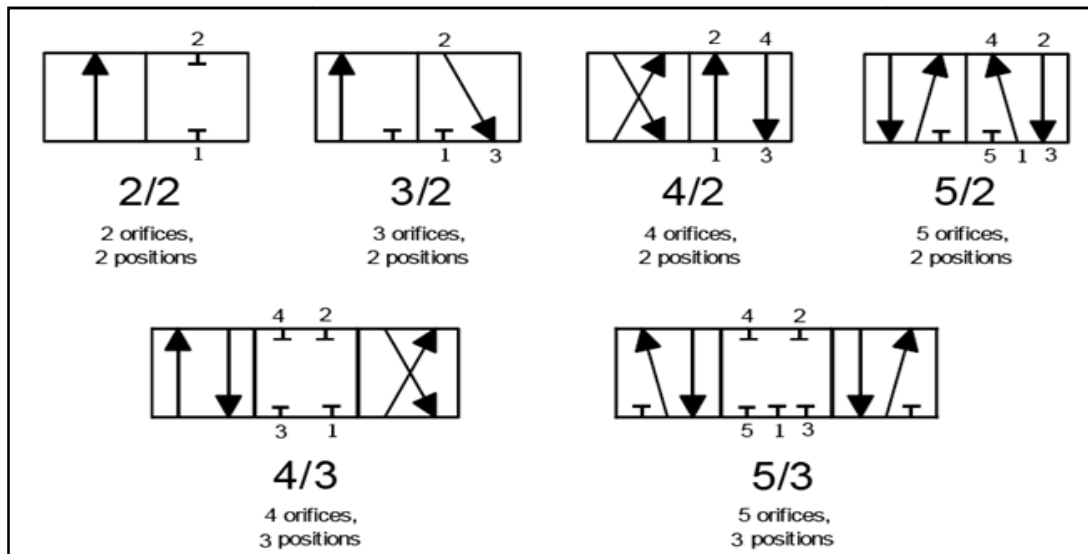
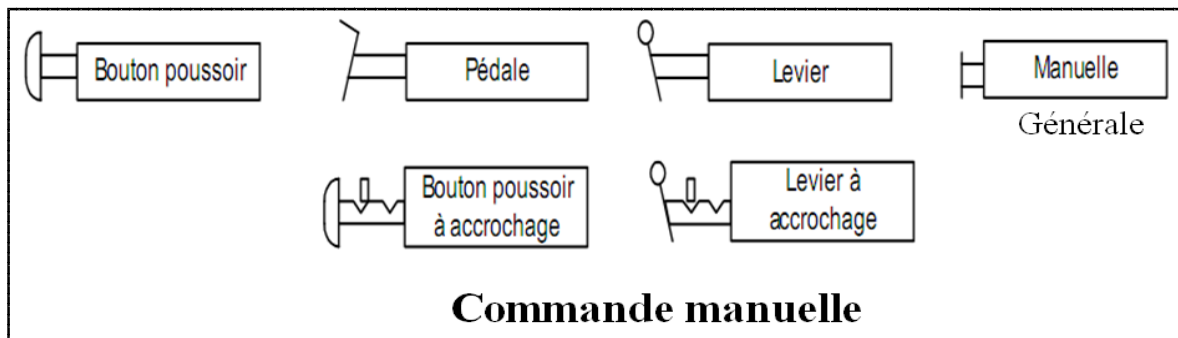


Figure 2.5 : Les différents symboles d'un distributeur

d. Pilotage des distributeurs pneumatique et hydraulique

Pour que le distributeur puisse changer de position, il doit être actionné par une commande extérieure. Cette commande peut être de nature *mécanique*, *manuelle*, *électrique*, *pneumatique* ou *hydraulique* [1].



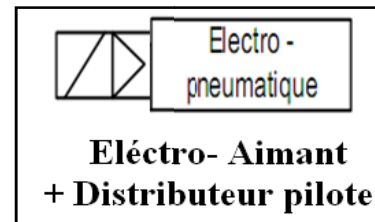
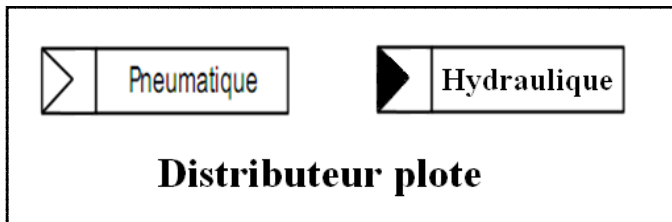
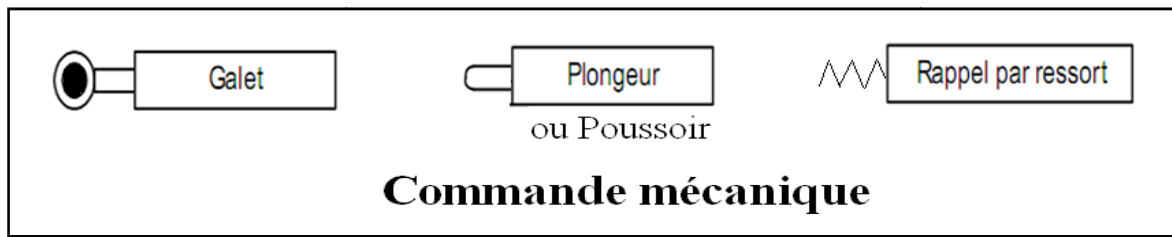


Figure 2.6 : Les différents pilotages des distributeurs pneumatique et hydraulique

Le tableau suivant représente quelques exemples de distributeur avec leurs commandes.

Commande manuelle		
Par Levier	Par Pédale	Par bouton poussoir
		

e. Positionnement des distributeurs pneumatique et hydraulique

Elle tient compte du nombre d'orifices et du nombre de positions.

- **Distributeur normalement fermé (NF), pour 2/2 et 3/2 :** lorsqu'il n'y a pas de circulation du fluide à travers le distributeur en position repos (ou initiale), le distributeur est dit normalement fermé.
- **Distributeur normalement ouvert (NO), pour 2/2 et 3/2 :** c'est l'inverse du cas précédent ; au repos, il y a circulation du fluide à travers le distributeur.

- **Centre fermé, pour 4/3 ou 5/3** : en position neutre ou repos à centre fermé, le fluide ne peut pas circuler entre les chambres et les échappements, ce qui bloque la tige ou l'arbre moteur. Il est intéressant pour un redémarrage sous charge (ex : charges suspendues, etc.).
- **Centre ouvert, pour un 4/3 ou un 5/3** : en position neutre, à centre ouvert, le fluide peut circuler librement. La purge des chambres et la libre circulation de la tige (libre rotation de l'arbre moteur) sont ainsi possibles. Ce cas est intéressant pour supprimer les efforts développés et faire des réglages [19].

II.2.3.2. Les pré-actionneurs électriques, Les relais et les contacteurs

a. Définition

Relais est le terme général qui désigne les pré-actionneurs électriques. Les contacteurs sont des relais, avec la différence que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important. Ainsi, des contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW) et en général des consommateurs de fortes puissances. Ils possèdent un pouvoir de coupure important.

Ils sont aussi utilisés en milieu domestique pour alimenter des appareils électriques comme le chauffage ou le chauffe-eau .

Donc un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique ou pneumatique [1].

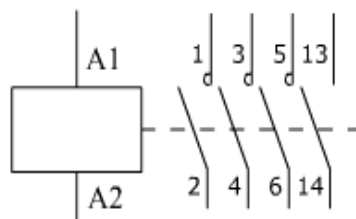


Figure 2.7 : Symbole électrique d'un contacteur tripolaire

Symbole électrique d'un contacteur tripolaire : à gauche la bobine, au centre les contacts de puissance, à droite un contact auxiliaire.

b. Repérage des bornes

Chaque borne est repérée par un nombre. Un seul chiffre pour les bornes de puissance et deux pour les bornes des contacts auxiliaires.

Chaque borne de puissance possède un chiffre impair pour les bornes supérieures, et un chiffre pair pour les bornes inférieures. Les bornes des contacts auxiliaires possèdent deux chiffres : le chiffre des unités indique le type du contact : 1-2 pour un NF (*Normalement Fermé*), 3-4 pour un NO (*Normalement ouvert*), 5-6 et 7-8 pour des contacts spéciaux, notamment sur les blocs temporisés, le chiffre des dizaines permettant d'identifier chaque contact (il n'y a qu'un seul contact 13-14, 23-24...). Les bornes de la bobine de commande sont repérées A1 et A2.

c. Principe de fonctionnement

Quand l'automate envoie l'ordre de commande (signal de 220V ou 24V) à la bobine, le courant électrique crée un champ magnétique dans cette dernière, qui pousse la barre de commande. Les contacts changent alors d'état. Dès la disparition de l'ordre, les contacts reprennent leur état de repos.

II.3. Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques

Un actionneur pneumatique ou hydraulique transforme l'énergie pneumatique ou hydraulique (débit, pression) en énergie mécanique sous forme d'un mouvement permettant de provoquer un déplacement (translation), rotation ou une aspiration...etc.

II.3.1. Les vérins

II.3.1.1. Définition

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, ...

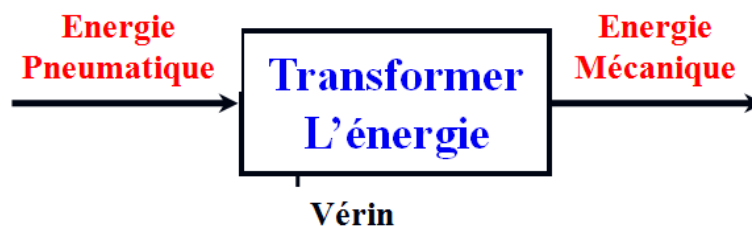


Figure 2.8 : Schéma de principe d'un vérin

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige [1]:

- ✚ **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*.

II.3.1.2. Constituants de base d'un vérin

Quelque soit le vérin, son type et son constructeur, il sera constitué des mêmes éléments. Le piston est solidaire de la tige qui peut se déplacer à l'intérieur du corps. Le corps est délimité par le nez et le fond dans lesquels sont aménagés des orifices d'alimentation en air comprimé. Les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé s'appelle les chambres (Chambre arrière et chambre avant) [1].

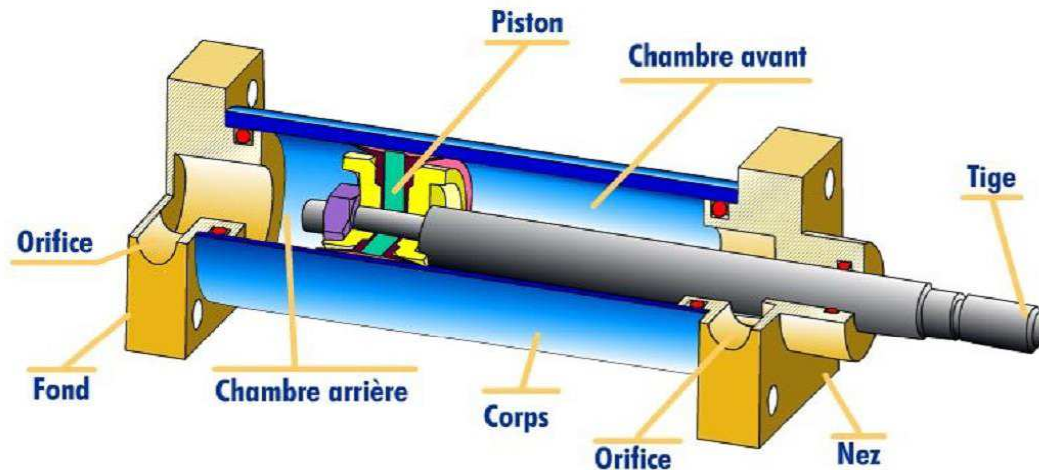


Figure 2.9 : Constituants de base d'un vérin

II.3.1.3. Principe de fonctionnement

C'est l'air comprimé qui, en pénétrant dans l'une des chambres, pousse le piston. La tige se déplace. L'air présent dans l'autre chambre est donc échappé et évacué du corps du vérin.

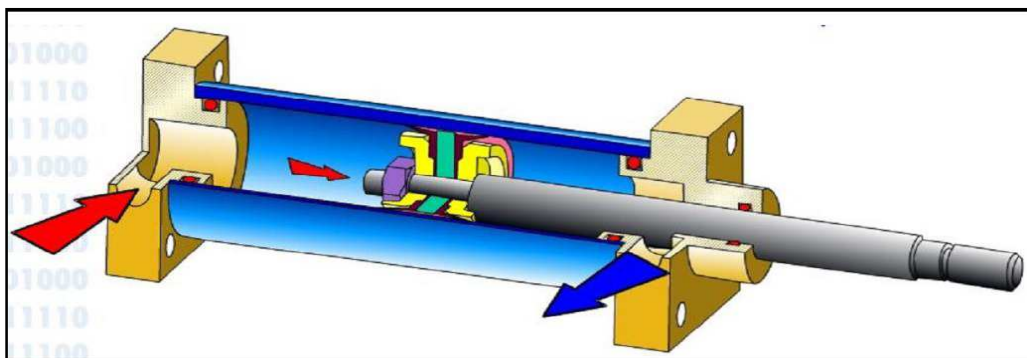


Figure 2.10 : Principe de fonctionnement du vérin (la tige sort)

Le mouvement contraire est obtenu en inversant le sens de déplacement de l'air comprimé.

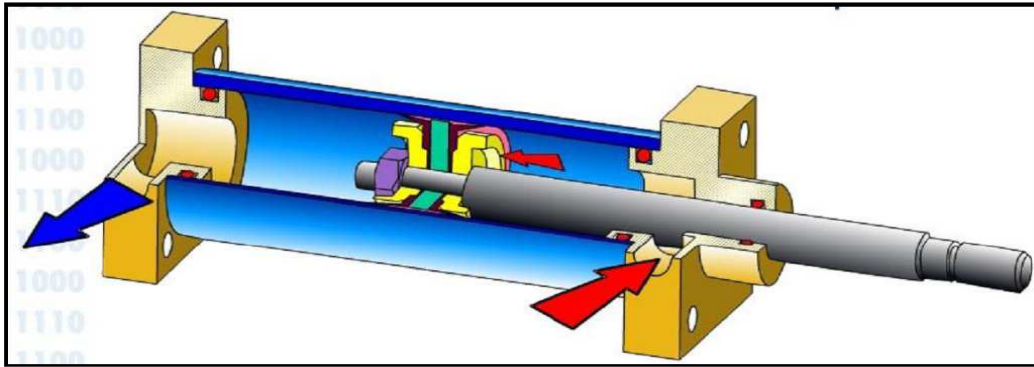


Figure 2.11 : Principe de fonctionnement du vérin (la tige rentre)

II.3.1.4. Vérins simple et double effet

a. Vérins simple effet

Le vérin simple effet est un composant monostable. L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : ressort, charge, ...

Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement [19].

✓ Symbole :

La figure ci-dessous représente le symbole du vérin simple effet.

Vérin effet en poussant (à l'état repos, la tige est rentrée)	
Vérin simple effet en tirant (à l'état repos, la tige est sortie)	

Figure 2.12 : Symbole du vérin simple effet

b. Vérins double effet

Le vérin double effet est un composant bistable parce que le piston se déplace dans les deux sens grâce à la pression de l'air comprimé (comporte deux orifices d'admission et d'échappement alternativement). Les vérins à double effet sont utilisés là où une force est exercée dans les deux sens.

✓ Symbole :

La figure ci-dessous représente le symbole du vérin double effet.

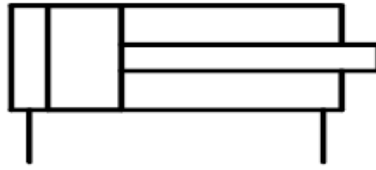


Figure 2.13 : Symbole du vérin double effet

II.3.1.5. Utilisation des vérins pneumatiques et hydrauliques

Utilisation des vérins et très vaste sur tout dans le domaine industriel, la figure ci-dessous représente quelque utilisation des vérins pneumatiques ou hydraulique.

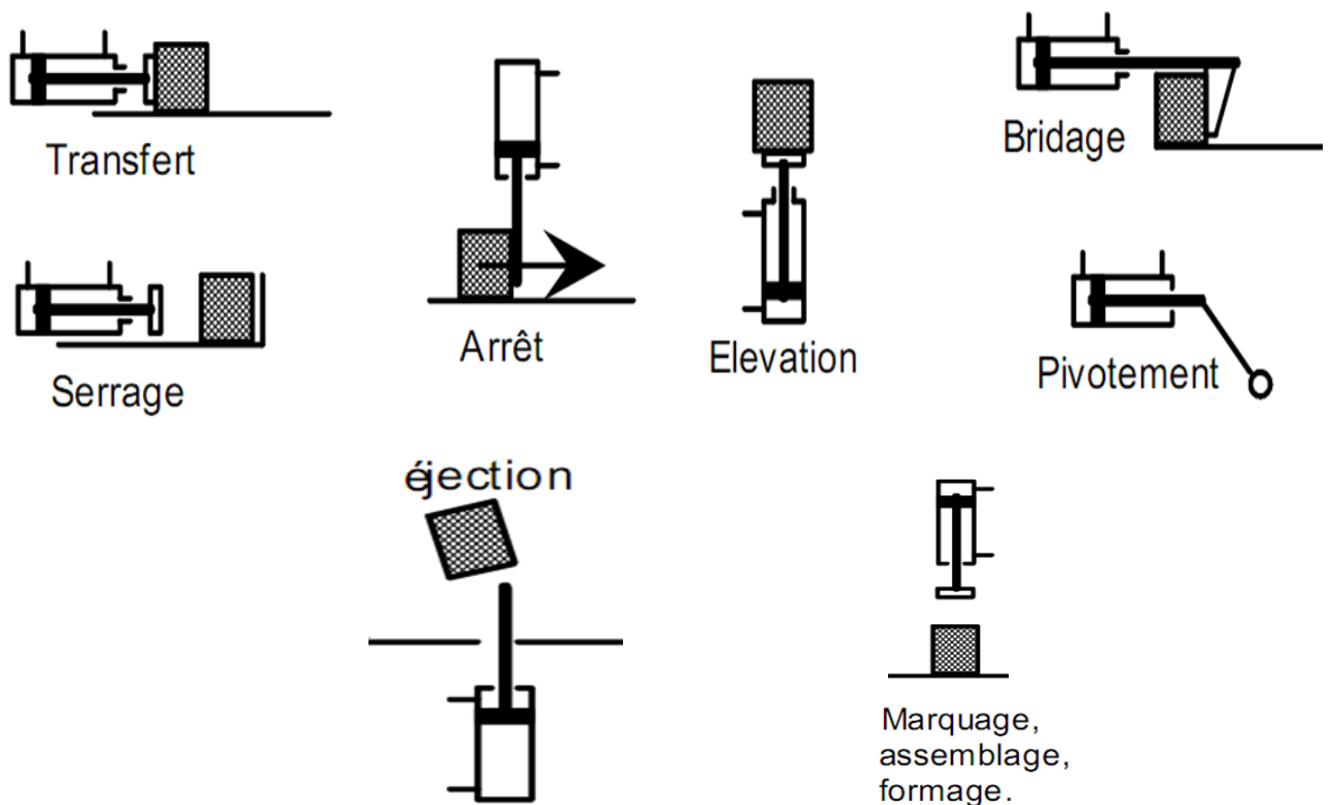


Figure 2.14 : Utilisation des vérins hydrauliques et pneumatiques

II.3.2. Les appareils de protection et de régulation

II.3.2.1. Le limiteur de débit

a. Définition

Le limiteur de débit a pour fonction, comme son nom l'indique, de limiter le débit d'air ou d'un fluide dans une installation. Généralement utilisés pour contrôler ou limiter la vitesse des actionneurs pneumatique et hydraulique.

b. Principe de fonctionnement

Le rôle de ce composant est de faire varier la section dans laquelle le fluide circule, donc la quantité d'air ou fluide sera ainsi réduite. Il existe deux limiteurs de débit :

- ✓ *Simple* (bidirectionnel) : le réglage est possible **dans les deux sens** ;
- ✓ Avec *clapet anti-retour* (unidirectionnel) : le réglage est possible **uniquement dans un seul sens**. Un réglage séparé devant être prévu pour les vérins double effet ou les moteurs hydrauliques travaillant dans les deux sens.

c. Symbole

La figure ci-dessous représente les symboles des limiteurs de débit bidirectionnel et unidirectionnel respectivement.



Figure 2.15 : Symbole des limiteurs de débit bidirectionnel et unidirectionnel

II.4. Les actionneurs électriques

II.4.1. Les moteurs asynchrone monophasé

II.4.1.1. Généralités

a. L'enroulement principal et auxiliaire

La plupart des moteurs monophasés que nous avons l'habitude de retrouver dans l'industrie frigorifique sont constitués de deux enroulements à savoir :

Un enroulement principal "P" (ou "R" comme Run en anglais). Ce dernier est prévu pour être alimenté en permanence. Cet enroulement doit être capable de supporter l'intensité nominale du moteur [20].

Un enroulement auxiliaire "A" que l'on appelle généralement "enroulement de démarrage" (start). Il est constitué d'un fil de section plus faible que l'enroulement principal (sa résistance est donc plus élevée).

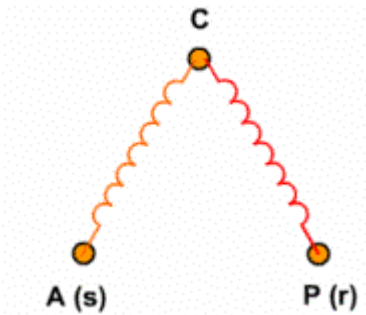


Figure 2.16 : L'enroulement principal et auxiliaire d'un moteur monophasé

A noter : L'enroulement auxiliaire permet de démarrer le moteur en lui fournissant un couple de démarrage supérieur au couple résistant de la machine.

b. Démarrage du moteur à l'aide d'un relais d'intensité

b.1. Utilisations

Ce relais de démarrage est généralement utilisé sur les moteurs monophasés de petites puissances inférieures à 500 W. la figure ci-dessous représente le schéma interne du relais [20].

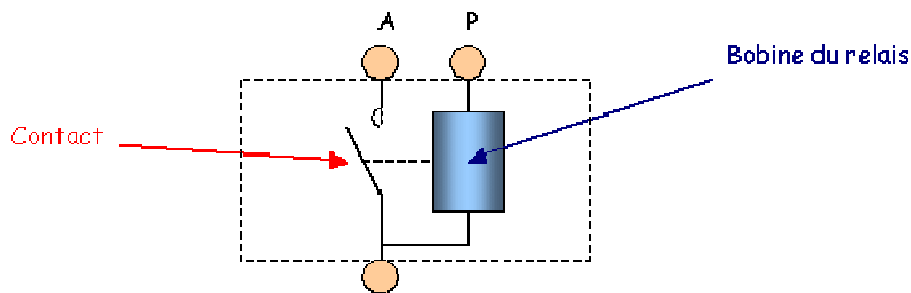


Figure 2.17 : Schéma interne du relais

b.2. Montage

Le relais d'intensité doit être monté en série avec la phase de marche, opérant un contact rapide sur phase auxiliaire.

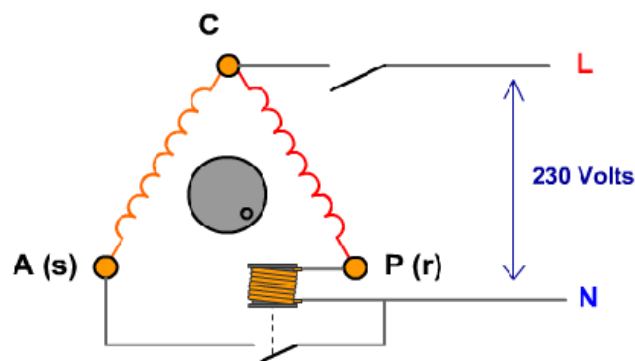


Figure 2.18 : Relais d'intensité avec l'enroulement principal et auxiliaire

Pour l'instant, seul l'enroulement permanent est alimenté. Le moteur ne peut pas démarrer ce qui provoque une augmentation de l'intensité absorbée cette augmentation d'intensité permet d'obtenir une tension suffisante aux bornes de la bobine du relais d'intensité celui-ci peut donc fermer son contact et autoriser l'alimentation de l'enroulement auxiliaire L'enroulement auxiliaire donne l'impulsion nécessaire. Le moteur démarre. Au fur et à mesure que le rotor prend de la vitesse, l'intensité absorbée par le moteur diminue La tension aux bornes de la bobine n'est plus suffisante pour que le relais garde son contact fermé par conséquent, celui s'ouvre Désormais seul l'enroulement permanent est maintenu alimenté, le rotor poursuit sa rotation.

b.3. Principe de fonctionnement

Le relais colle avec l'appel de courant au démarrage, le contact se ferme et alimente la phase auxiliaire, mais le courant décroît brusquement dans la phase principale quand le moteur approche de sa vitesse nominale, ce qui a pour effet d'ouvrir le contact quand la valeur de seuil du relais est atteinte et de couper l'alimentation de la phase de démarrage.

c. Le condensateur

c.1. Rôle et emploi

Le condensateur aussi appelé capacité, a pour but de stocker momentanément entre ses armatures le constituant, un potentiel électrique (d.d.p) et de le restituer ensuite. Tout cela avec le moins de perte possible. Les valeurs stockées sont bien sûr très faibles et l'on ne peut le comparer à un petit accumulateur que par le fait qu'il se charge et se décharge. Son emploi est assez courant, on utilise ses capacités (sans jeu de mots) aussi bien pendant son temps de charge que celui de décharge. On l'utilise comme filtre, anti-parasite, temporisateur, correcteur, doubleur de tension, protection, ligne de retard, condensateur de démarrage moteur, relèvement de cosinus fi, etc...

c.2. Constitution

Un condensateur est constitué par deux armatures métalliques séparées par un isolant (diélectrique) auxquelles sont reliés les fils de connexions.

II.4.1.2. Types des moteurs monophasés [21]

- 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.4.1.3. Choix d'un moteur monophasé

a. A phase auxiliaire résistive

- ✓ le plus courant, pour couples de démarrage moyens
- ✓ démarrages peu fréquents
- ✓ 60 W- 250 W
- ✓ pour ventilateurs, pompes centrifuges, machines à laver, brûleurs, petites machines-outils telles que des tours, des meules, etc.

b. A phase auxiliaire capacitive

- ✓ pour forts couples de démarrage ou charges de grandes inerties
- ✓ 0.5 kW - 8 kW
- ✓ pour outils fixes tels scies de table, compresseurs; appareils domestiques (laveuses, séchoir à linge, équipement de ferme, convoyeurs); gros ventilateurs, des pompes à piston, etc.

c. A condensateurs permanents

- ✓ pour faible couples de démarrage
- ✓ faible puissance car mauvais rendement
- ✓ simples; robustes, faibles coûts de maintenance
- ✓ silencieux
- ✓ pour les séchoirs à cheveux, humidificateur, four à micro-ondes, etc.

d. universels série

- ✓ pour grandes vitesses
- ✓ pour poids et encombrement faibles
- ✓ pour outils portatifs, aspirateurs domestiques, petites machines-outils

II.4.1.4. Moteur à condensateur permanent

a. Propriétés

Les moteurs à condensateur permanent ressemblent fortement aux moteurs à phase auxiliaire capacitive [21].

Les principales différences résident:

- ✓ dans l'enroulement auxiliaire;
- ✓ dans les types de condensateur utilisés.

Ainsi, le nombre de spires de l'enroulement auxiliaire est supérieur à celui de l'enroulement principal, alors que le condensateur est non pas électrolytique mais au papier imprégné d'huile (figure ci-dessous).

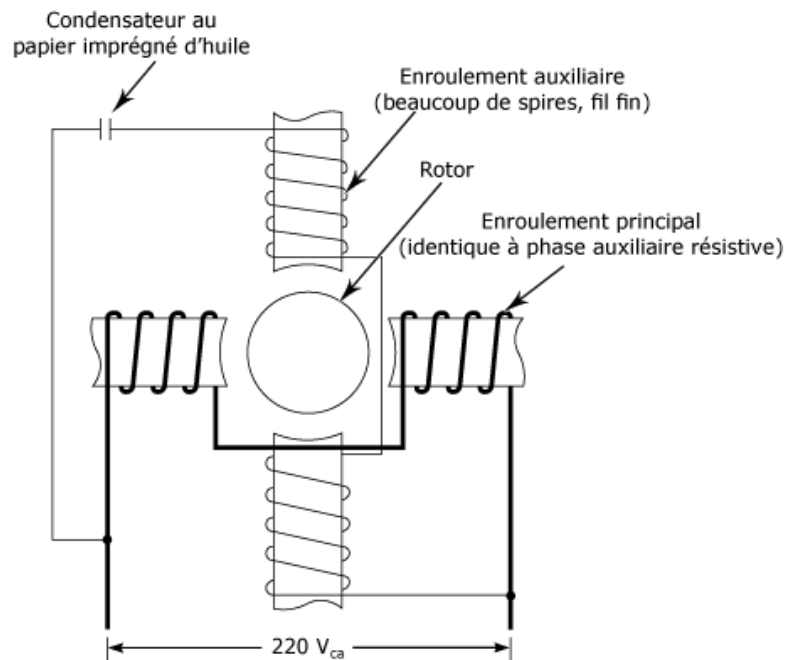


Figure 2.18 : Schéma de principe d'un moteur à condensateur permanent

Ces différences font qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un interrupteur centrifuge pour ouvrir le circuit auxiliaire quelque temps après le démarrage.

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 le rend trop cher pour les grandes puissances. Il est donc rare qu'on rencontre un moteur à condensateur permanent qui dépasse 500 W de puissance.

II.4.2. Les variateurs de vitesse

II.4.2.1. Qu'est-ce qu'un variateur de vitesse ?

Un variateur de vitesse est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels.

En effet, la plupart des moteurs tournent à vitesse constante. Pour moduler la vitesse des équipements de procédé, on a longtemps eu recours à divers dispositifs mécaniques. Aujourd'hui, on fait surtout appel à des variateurs de vitesse électroniques.

II.4.2.2. Variateur de vitesse pour moteurs asynchrones

La fréquence de rotation (N en s^{-1}) d'un moteur asynchrone dépend de la fréquence d'alimentation du stator (f en Hz) et du nombre de paires de pôles (p) de celui-ci [5]:

$$N = \frac{f}{p} \quad (2.1)$$

Synoptique les variateurs de vitesse pour les moteurs asynchrones est constitués par :

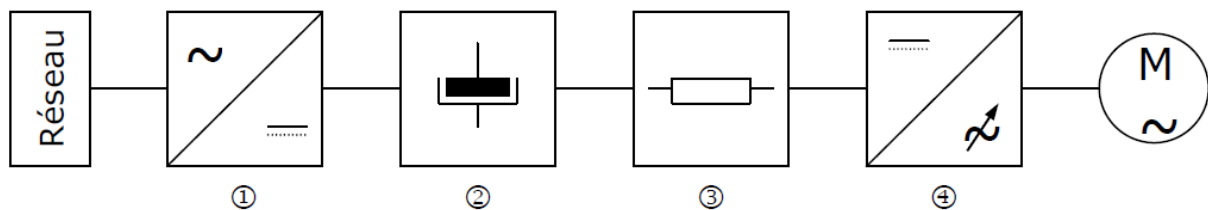


Figure 2.19 : Schéma synoptique d'un variateur de vitesses de moteur monophasé

- Redresseur** : il transforme la tension alternative sinusoïdale en tension redressée (unidirectionnelle).
- Filtrage** : il atténue ou élimine les phénomènes d'ondulation de la tension en sortie du redresseur.
- Récupération** : lors du freinage, il permet de ralentir le moteur en transformant en chaleur l'énergie produite par le moteur, qui fonctionne alors en génératrice.
- Onduleur**: il transforme une tension continue en une tension alternative de fréquence variable tout en maintenant le rapport f/U constant.

II.4.2.3. La variation et la régulation de vitesse

Parmi les fonctionnements classiques des variateurs de vitesse, on distingue :

- La variation de vitesse proprement dite où la vitesse du moteur est définie par une consigne d'entrée (tension ou courant) sans tenir compte de la valeur réelle de la vitesse du moteur qui peut varier en fonction de la charge, de la tension d'alimentation, ... On est en boucle "ouverte" (pas de feedback).

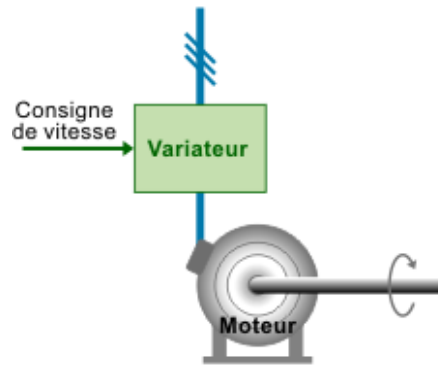


Figure 2.20 : La variation de vitesse en boucle ouverte

- La régulation de vitesse où la consigne de la vitesse du moteur est corrigée en fonction d'une mesure réelle de la vitesse à l'arbre du moteur introduite dans un comparateur. La consigne et la valeur réelle de la vitesse sont comparées, la différence éventuelle étant corrigée. On est en boucle "fermée".

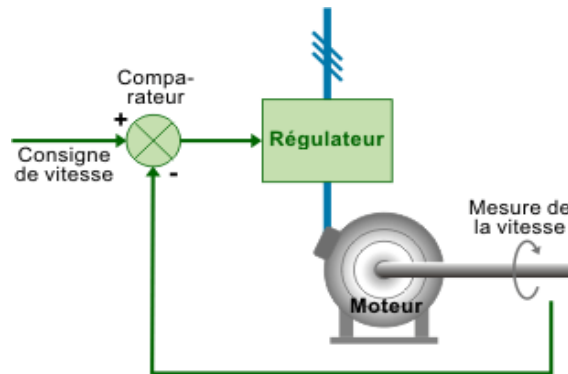


Figure 2.21 : La variation de vitesse en boucle fermée

II.5. Les capteurs

II.5.1. Définitions

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 [12].

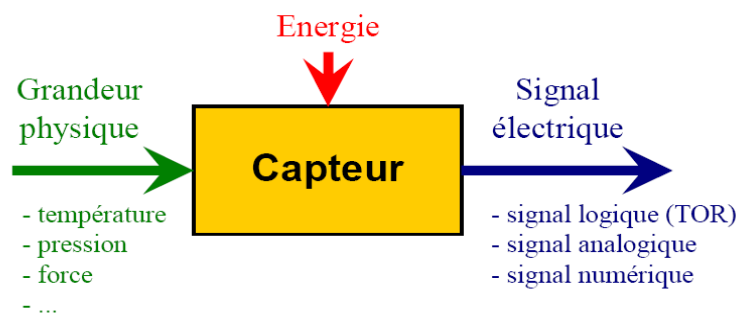


Figure 2.22 : Principe de fonctionnement du capteur

- **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.5.2. Les capteurs actifs et passifs

Si l'on s'intéresse aux phénomènes physiques mis en jeu dans les capteurs, on peut classer ces derniers en deux catégories.

II.5.2.1. Les capteurs actifs (ou capteurs directs)

On parle de capteur actif lorsque le phénomène physique qui est utilisé pour la détermination du mesurande effectue directement la transformation en grandeur électrique. Les effets physiques les plus classiques sont :

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

II.5.2.2. 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 résulte :

- ✓ Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- ✓ Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération [16].

II.5.3. Les capteurs de proximité

II.5.3.1. 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.

II.5.3.2. Technologie

On observe principalement cinq technologies :

- ✓ Les détecteurs capacitifs.
- ✓ Les détecteurs inductifs.
- ✓ Les détecteurs photoélectriques.
- ✓ Les détecteurs magnétiques.
- ✓ Les détecteurs à ultrasons.

Dans ce chapitre nous allons présenter le capteur optique car c'est le capteur utilisé dans notre projet.

a. Capteur optique (Capteurs photoélectriques)

a.1. Définition et symbole

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Les détecteurs photoélectriques se composent essentiellement d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible [12].

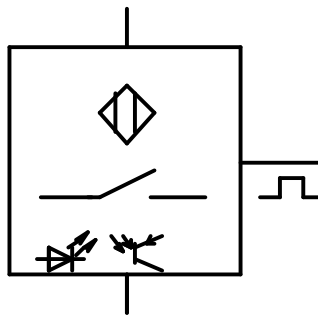


Figure 2.23 : Symbole du capteur photoélectrique de 3fil

a.2. Avantages

- ✓ Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- ✓ Détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures.
- ✓ Détection à très grande distance (jusqu'à 30m).
- ✓ Sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A.
- ✓ Généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

a.3. Détections

- Tous les objets.
- Dépend de l'opacité et de la réflexion de l'objet.

a.4. Portée de détection

Un capteur photoélectrique peut détecter jusqu'à plusieurs mètres.

a.5. Technologie

Deux types de technologie (branchement) sont retenus :

- ❑ La technique **3 fils** pour les détecteurs alimentés en courant continu, deux fils servent à l'alimentation (généralement le bleu la masse et le marron 24V), le troisième (Noire) à la transmission du signal de sortie.
- ❑ La technique **4 fils** pour les détecteurs alimentés en courant continu, généralement deux fils pour l'alimentation (Marron + et Bleu -), le troisième fil (Noir) pour le signal NO et le quatrième fil (Blanc) pour le signal NF.

✓ Le détecteur PNP ou NPN

Pour comprendre le branchement, on assimilera ce dernier à un contact électrique.

➤ *Pour le détecteur PNP :*

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 positive.

➤ *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.

Remarque : Un capteur de type **PNP** donne un signal **plus** « + » en sortie par contre un capteur de type **NPN** donne un signal **moins** « - ».

a.6. Principe de fonctionnement (Différents types de détection)

Il existe trois grands types de détection.



Figure II.24 : Différents types de détection d'un capteur photoélectrique

1. La détection par barrage

Où l'objet à détecter coupe un faisceau lumineux situé entre l'émetteur et le récepteur, La distance de détection peut atteindre **30m** [16].

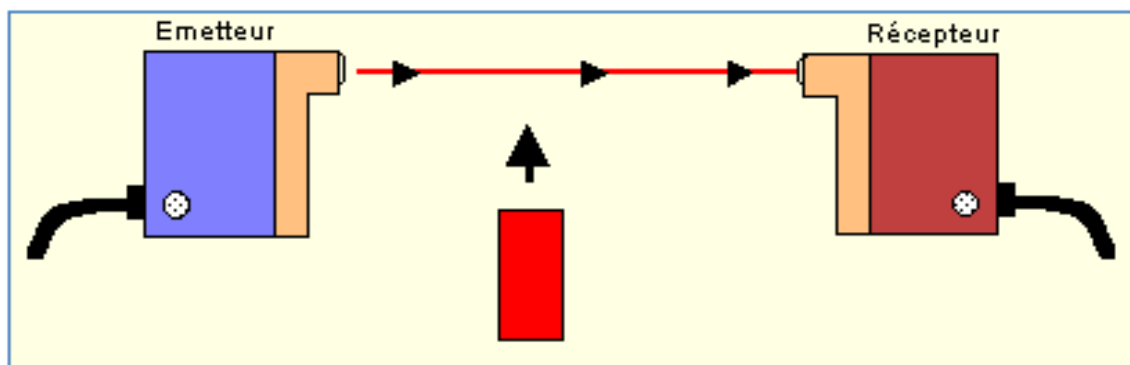


Figure 2.25 : Capteur photoélectrique, détection par barrage

2. Les cellules reflex

Sont composées d'un émetteur/récepteur (dans le même boîtier) et d'un catadioptre (réflecteur). L'émetteur envoie le faisceau qui revient vers le récepteur après s'être réfléchi sur le catadioptre. L'objet à détecter coupe le faisceau [16].

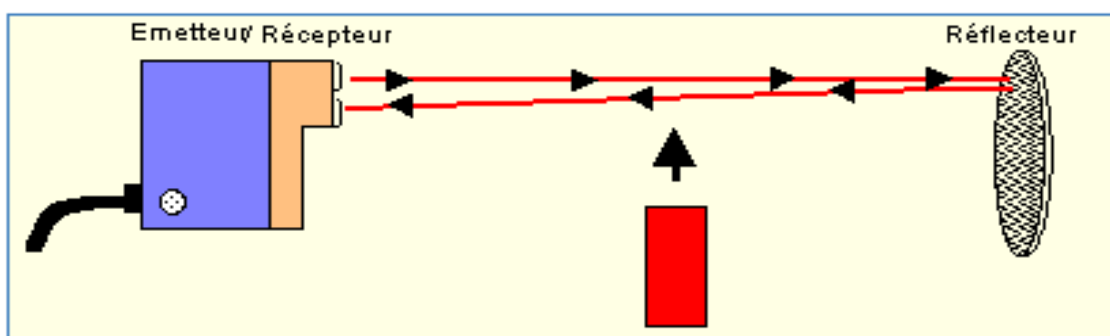


Figure 2.26 : Capteur photoélectrique, détection par cellules reflex

La distance de détection est **2 à 3 fois inférieure** au système en barrage.

3. Les cellules à détection par proximité

Sont dotées d'un émetteur qui envoie le faisceau. Celui-ci se réfléchit directement sur l'objet à détecter lui-même avant de retourner au récepteur [16].

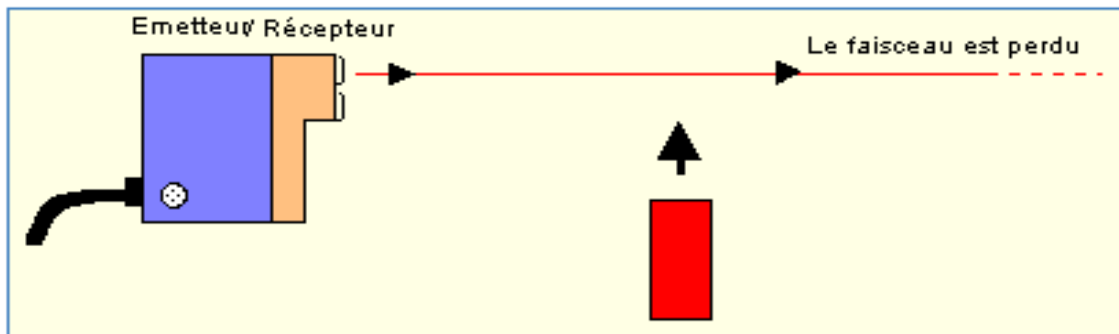


Figure 2.27 : Capteur photoélectrique, détection par proximité

La distance de détection (assez faible) et son efficacité dépendent de la couleur et de la taille de l'objet à détecter.

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la partie opérative notamment les pré-actionneurs, les actionneurs pneumatique/hydraulique et électriques. Dans le premier temps on a parlé sur les pré-actionneurs et les actionneurs pneumatiques par donner sa définition, le principe de fonctionnement, la description de constitution, nous a permis d'avoir une idée claire sur les différents éléments qui la compose. Par la suite on a expliqué les actionneurs électriques comme le moteur électrique monophasé et le variateur de vitesse.

A la fin de ce chapitre nous avons vu une idée générale sur les capteurs, la définition, les types de capteurs, on a parlé plus taille sur le capteur de proximité photoélectrique qu'on a utilisé dans notre projet.

CHAPITRE III

Les armoires électriques

Partie de puissance

III.1. Introduction	52
III.2. Description des matériels utilisés dans l'armoire électrique	52
III.3. Conclusion	70

III.1. Introduction

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés différents systèmes participant à la distribution d'une installation électrique, il se retrouve généralement en tête de l'installation et doit bénéficier d'un soin tout particulier et de technique de câblage sûres afin de vous garantir une durée de vie optimale.

Nous présentons dans ce chapitre tout le nécessaire afin de constituer notre armoire électrique industrielle, de l'enveloppe aux composants en passant par les divers accessoires.

III.2. Description des matériels utilisés dans l'armoire électrique

III.2.1. Les contacteurs

III.2.1.1. Définition

Le contacteur est un relais électromagnétique qui permet grâce à des contacts (pôles) de puissance d'assurer le fonctionnement de moteurs, de résistances ou d'autres récepteurs de fortes puissances.

Suivant le modèle, il possède aussi des contacts auxiliaires intégrés ouverts ou fermés, il est possible d'ajouter des additifs ou blocs auxiliaires servant uniquement pour la télécommande ou la signalisation [23].

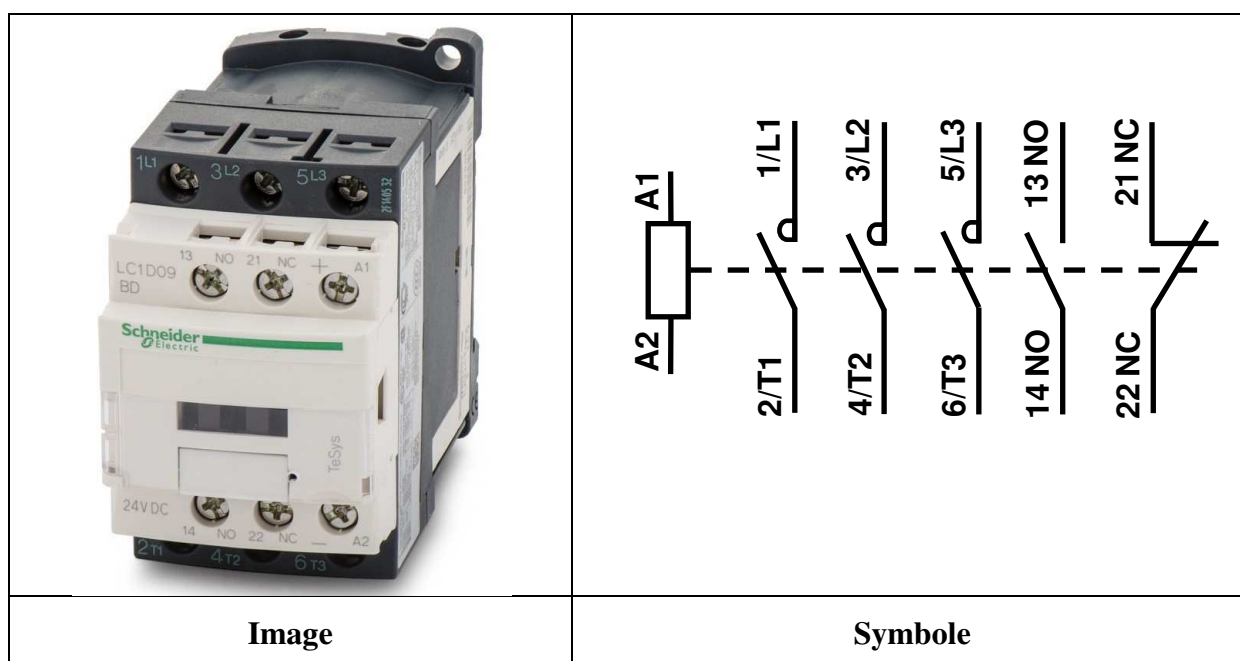


Figure 3.1 : Image et symbole d'un contacteur

III.2.1.2. Constitution d'un contacteur

- Une Bobine.
- Un ressort de rappel.
- De 2 à 4 contacts de puissance ou pôles (unipolaires, bipolaires, tripolaires, tétrapolaires).
- Un circuit magnétique constitué d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile).
- Une bague de déphasage qui stabilise les vibrations des bobines alimentées en courant alternatif.
- Des contacts auxiliaires ouverts ou fermés.

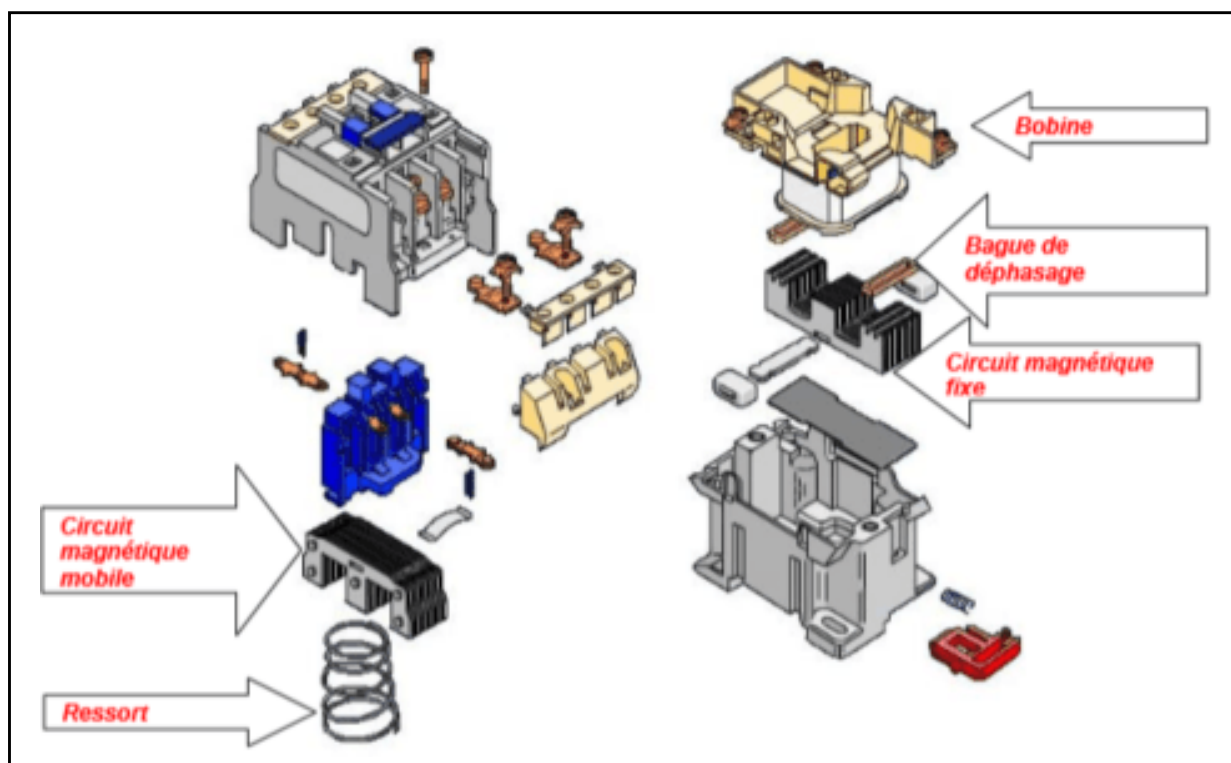


Figure 3.2 : Constitution d'un contacteur

III.2.1.3. Fonctionnement d'un contacteur

La bobine du contacteur (bornes A1-A2), peut-être alimentée en courant alternatif ou en courant continu (24V, 48V, 110V, 230V, 400V).

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent suivant le modèle).

Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts(ou fermés).

III.2.1.4. Principaux 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.

III.2.1.5. Les accessoires complémentaires

- ❖ Contact instantané ou auxiliaires
- ❖ Contact temporisé
- ❖ Dispositif de condamnation

III.2.2. Les Fusibles

III.2.2.1. Définition

Le rôle du fusible est de protéger un circuit contre les surintensités ou les courts-circuits.

Il existe deux types de fusibles :

- ✓ Le fusible gG utilisait dans les installations domestiques et circuits de télécommande, il garantit l'intégrité du circuit contre toute surcharge.
- ✓ Le fusible AM ou fusible accompagnement moteur, permet de protéger un moteur contre une surintensité anormale ou court circuit, il est conçu pour absorber un fort courant d'appel pendant un court laps de temps notamment lors des démarrages moteurs [24].



Figure 3.3 : Image et symbole d'un fusible

III.2.2.2. Quelle est la signification des fusibles gL, gG, aM, uR ?

a. Fusibles gG et gL

Les fusibles **gG** et **gL** spécifient les fusibles nécessaires pour assurer la protection thermique de récepteur de type distribution électrique, circuits sans pointe de courant importante comme **les résistances de chauffage**.

Ces 2 termes représentent la même classe mais sont d'une origine différente :

- « **gL** » qualifiait les fusibles respectant l'ancienne norme Allemande DIN VDE 0636 partie 21 (valable jusqu'au 1/6/2003).
- « **gG** » qualifie les fusibles conformes aux normes actuelles, normes internationale IEC 60269-2-1 et normes allemandes DIN VDE 0636 partie 201.

b. Fusibles aM (accompagnement Moteur)

Ils sont utilisés pour assurer la protection thermique des moteurs.

Ce fusible est capable d'intégrer les **surintensités du courant magnétisant à la mise sous tension du moteur**. De ce fait, ils ne sont **pas adaptés à la protection contre les surcharges**.

Il est donc nécessaire dans le cas de la protection moteur d'utiliser un relais de surcharge dans le circuit d'alimentation du moteur.

c. Fusibles uR (ultra-Rapide)

Ils assurent une protection très efficace contre les effets des court-circuits. Ces fusibles ultra-rapides assurent la **protection des semi-conducteurs de puissance** par un temps de fusion fusible très inférieure aux fusibles aM ou gG.

Il est nécessaire de connaître la caractéristique I^2t des semi-conducteurs de puissance à protéger et faire en sorte que l' I^2t du fusible UR soit $< I^2t$ du semi-conducteur [24].

III.2.2.3. Principaux critères de choix du fusible

- ✓ Type du fusible (gG, aM, uR)
- ✓ La taille du fusible
- ✓ Le courant nominal supporté par le fusible.

III.2.3. Sectionneur Porte-fusible

III.2.3.1. Définition

Un porte-fusible est un appareillage qui interrompt le courant en cas de **surcharge électrique** ou de **court-circuit**. Installé en **amont** d'un circuit électrique, un porte-fusible héberge un fusible, et sa valeur est exprimée en **ampères (A)**.

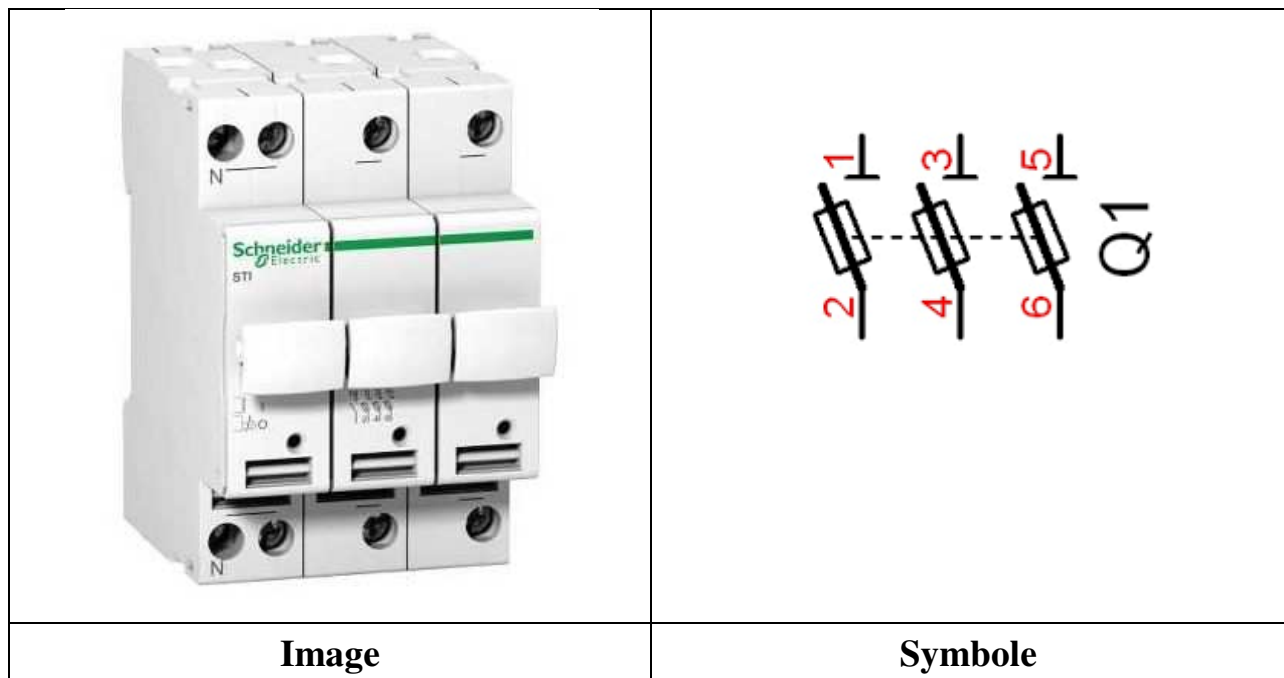


Figure 3.4 : Image et symbole d'un sectionneur porte-fusible

Relatif à l'équipement qu'il protège, le porte-fusible peut avoir une valeur de :

- 10 A : protection d'un circuit d'éclairage distribué par des fils de section 1,5 mm² ;
- 16 A : protection d'un circuit d'éclairage et de prises distribué par des fils de section 1,5 mm² ;
- 20 A : protection d'un circuit de prises distribué par des fils de section 2,5 mm² ;
- 32 A : protection d'un circuit distribué par des de 6 mm².

III.2.3.2. Principaux critères de choix du secteur porte fusible

- ✓ Nombre des pôles (unipolaires, bipolaire, tripolaire, quadripôles).
- ✓ La taille du fusible porté.
- ✓ Le courant maximal supporté.

III.2.4. Les disjoncteurs

III.2.4.1. Le rôle d'un disjoncteur

C'est un appareil électromécanique qui protège un circuit électrique contre les surcharges, les courts-circuits et les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en cas de défaut. Il existe plusieurs types de disjoncteurs.

Un disjoncteur est un dispositif **électromécanique**, voire électronique, de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarmable (il est prévu pour ne subir aucune avarie lors de son fonctionnement) [23].

III.2.4.2. Différentes techniques utilisées par les disjoncteurs

a. Thermique

Ce type de disjoncteur se déclenche quand un courant excessif traverse un bilame, créant un échauffement par effet Joule et provoquant sa déformation. Ce bilame déclenche mécaniquement un contact, qui ouvre le circuit électrique protégé. Ce système électromécanique est assez simple et robuste mais n'est pas très précis et son temps de réaction est relativement lent. Il permet donc d'éviter de mettre le circuit en surintensité prolongée. La protection thermique a pour principale fonction la protection des conducteurs contre les échauffements excessifs pouvant générer des risques d'incendies, dus aux surcharges prolongées de l'installation électrique.

Il remplit la même fonction qu'un fusible, lequel doit être remplacé après avoir coupé le courant.

b. Magnétique

La forte variation d'intensité passe au travers des spires d'une bobine (repère 7 sur la figure 3.5). Elle produit, selon les règles de l'électromagnétisme, une forte variation du champ magnétique. Le champ ainsi créé déclenche le déplacement d'un noyau de fer doux qui va mécaniquement ouvrir le circuit et ainsi protéger la source et une partie de l'installation électrique, notamment les conducteurs électriques entre la source et le court-circuit.

- Ce fonctionnement peut remplacer le fusible sur les courts-circuits.
- Suivant le type de disjoncteur, la valeur d'intensité de consigne va de 3 à 15 fois l'intensité nominale (pour les modèles courants).
- De nombreuses autres possibilités existent, déclenchement par bobine tension (consigne provenant de capteurs), interrupteur/disjoncteur pour montage face avant, compatible

bitension 100/220 volts, bobine sous voltage (disjoncteur maintenu à partir d'une consigne tension), déclenchement à distance, réarmement à distance.

- Nombreuses courbes de déclenchement pour CC, CA 50/60 Hz.

La protection magnétique a pour principale fonction la protection des équipements contre les défauts (surcharge de l'équipement, court-circuit, panne...). Il est choisi par l'ingénieur qui a le souci de protéger son équipement avec une très grande précision.

III.2.4.3. Principe

Les deux techniques précédemment décrites sont associées afin de veiller sur plusieurs paramètres :

- dans le cas d'une **surcharge** : **effet thermique**. La réponse au dysfonctionnement est alors lente (la coupure du circuit peut prendre de quelques dixièmes de seconde à plusieurs minutes, en fonction de l'importance de la surcharge) ;
- dans le cas d'un **court-circuit** (intensité pouvant monter à plusieurs milliers d'ampères) : **effet magnétique**. La réponse est alors très rapide (de l'ordre de la milliseconde).

III.2.4.4. Composants

La figure ci-dessous représente un vue de l'intérieur d'un disjoncteur magnéto-thermique.

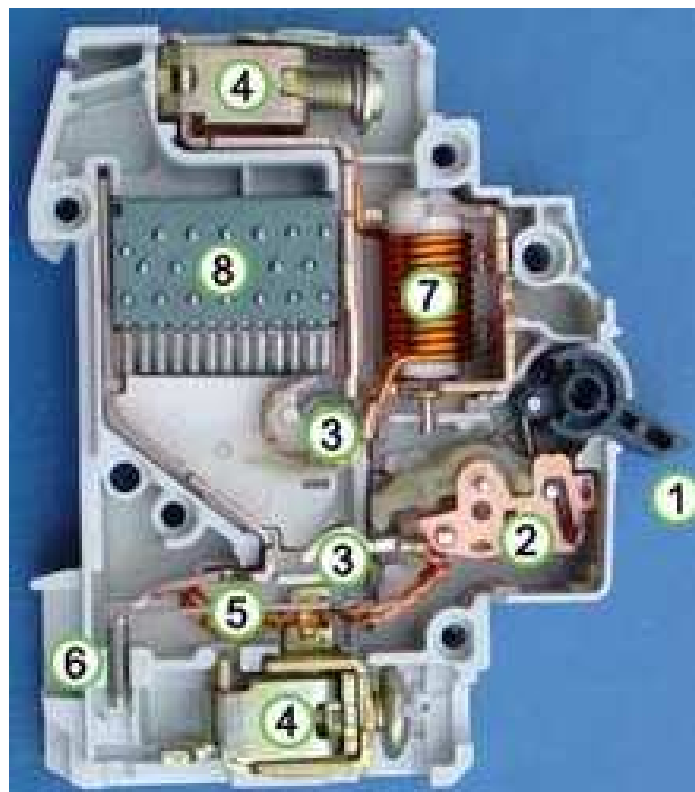


Figure 3.5. Vue de l'intérieur d'un disjoncteur magnéto-thermique.

1. Manette servant à couper ou à réarmer le disjoncteur manuellement. Elle indique également l'état du disjoncteur (ouvert ou fermé). La plupart des disjoncteurs sont conçus pour pouvoir disjoncter même si la manette est maintenue manuellement en position fermée.
2. Mécanisme lié à la manette, sépare ou approche les contacts.
3. Contacts permettant au courant de passer lorsqu'ils se touchent.
4. Connecteurs.
5. Bilame (deux lames soudées à coefficients de dilatation différents) : relais thermique (protection contre les surcharges).
6. Vis de réglage, permet au fabricant d'ajuster le seuil de déclenchement en courant avec précision après assemblage.
7. Bobine ou solénoïde : relais magnétique (protection contre les courts-circuits).
8. Chambre de coupure de l'arc électrique.

III.2.4.5. Courbe de déclenchement

Un disjoncteur peut inclure ou non une détection thermique ; de ce fait il existe deux types principaux de disjoncteurs :

❖ avec déclencheur thermique :

- **courbe B** : seuil de déclenchement du magnétique entre **3** et **5** ou **3,2** et **4,8** fois l'intensité nominale. Ces disjoncteurs permettent de réaliser une meilleure protection pour des longueurs de câbles plus importantes ;
- **courbe C** : seuil de déclenchement du magnétique entre **5** et **10** ou **7** et **10** fois l'intensité nominale. Ces disjoncteurs conviennent aux installations courantes ;
- **courbe D** : seuil de déclenchement du magnétique entre **10** et **14** fois l'intensité nominale. Ces disjoncteurs sont plus particulièrement adaptés aux installations présentant de forts courants d'appel (transformateurs, moteurs ...) ;
- **courbe K** : seuil de déclenchement du magnétique entre **10** et **14** fois l'intensité nominale. Protection des câbles alimentant des récepteurs à fort courant d'appel ;
- **courbe Z** : seuil de déclenchement du magnétique entre **2,4** et **3,6** fois l'intensité nominale. Protection des circuits électroniques.

❖ sans déclencheur thermique :

- o **courbe MA** : seuil de déclenchement du magnétique à **12** ($\pm 20\%$) fois l'intensité nominale. Protection des démarreurs de moteurs.

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	$12I_n$		Démarreur de moteur
Z	$2.4I_n$	$3.6I_n$	Electronique

Tableau 3.1 : Type de courbe de déclenchement et leur application

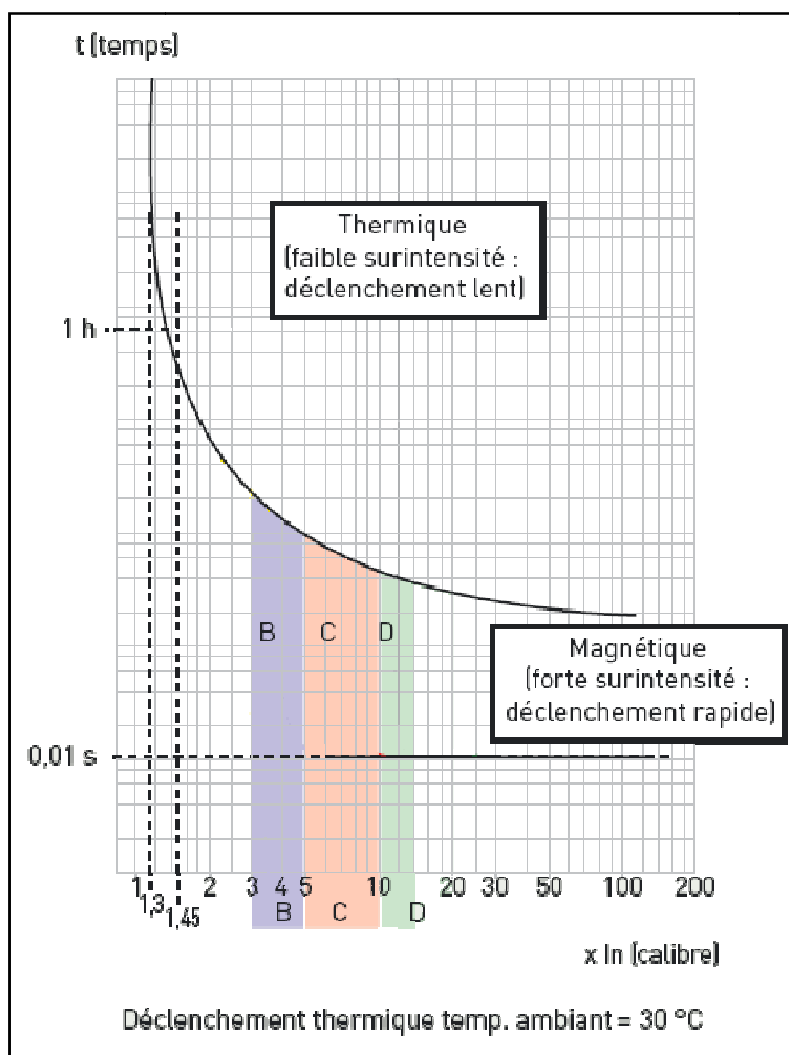


Figure 3.6 : Courbe de déclenchement

III.2.4.6. Les différents types de disjoncteur

Il existe plusieurs types de disjoncteur :

- ✓ Les **disjoncteurs magnétiques**, qui assurent la protection contre les courts-circuits,
- ✓ Les disjoncteurs **magnétothermiques** (disjoncteurs moteur), qui assure la protection du moteur contre les courts-circuits ainsi que les surcharges,
- ✓ Les **disjoncteurs différentiels**, Ces modèles de disjoncteurs sont de plus en plus répandus. Leur tâche consiste à mesurer l'ensemble des courants de l'installation pour ensuite déclencher l'ouverture d'un circuit quand il y a une différence entre le courant sortant et le courant entrant. C'est assurément la meilleure protection des biens et des personnes contre l'électrocution. Ces disjoncteurs sont à haute sensibilité (30 mA) pour une meilleure protection, la sensibilité étant le seuil de déclenchement en cas de surcharge de courant.
- ✓ Les **disjoncteurs magnétothermiques différentiels**, qui assure la protection contre les courts-circuits, les surcharges et la protection des personnes contre les contacts indirects.

III.2.4.7. Plaque signalétique d'un disjoncteur

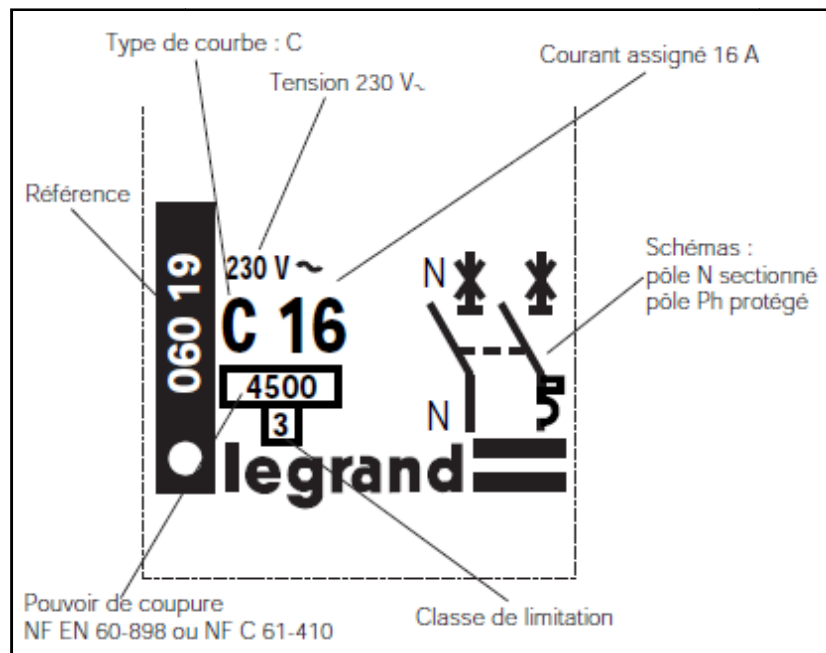


Figure 3.7 : Plaque signalétique d'un disjoncteur

III.2.4.8. Critère de choix

- ✓ Nombres des pôles ou connexions.
- ✓ Type de disjoncteur (magnétothermique, différentiel,).

- ✓ La courbe B, C, D, K ,...
- ✓ Le courant nominal I_n .
- ✓ La tension nominale U_n .
- ✓ Le courant du court circuit I_U (atteindre KA).

III.2.4.9. Entre fusible et disjoncteur

Les fusibles présentent des certains *inconvenients* :

- Ne servir qu'une seule fois, si votre fusible saute, il doit être remplacé par un neuf.
- Pour certains types de fusibles, le fil n'est pas visible. En cas de coupure de courant, il est nécessaire de les tester un à un pour déterminer si l'un d'entre eux est responsable de l'ouverture du circuit.

Par contre, les disjoncteurs sont réarmables à volonté et réutilisables. Ces derniers correspondent à des interrupteurs conçus pour couper le circuit quand l'intensité du courant dépasse le seuil limite.

III.2.5. Boutons arrêt d'urgence

III.2.5.1. 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 [23].



Figure 3.8 : Bouton d'arrêt d'urgence

III.2.5.2. 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.

III.2.5.3. Utilisation

Les boutons-poussoirs d'arrêt d'urgence sont présents dans toutes les industries, y compris les installations industrielles, commerciales et publiques. Ils doivent être clairement visibles à tous ceux qui pourraient en avoir besoin. Plusieurs boutons d'arrêt d'urgence peuvent se trouver sur une même machine selon la partie de l'appareil à arrêter.

Ces produits sont adaptés pour les applications dans les environnements difficiles. Les utilisateurs doivent avoir reçu toutes les informations sur le fonctionnement et l'utilisation de ces matériels afin de bien réagir en cas d'urgence.

III.2.6. Signalisation

Les circuits et équipement électriques doivent être signalés par des **lampes** (voyants) de signalisation de différents couleurs ou par des appareils de **sonores** (sonnerie) ou tous les deux en même temps.

III.2.6.1. Les lampes (voyants)

La figure ci-dessous représente les différents types des voyants et leurs symboles.

		
<p>Colonne lumineuse</p>	<p>Au repos</p>	<p>Au travail</p>
<p>Image</p>		<p>Symbole</p>

Figure 3.9 : Image et symbole des voyants

III.2.6.2. Les appareils de sonores

La figure ci-dessous représente les différents des types appareils de sonores.

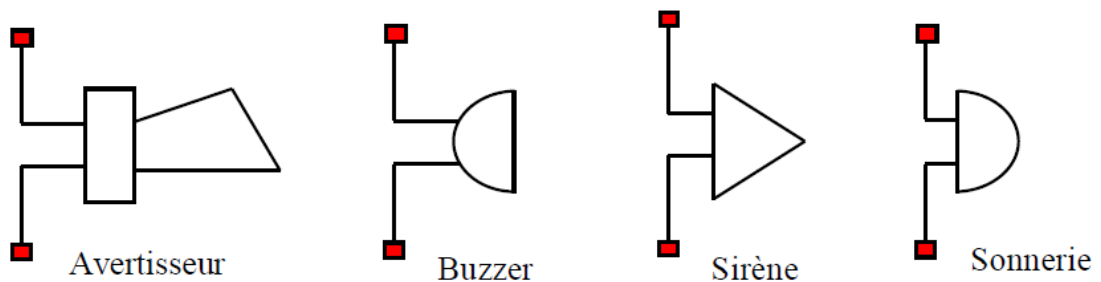


Figure 3.10 : Symboles des appareils sonores

III.2.7. Les boutons poussoirs

Il en existe deux types : Les boutons poussoirs à fermeture et les boutons poussoirs à ouverture. Ils servent à ouvrir ou fermer un circuit électrique. Dès qu'on relâche ils reviennent dans leur position initiale. Le bouton poussoir est composé de deux parties différentes le corps et la tête. La tête s'emboîte dans le corps grâce à un clip. Le corps qui par sa référence indiquera si c'est un bouton poussoir NO ou NC [23].



Figure 3.11 : Le corps d'un bouton poussoir

<p>Bouton poussoir arrêt (Normally Closed NC)</p>		
--	---	---

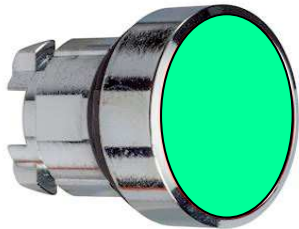
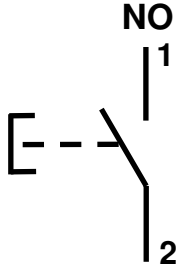
<p>Bouton poussoir marche (Normaly Open NO)</p>		
<p>Type</p>	<p>Image</p>	<p>Symbole</p>

Figure 3.12 : Image et symbole des boutons poussoirs

III.2.8. Les commutateurs

Il permet d'établir ou interrompre un ou plusieurs circuits électriques d'une façon manuelle. Il possède plusieurs positions de fonctionnement (2 ou 3). Il existe plusieurs types de commutateurs.


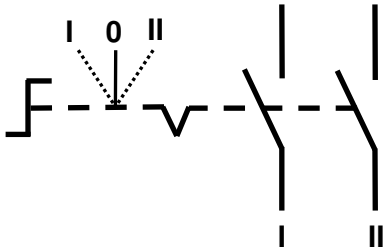
	
<p>Image</p>	<p>Symbole commutateur 3 positions fixes</p>

Figure 3.13 : Image et symbole d'un commutateur

III.2.9. Boite de boutons poussoirs

La boite à boutons poussoirs peut être de 2BP (marche et arrêt) ou bien de 3BP (arrêt, marche avant et marche arrière).



Figure 3.14 : Les boîtes à boutons poussoirs

III.2.10. Fil et câble électrique

III.2.10.1. Définitions

Un fil électrique se compose d'une âme conductrice, rigide ou souple, enrobée d'un isolant. L'âme peut être en cuivre, cuivre nickelé ou nickel (métal blanc).

Un câble électrique est constitué de plusieurs fils isolés, réunis dans une gaine protectrice simple ou double. Il peut comporter 2, 3, 4, 5 fils ou plus, selon l'usage.

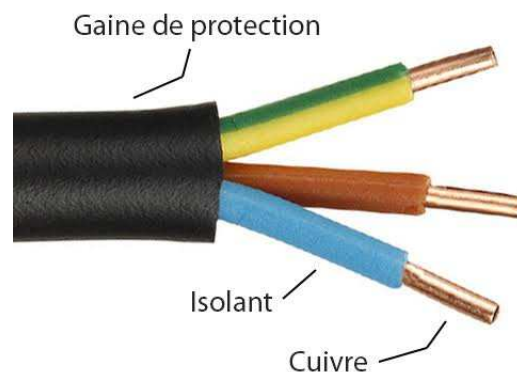


Figure 3.15 : Constitution d'un câble électrique

III.2.10.2. Section du conducteur

Une installation domestique ou industrielle comprend différents circuits d'alimentation. Les uns desservent plusieurs points d'utilisation (éclairages, prises), les autres (spécialisés) un seul appareil : Moteur, Machine, chauffe-eau, four.

La norme NF C 15-100 définit pour chaque usage une section de conducteurs (en mm²) adaptée à l'intensité du courant (en ampères) que doit supporter le circuit.

Nb. Plus l'intensité est élevée, plus la section est importante.

Circuit de puissance	Circuit de commande
✓ 10 A : 1,5 mm ²	✓ 0,5 mm ²
✓ 16 - 20 A : 2,5 mm ²	✓ 0,75 mm ²
✓ 25 A : 4 mm ²	✓ 1 mm ²
✓ 32 A : 6 mm ²	✓ 1,5 mm ²
✓ 40 A : 10 mm ²	
✓ 63 A : 16 mm ²	
✓ > 63 A : 25 mm ²	

Bon à savoir : chaque ligne doit être protégée par un coupe-circuit ou un disjoncteur divisionnaire de calibre adapté à l'intensité de fonctionnement.

Le tableau ci-dessous donne la relation entre la section des fils et le courant nominale supporté par le fusible et disjoncteur.

Section	Fusible	Disjoncteur
1,5 mm ²	10 A	16 A
2,5 mm ²	16 A	20 A
4 mm ²	25 A	25 A
6 mm ²	32 A	32 A
10 mm ²	40 A	40 A
16 mm ²	63 A	63 A

Tableau 3.2 : Relation entre la section des fils et le courant supporté par le fusible et disjoncteur.

III.2.10.3. Respecter les couleurs

Les habitations sont le plus souvent desservies en courant alternatif monophasé (230 V). Celui-ci est amené par un conducteur de phase (Ph) et renvoyé à la centrale par un second conducteur appelé neutre (N). La mise à la terre protège toute l'installation. Chaque type de fil ou câble est identifié par une couleur normalisée.

- **Neutre :** bleu.
- **Terre :** rayé jaune/vert.
- **Phase :** rouge ou tout autre couleur (noir, marron) à l'exception des précédentes.

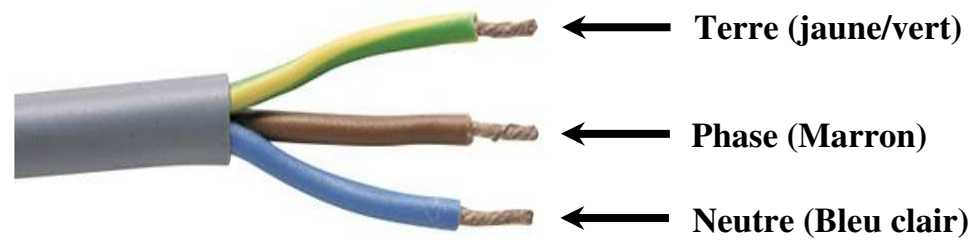


Figure 3.16 : Les couleurs d'un câble électrique monophasé

Le triphasé (400 V) fonctionne avec 3 phases + 1 neutre (auxquels s'ajoute le fil de terre).

III.2.11. Les goulottes

Une goulotte est un accessoire qui permet de **dissimuler et protéger des câbles électriques, des prises, des interrupteurs** dans le cadre d'une rénovation ou d'une extension de logement. Disponibles en plusieurs sections et finitions. Il s'agit d'un coffrage qui permet de sécuriser et masquer les fils électriques et les dispositifs apparents. Généralement en PVC blanc, gris ou bleu intrinsèque, installées au-dessus des plinthes murales, posées au sol ou dans une armoire électrique [23].

III.2.11.1. Goulotte de câblage PVC à lamelles

Goulotte de câblage PVC à lamelles dimensions **40×80mm** et **25×40mm** pour le câblage de vos armoires électriques, coloris gris, résistance IK07.

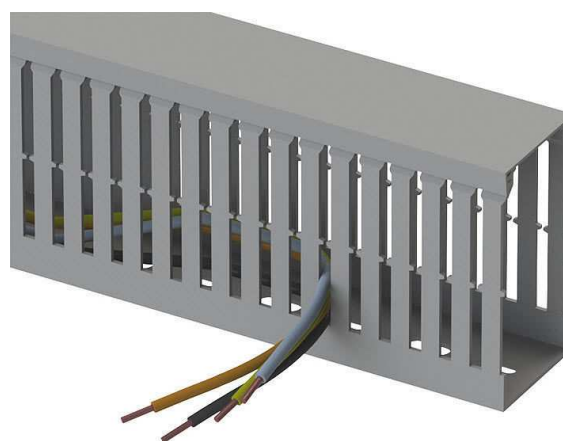


Figure 3.17 : Goulotte de câblage PVC à lamelles

III.2.11.2. Caractéristiques techniques

- ✓ Matériel : PVC rigide.
- ✓ Couleur standard : Gris.
- ✓ Résistance au choc : 2 j.

- ✓ Résistance à la chaleur continue : jusqu'à + 60 °C.
- ✓ Résistance au fil incandescent : jusqu'à 960 °C.
- ✓ Résistance d'isolation : > 100 Mega Ohm.
- ✓ Températures d'installation : minimum -5°C, maximum 60°C.

III.2.12. Bornes de jonction ou bornier électrique

III.2.12.1. Qu'est-ce qu'un bornier électrique ?

Le bornier électrique est un élément très utile pour toute installation électrique, lui qui va permettre de connecter différentes parties de votre installation électrique. On le trouvera tout particulièrement dans les installations électriques vastes et complexes.



Figure 3.18 : Les bornier électrique

III.2.12.2. Le rôle du bornier électrique

Le bornier électrique est un accessoire électrique qui permet de relier un ou plusieurs câbles au reste de votre installation. Son rôle principal sera de distribuer la terre, la phase et le neutre au sein du tableau électrique.

Cet élément va se monter au choix sur un boîtier électrique ou sur une boîte de dérivation. On l'utilisera donc pour la distribution de l'alimentation, ainsi que parfois dans le cadre de raccordements électriques.

III.2.12.3. Les différents types de bornes

Il existe un certain nombre de bornes électriques différents. On citera ici les deux types de connections différentes pour un bornier :

Le bornier à vis : le bornier à vis est le plus courant, notamment chez les particuliers.

Le bornier à ressort : ce bornier offre une connexion plus rapide qu'avec des vis, mais sera rarement présent dans une installation individuelle. L'un de ses avantages est qu'il est bien plus facile à poser.

III.2.12.4. Les classes de bornier

Dans votre tableau électrique, chaque bornier est conçu pour être raccordé à un des conducteurs suivant :

- La **phase**, qui alimente l'installation (généralement de couleur rouge).
- Le **neutre**, qui permet au courant de revenir.
- La **terre**, qui garantit aux usagés une protection grâce aux interrupteurs différentiels contre les chocs électriques direct ou indirect.

III.2.13. Le rail oméga

Un **rail oméga** est un rail métallique standardisé de **35mm** largement utilisé pour fixer les disjoncteurs et pour les équipements industriels de contrôle en racks. Appelé **rail oméga** à cause de la forme Ω de leur section.



Figure 3.19 : Le rail oméga

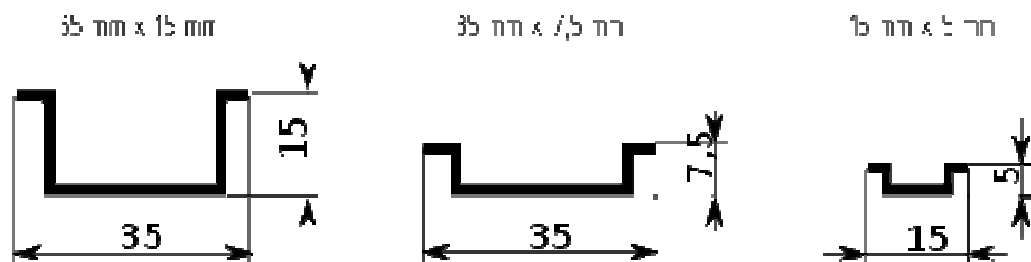


Figure 3.20 : Les différentes tailles de rail oméga

III.3. Conclusion

Après avoir terminé ce chapitre nous avons constaté que l'armoire électrique joue un rôle très important dans n'importe quelle installation électrique soit domestique ou industrielle. Nous avons également parlé sur les différents matériels utilisés d'une armoire électrique tel que : les contacteurs, les fusibles, sectionneur porte fusible, les disjoncteurs, l'arrêt d'urgence ...etc.

CHAPITRE IV

Réalisation de la machine de tri (une trieuse) automatisée

IV.1. Introduction	72
IV.2. Schéma structurel	72
IV.3. Cahier de charge	73
IV.4. Schéma de puissance	73
IV.5. Schéma de commande	76
IV.6. Description des différents matériels (équipements) utilisés	78
IV.7. Raccordements des différents matériels	82
IV.8. Partie de programmation	83
IV.9. Conclusion	91

IV.1. Introduction

Notre but est de réaliser une machine de tri des pièces selon leurs tailles commandée par un API et supervisée par un IHM. Dans ce chapitre, ce le cœur de notre travail, on va présenter en taille les différentes parties réalisées notamment la partie de commande, la partie opérative et l'armoire électrique.

IV.2. Schéma structurel

Notre système automatisé est représenté par le schéma structurel ci-dessous.

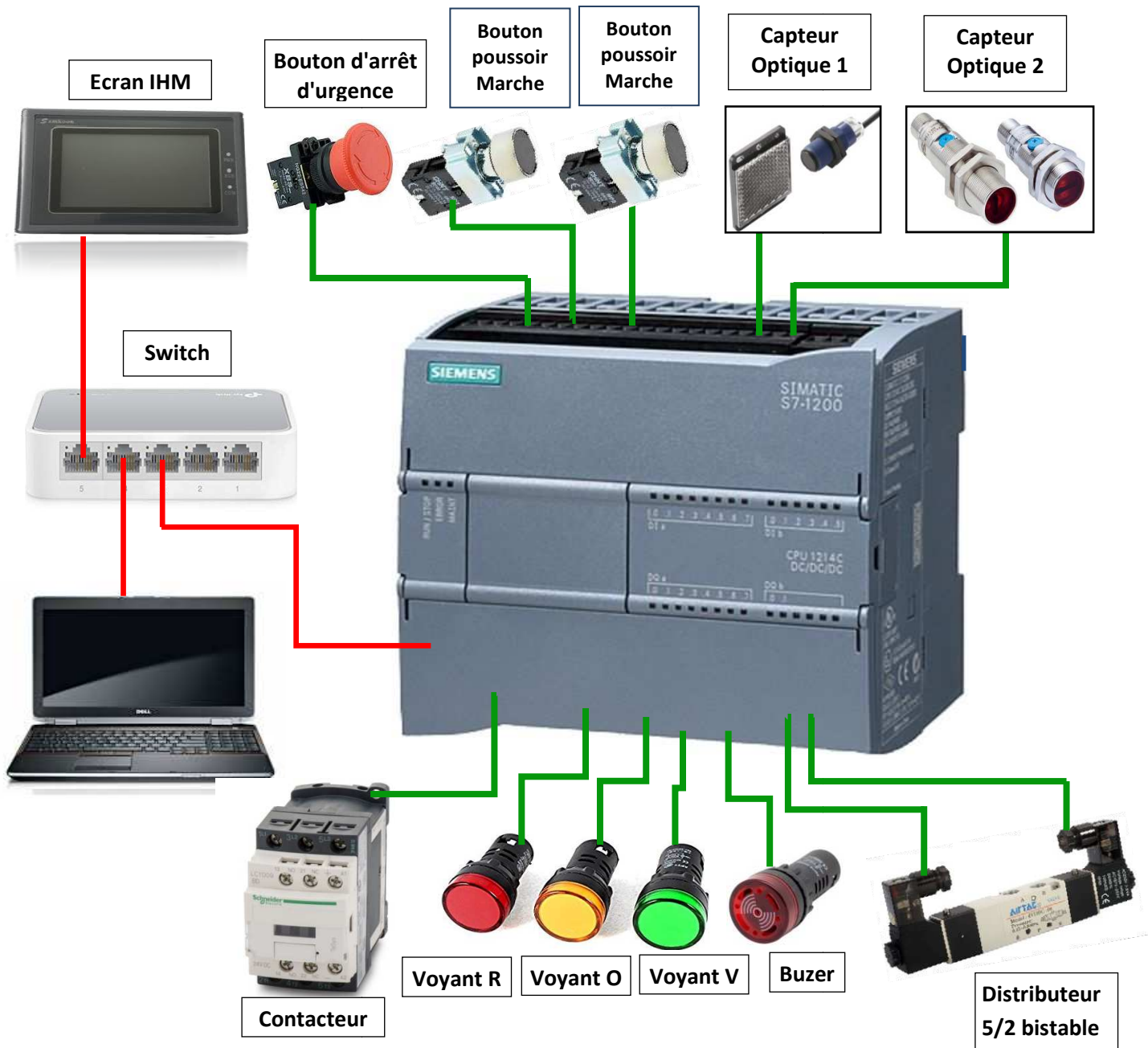


Figure 4.1 : Schéma structurel de la machine trieuse

- L'IHM est lié à l'automate, cette liaison permet à l'écran de recevoir des informations depuis l'automate et donné des ordres a ce dernier via le bus de communication Ethernet (câble de connexion RJ45).
- L'automate est relié aux différents éléments de la partie opérative via les contacts E/S de l'API tel que les capteurs, les boutons poussoirs, le contacteur, le buzzer...etc.

IV.3. Cahier de charge

- ◆ Lors qu'en appuyant sur le bouton poussoir « Marche » le moteur du convoyeur doit démarrer et la lampe vert est allumée.
- ◆ Le chargement des pièces sur la bande du convoyeur est fait manuellement. Il y a deux types des pièces, une pièce a une taille grande et l'autre à une petite taille. Pour détecter les deux pièces on a installé deux capteurs optiques notés CO1 et CO2 (CO1 pour la grande pièce et CO2 pour la petite pièce).
- ◆ Lorsque le capteur CO1 détecte la grande pièce la tige du vérin A1 doit descendre pour injecter la pièce dans la caisse 1. Sinon la tige restée dans la position haute et la petite pièce restée sur la bande jusqu'à l'extrémité puis elle tombe dans la caisse 2.
- ◆ Si les deux capteurs ne détectent aucune pièce pendant 20s une lampe orange clignante avec une fréquence de 1Hz indiquée qu'il y a un manque de produit.
- ◆ Un système de surveillance du comportement de la partie opérative ou de la partie commande est installé. S'il y a un défaut dans les deux parties, un arrêt d'urgence est installé pour couper l'énergie sur ces dernies et déclenché un buzzer.

VI.4. Schéma de puissance

Le schème de puissance est divisé en deux parties, la première partie concerne le branchement de 220VAC, cette partie contienne, le disjoncteur, le commutateur, le voyants de sous tension, l'arrêt d'urgence, alimentation de 220V AC / 24V DC et le contacteur de bobine 220V. La deuxième partie concerne le branchement de 24V DC, elle contienne l'API, les voyants de 24V DC, le buzzer, les deux boutons poussoirs Marche/Arrêt, et le contacteur de bobine 24V DC.

VI.5. Schéma de commande

La partie de commande de notre projet est constituée par les matériels détaillés dans le tableau ci-dessous :





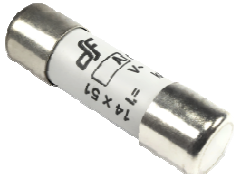
Adresse Symbolique	Adresse Absolu	Désignation
API	-	API SIMATIC S7 1200 – CPU 1214C DC/DC/Rely
BPM	% I 0.5	Bouton Poussoir Marche NO
BPA	% I 0.6	Bouton Poussoir Arrêt NC
CO1	% I 0.0	Capteur Optique PNP
CO2	% I 0.2	Capteur Optique PNP
AU	% I 0.1	Arrêt d'Urgence
LV	% Q 0.0	Lampe Verte
LO	% Q 0.1	Lampe Orange
LR	% Q 0.2	Lampe Rouge
Bu	% Q 0.3	Buzzer
DV11	% Q 0.5	Distributeur Vérin sorte
DV12	% Q 0.6	Distributeur Vérin rentre
KM1	% Q 0.4	Contacteur pour Moteur




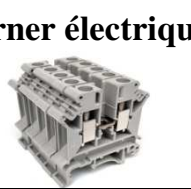
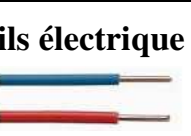




Tableau 4.1 : Adresses symboles et absolus des matériels utilisés dans la partie de commande

VI.6. Description des différents matériels (équipements) utilisés

VI.6.1. L'armoire électrique (Partie de puissance)

Notre armoire électrique est constituée par :

Matériels	Caractéristiques
<p>Contacteur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bobine : 24 DC ✓ Contacts de puissances : 3 pôles ✓ Contacts auxiliaires : 1 NO et 1NC ✓ La tension : 400V~ ✓ La puissance : 5.5 KW ✓ Pouvoir de coupure : 10KA ✓ Courant : 25 A
<p>Contact auxiliaires</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nombre des pôles : 2 pôles (un NO et l'autre NC) ✓ Courant : 10 A ✓ Tension : 690 ~
<p>Disjoncteur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type : Magnétothermique ✓ Nombres des pôles : 2 pôles ✓ Courbe : C ✓ Courant nominal In : 16 A ✓ Tension nominale Un : 400V~ ✓ Courant du court circuit Icu : 10 KA
<p>Sectionneur porte fusible</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nombre des pôles : 2 pôles ✓ Taille du fusible porté : 10.3 × 38 mm ✓ Courant maximal supporté I_{max} : 32 A ✓ Puissance : 3.5 W
<p>Fusible</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type : gG ✓ Taille : 10.3 × 38 mm ✓ Courant nominal : 2 A ✓ Tension supportée : 500 V ~ ✓ Courant du court circuit : 120 KA

<p>Alimentation 24 DC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tension d'entrée : Variable 110 → 220 V ~ ✓ Courant d'entrée : 2 A max ✓ Tension de sortie : 24 DC ✓ Courant de sortie : 6.25 A ✓ Puissance nominale : 150 W
<p>Bouton poussoir</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Courant nominal : 3A ✓ Tension nominale : 240 V
<p>Arrêt d'urgence</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Courant nominal : 3A ✓ Tension nominale : 240 V
<p>Borner électrique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taille : 2.5 mm² ✓ Courant : 20 A ✓ Tension : 600 V
<p>Fils électrique</p> 	<p>Taille : 1 mm² (pour la commande) 1.5 mm² (pour la puissance)</p>
<p>Goulotte de câblage</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matériel : PVC rigide ✓ Résistance à la chaleur continue : jusqu'à + 60 °C. ✓ Taille : 40 × 24 mm
<p>Commutateur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nombre de position : 2 positions ✓ Courant ≤ 20 mA ✓ Puissance nominale : 0.5 W
<p>Rail oméga</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taille : 35×7.5 mm
<p>Buzzer</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tension : 24 DC ✓ Courant ≤ 20 mA ✓ Puissance nominale : 0.5 W


<p>Voyant</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tension : AC/DC 24DC ✓ Courant : $\leq 20 \text{ mA}$ ✓ Puissance nominale : 0.5 W
--	--

Tableau 4.2 : Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans l'armoire électrique

La figure ci-dessous représente une photo de différents équipements utilisés de notre armoire électrique

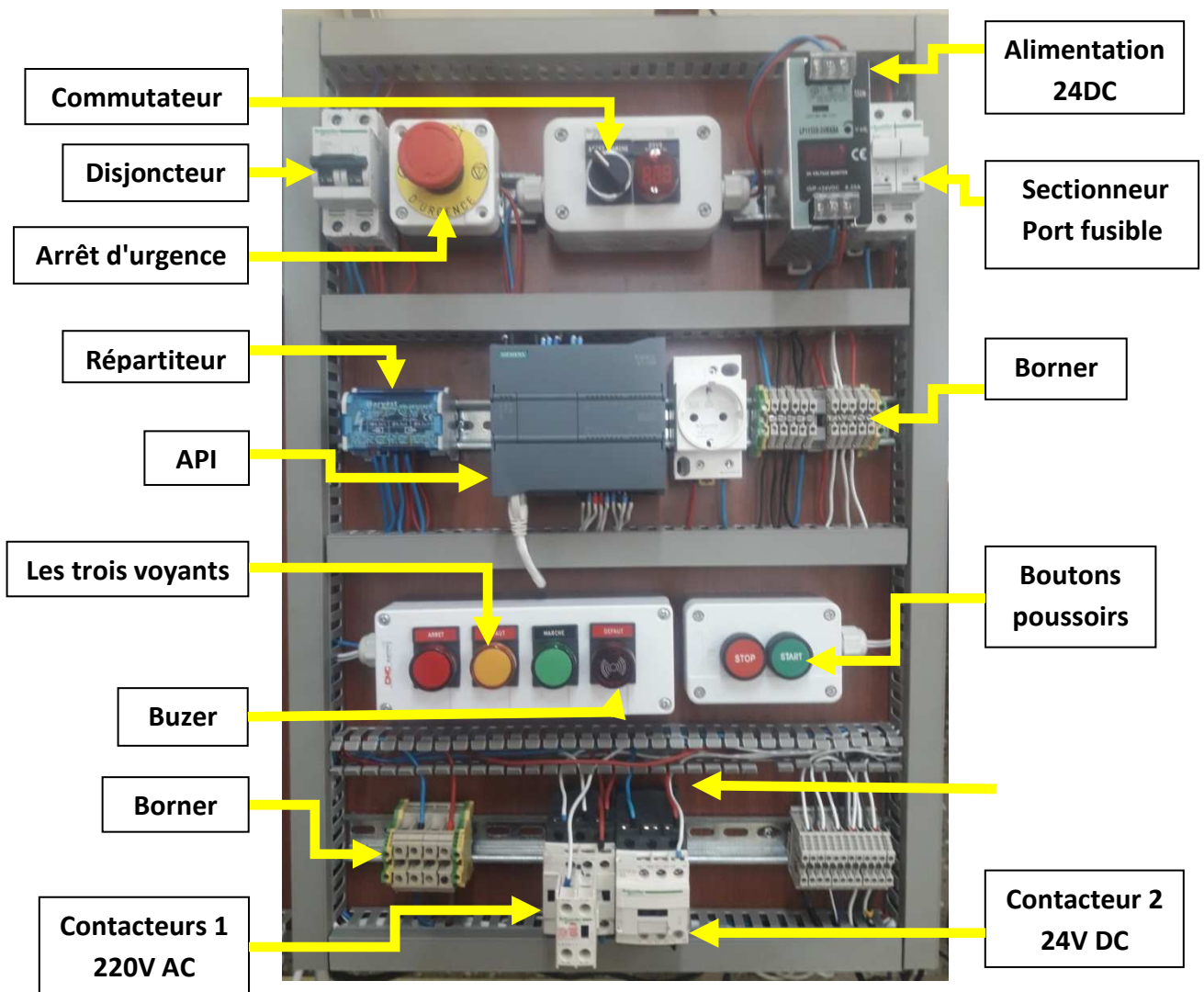


Figure 4.5 : L'armoire électrique

VI.6.2. Partie opérative

Les matériels et leurs caractéristiques techniques utilisés dans la partie opérative est cités de tableau ci-dessous.

Matériels	Caractéristiques
<p style="text-align: center;">Distributeur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type de fluide : Pneumatique ✓ 5/2 (5 orifices / 2 positions) ✓ Stabilité : Bistable (2bobines) ✓ Bobine : 24 DC ✓ Pression : 10 bar max
<p style="text-align: center;">Vérin</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type de fluide : Pneumatique ✓ Forme : Cylindré ✓ Effet : Double effet ✓ Force : 9,9 kgf/cm² (1 kilogramme-force centimeter carré = 0.981 bar) ✓ Préhension : 10 bar ✓ Diamètre de la tige : 12 mm ✓ La course : 10 cm
<p style="text-align: center;">Capteur photoélectrique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologie : PNP ✓ Détection : par réflexion ✓ Tension : 24V DC ✓ Branchement : 4 fil (1^{ère} pour +24, 2^{ème} fil pour 0V, le 3^{ème} fil NC (Blanc) et le 4^{ème} NO (Noir)).
<p style="text-align: center;">Capteur photoélectrique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologie : PNP ✓ Détection : par barage ✓ Tension : 24V DC ✓ Branchement : Emetteur : 2 fil (1^{ère} pour +24, 2^{ème} fil pour 0V) Récepteur : 3 fil le 3^{ème} (1^{ère} pour +24, 2^{ème} fil pour 0V et le 3^{ème} NO (Noir)).
<p style="text-align: center;">Convoyeur à bande</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type : Mono bande ✓ Entraînement sur poulie d'extrémité ✓ Largeur : 20 ✓ Longueur : 1 m ✓ Longueur bande : 10 cm



	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Largeur bande : 200 cm
<p>Moteur électrique avec réducteur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Type : Asynchrone Monophasé ✓ Réf : M590-502 ✓ Puissance nominale : 90 W ✓ Tension nominale : 220V ✓ Courant : 1 A ✓ Fréquence : 50 Hz ✓ Vitesse : 1350 tr/min ✓ Nombre des pôles : 5 fils ✓ Réducteur : 100 K ✓ Condensateur : 5μF / 500 V
<p>Variateur de vitesse</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tension d'entrée: 220V AC 50Hz ✓ Tension de sortie: DC 0 à 220V ✓ Puissance du moteur de contrôle: 0.01-400W ✓ Nombre des pôles : 5 fils ✓ Dimensions: 100 x 60 x 112mm ✓ Taille du trou: 82 x 54mm 90-2 x f4.5mm

Tableau 4.3 : Les matériels et leurs caractéristiques utilisés dans la partie opérative

IV.7. Raccordements des différents matériels

IV.7.1. La communication entre l'API et l'IHM

Pour établir la communication entre l'automate et l'IHM, nous avons utilisé la porte Ethernet interface de l'IHM qui réaliser la communication entre l'IHM et le dispositif de commande via le câble Ethernet RG45.

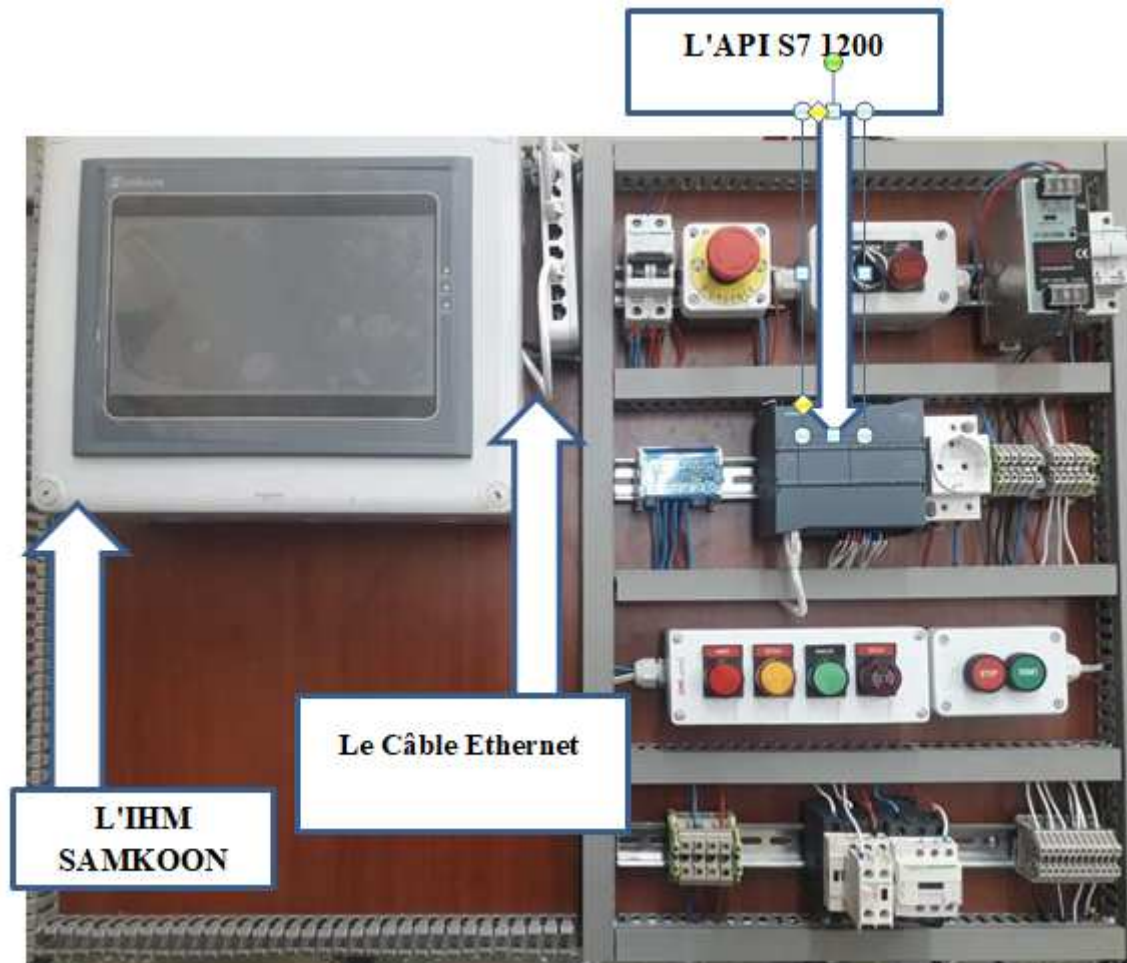


Figure 4.6 : Connexion entre l'API et l'IHM

IV.7.2. Connexion entre le PC et l'IHM

Pour établir la connexion entre le PC et l'IHM, nous avons utilisé la porte USB A dans l'IHM ce qui permet de télécharger les fichiers de configuration du PC vers l'IHM. Dans le paragraphe suivant, on va présenter la méthode de programmation du logiciel de l'IHM « **SKTOOL** ».

IV.8. Partie de programmation

IV.8.1. Logiciel « **SKTOOL** »

Créé pour la série IHM de Samkoon SK à partir de Shenzhen Samkoon Technologie, SKTOOL est un logiciel d'édition de configuration de Samkoon IHM ,SKTOOL prend en charge les pilotes de communication PLC des principaux fabricants mondiaux, tels que Samkoon, Siemens, Mitsubishi, Omron, Fujitsu, Panasonic, Schneider, Emerso ...etc. Le logiciel de configuration SKTOOL est un système de développement avec un environnement de développement intégré et de nombreuses fonctions avancées, il est facile à apprendre et à appliquer, ainsi les ingénieurs

peuvent facilement développer leurs propres projets pour la configuration utilisée dans SKTOOL. L'interface de développement et les domaines fonctionnels sont illustrés dans la figure suivant.

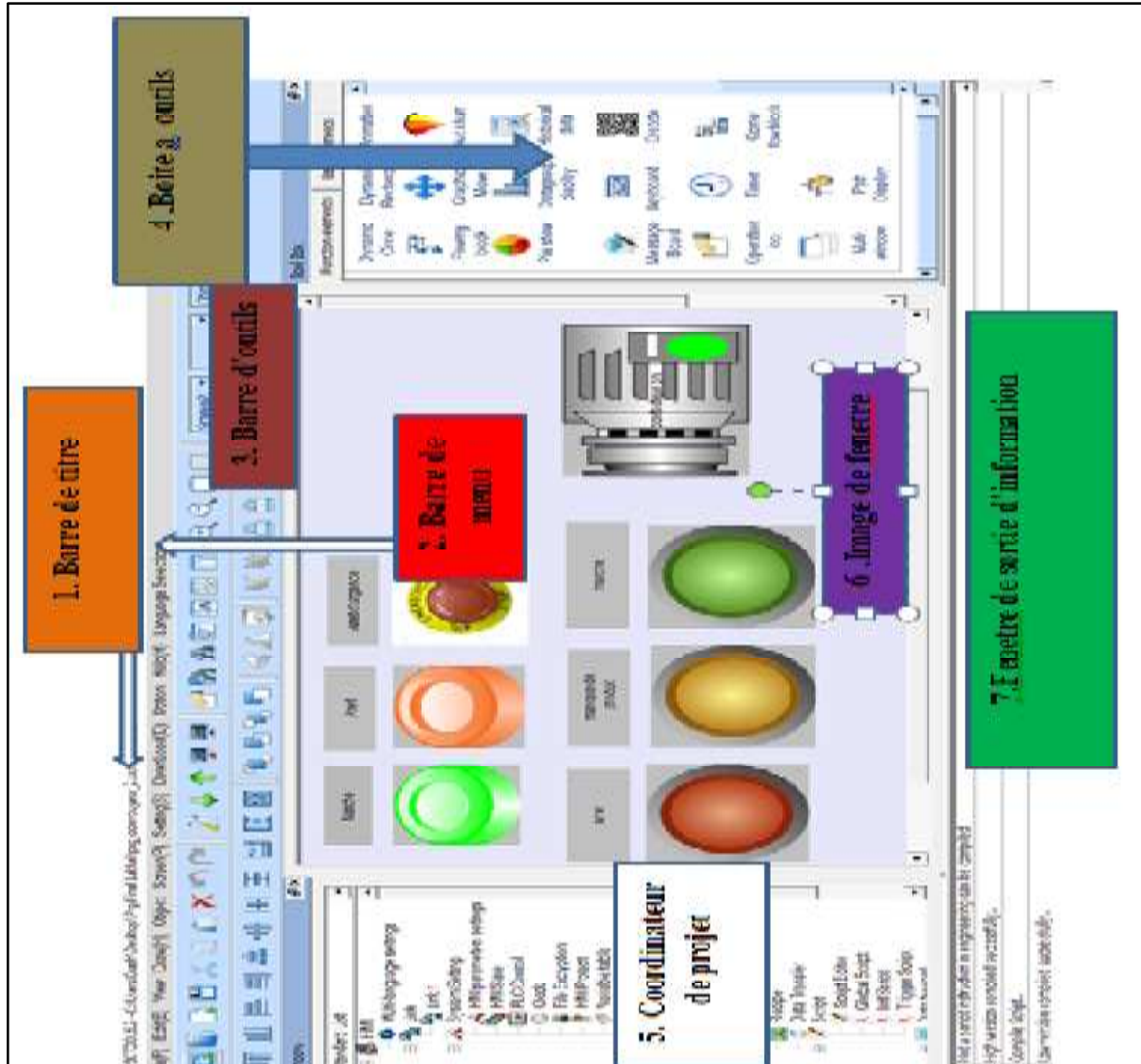


Figure 4.7 : Vu de l'interface de logiciel SKTOOL

- **Barre de titre:** Affiche le nom de la version de SKTOOL.
- **Barre de menus:** affiche les divers menus de commande de SKTOOL qui sont tous des menus déroulants.
- **Barre d'outils standard:** raccourcis vers le bouton de commande; Afficher le fichier; projet ouvert; nouveau projet; restauration et autres boutons de fonction.
- **Boîte à outils:** Contrôles de configuration de base conçus pour que les ingénieurs puissent les configurer; contient des contrôles de fonction et des contrôles de base.

- **Image de fenêtre** : fenêtre à l'intention du personnel d'ingénierie pour la configuration et la modification d'un objet
- **Coordinateur de projet** : connexions de communication, paramétrage, gestion des images, paramétrage des alarmes, formule définie et menu arborescent défini par le collecteur de données d'historique.
- **Fenêtre de sortie d'informations**: Invites relatives à la saisie, à la sortie, aux messages d'erreur et autres conseils fournis aux ingénieurs lors de l'édition et de la compilation de la configuration.

IV.8.1. Programmation d'API par TIA Portal

a. Table de variables standard

Dans cette table on a représenté toutes les variables et leurs adresses utilisées de noter programme.

Table de variables standard							
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	BPM	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	BPA	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	CO1	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	LV	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	LO	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	LR	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	BU	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	KM1	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	verin dessus	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	verin debout	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	maintien	Bool	%M7.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Clock_Byte	Byte	%MB77		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Clock_10Hz	Bool	%M77.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Clock_5Hz	Bool	%M77.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Clock_2.5Hz	Bool	%M77.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Clock_2Hz	Bool	%M77.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Clock_1.25Hz	Bool	%M77.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Clock_1Hz	Bool	%M77.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Clock_0.625Hz	Bool	%M77.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Clock_0.5Hz	Bool	%M77.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	dddd	Bool	%M8.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Clock_Byte(1)	Byte	%MB0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Clock_10Hz(1)	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	


24	 Clock_5Hz(1)	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	 Clock_2.5Hz(1)	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	 Clock_2Hz(1)	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	 Clock_1.25Hz(1)	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	 Clock_1Hz(1)	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	 Clock_0.625Hz(1)	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	 Clock_0.5Hz(1)	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	 AU	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	 BPM(1)	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	 BPA(1)	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	 AU(1)	Bool	%M6.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	 CO2	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure 4.8 : Table des variables E/S

b. Programme du Block d'organisation

1. La figure ci-dessous représente le premier réseau, ce réseau pour mise en marche avec auto-maintien.

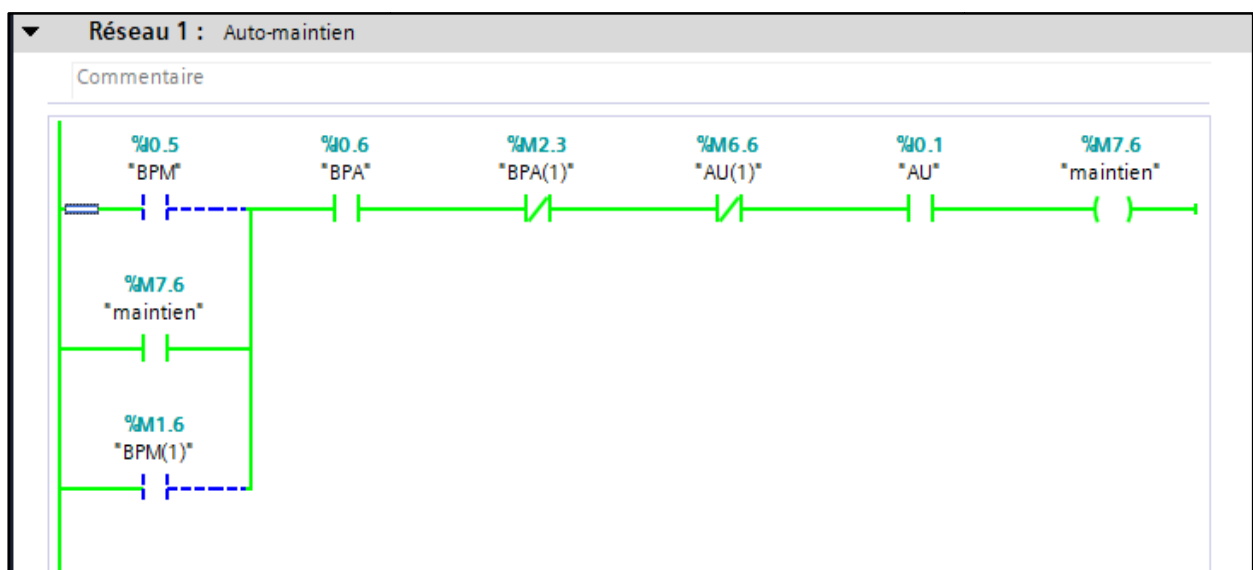


Figure 4.9 : Réseau pour mise en marche avec auto-maintien

2. Le deuxième réseau représente le démarrage du moteur.

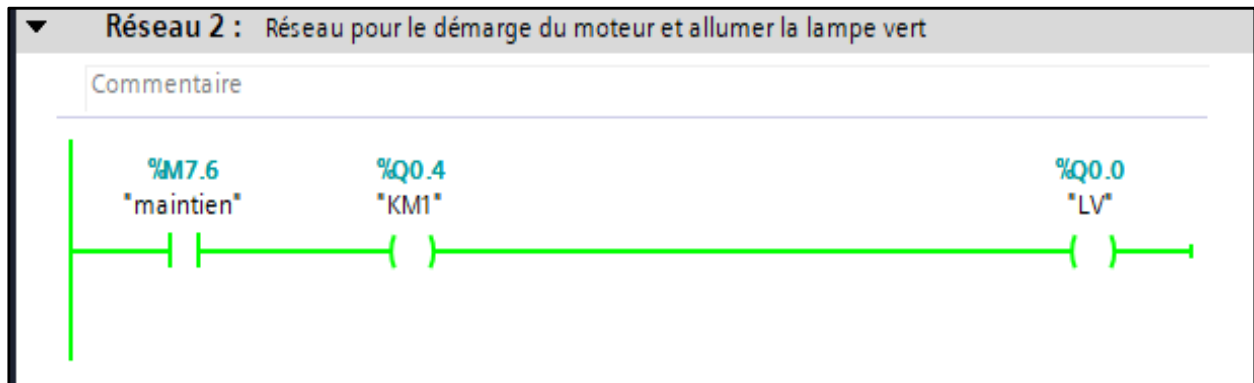


Figure 4.10 : Réseau pour la commande des trois vitesses

3. Ce réseau représente la gestion du bouton d'arrêt d'urgence.

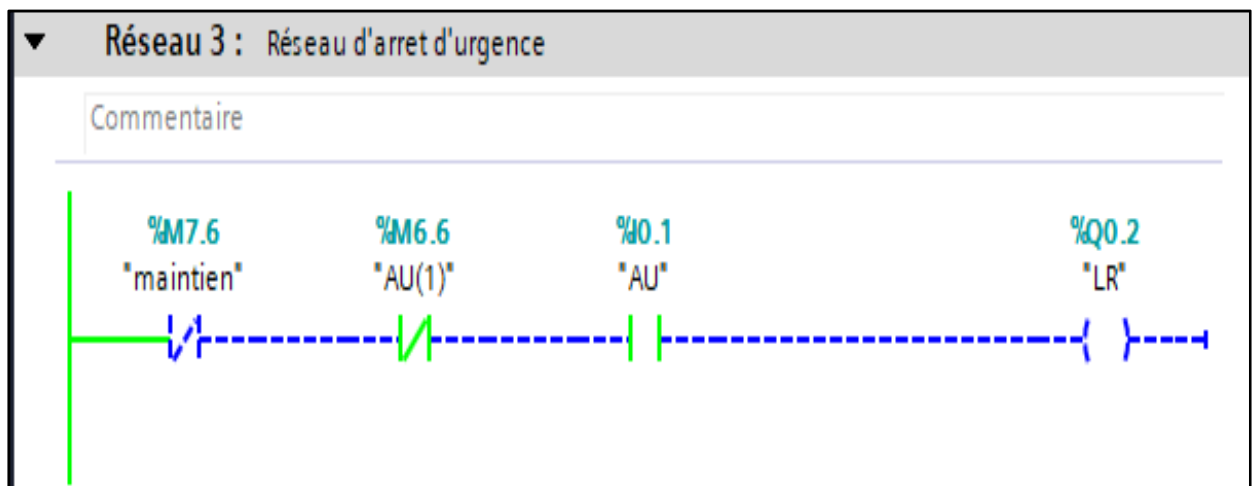


Figure 4.11 : Réseau d'arrêt d'urgence

4. La figure ci-dessous représente le réseau pour sortir la tige du vérin.

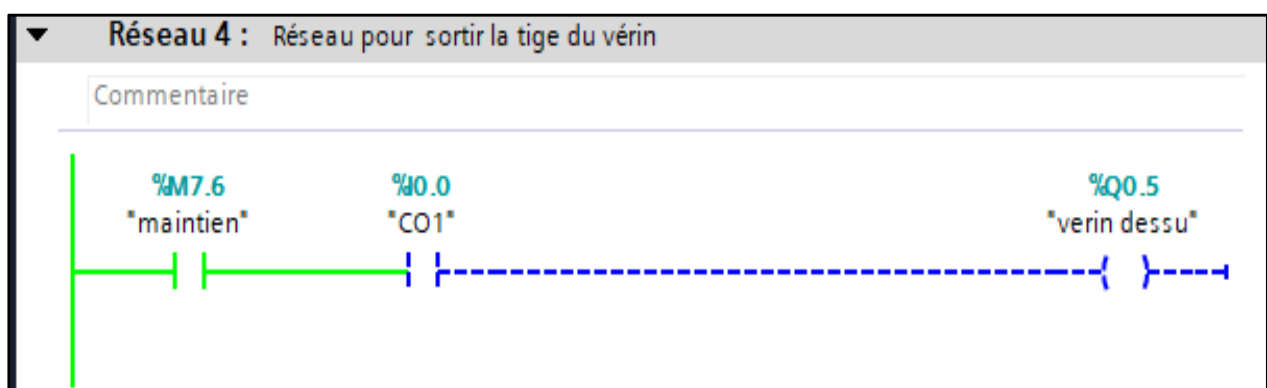


Figure 4.12 : Réseau pour sortir la tige du vérin

5. La figure ci-dessous représente la temporisation de la tige sortant pendant 10s

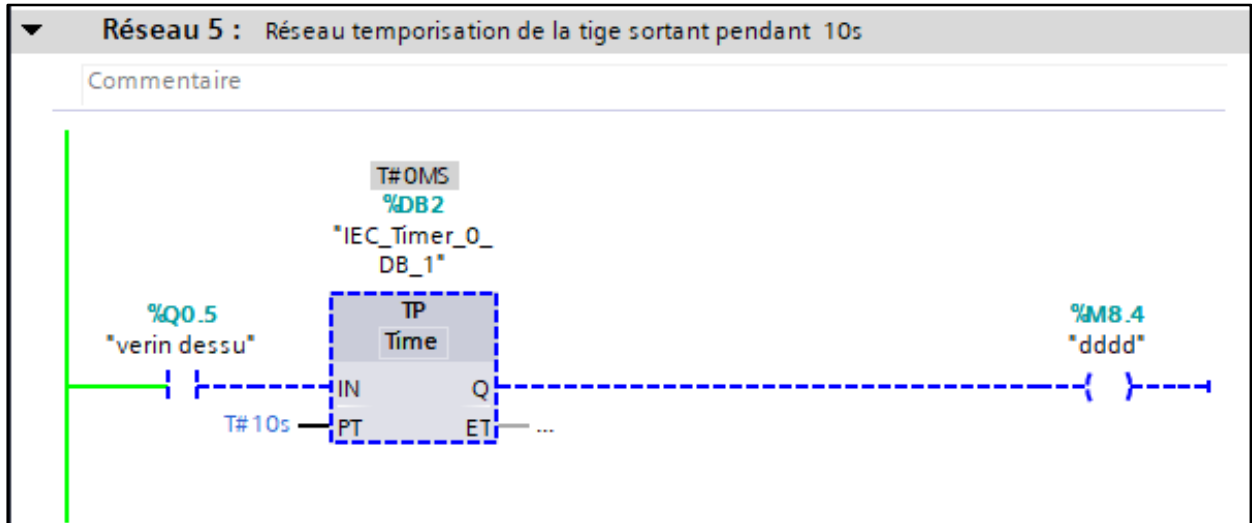


Figure 4.13 : Réseau temporisation de la tige sortant pendant 10s

6. La figure ci-dessous représente le réseau pour la commande de menter la tige du vérin

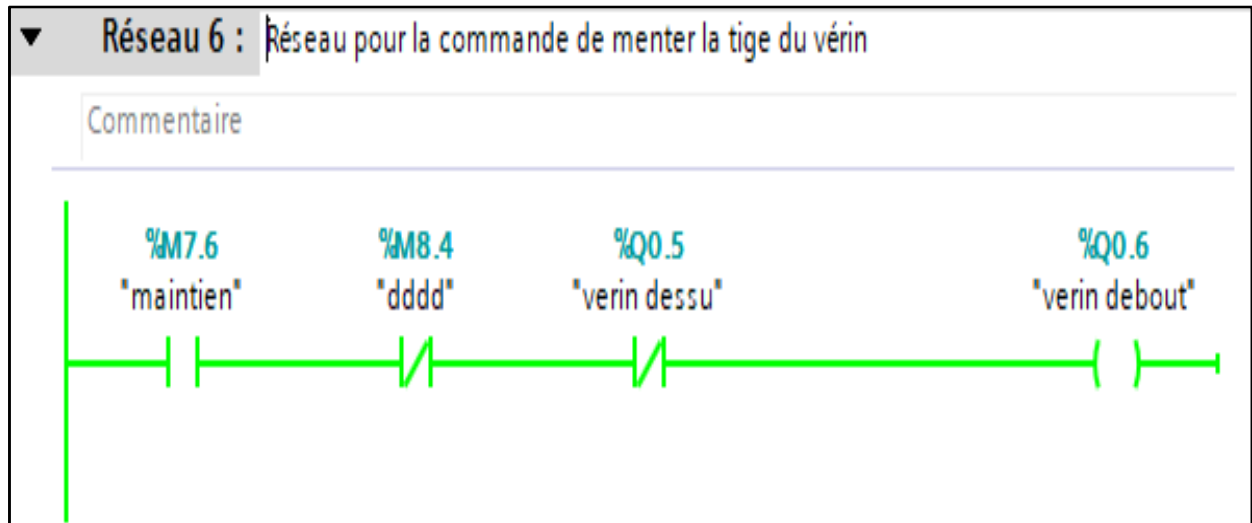


Figure 4.14 : Réseau pour menter la tige du vérin

7. La figure ci-dessous pour gérer la manque de produit

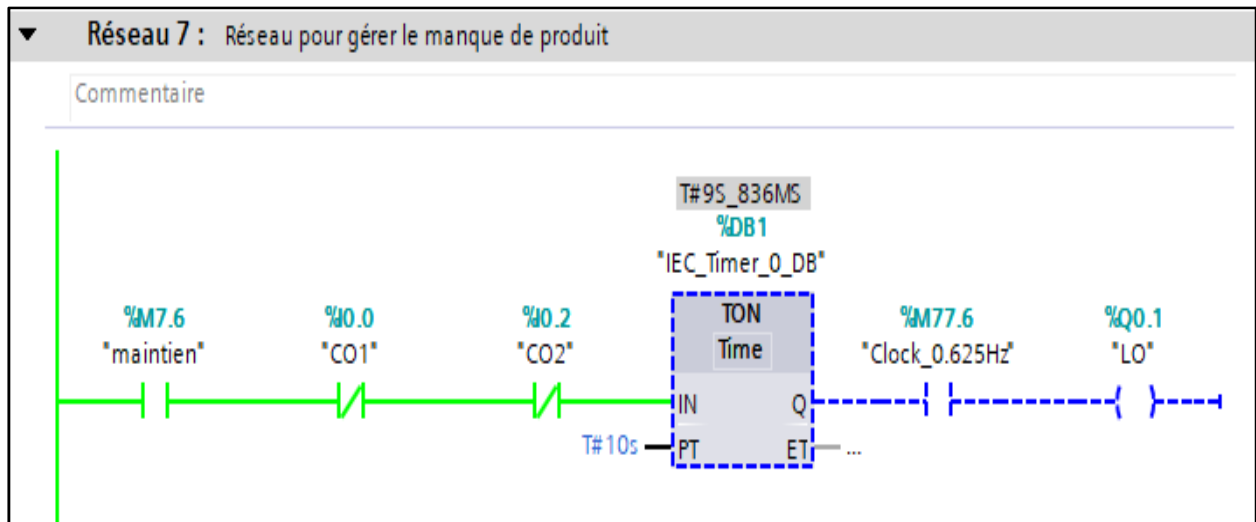


Figure 4.15 : Réseau pour gérer le manque de produit

8. La figure ci-dessous représente le déclenchement le buzzer.

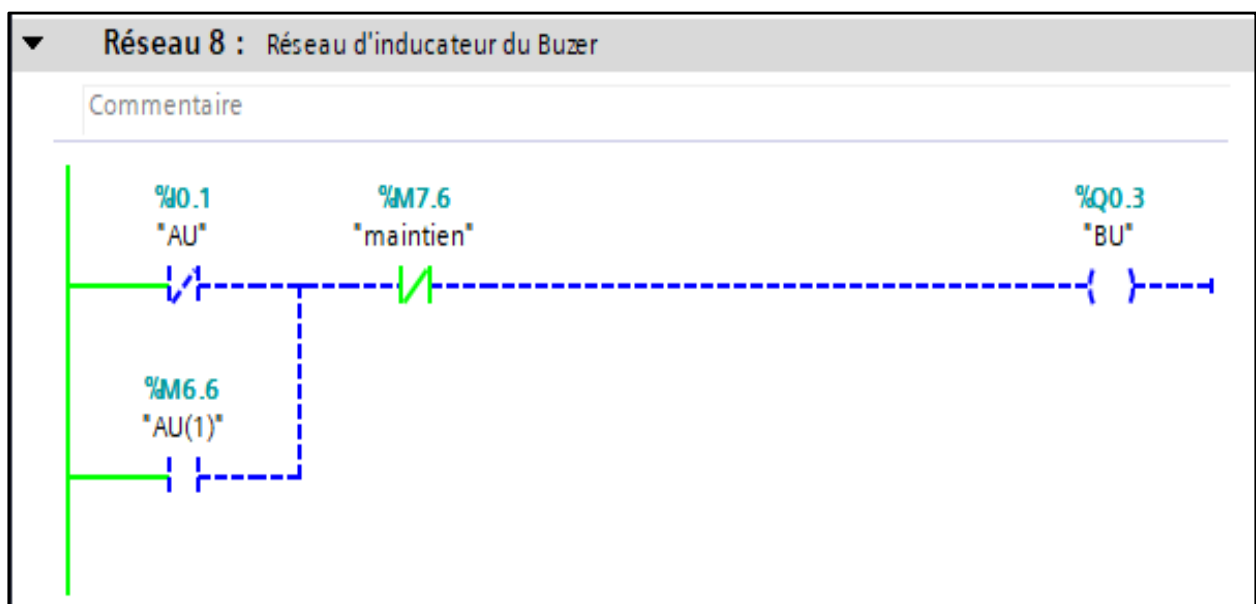


Figure 4.16 : Réseau de déclenchement le buzzer.

IV.4.2.3. Programme IHM dans SAKTOOL pour le macro de connexion Cn003

SKTOOL est un logiciel d'édition de configuration IHM, SKTOOL prend en charge les pilotes de communication PLC des principaux fabricants mondiaux. Pour programmer IHM nous avons utilisé plusieurs éléments pour commander et visualiser l'état de la machine trieuse, Notre programme IHM contient deux fenêtres :

- La première fenêtre est représentée une page d'accueil, la page de garde de notre projet.

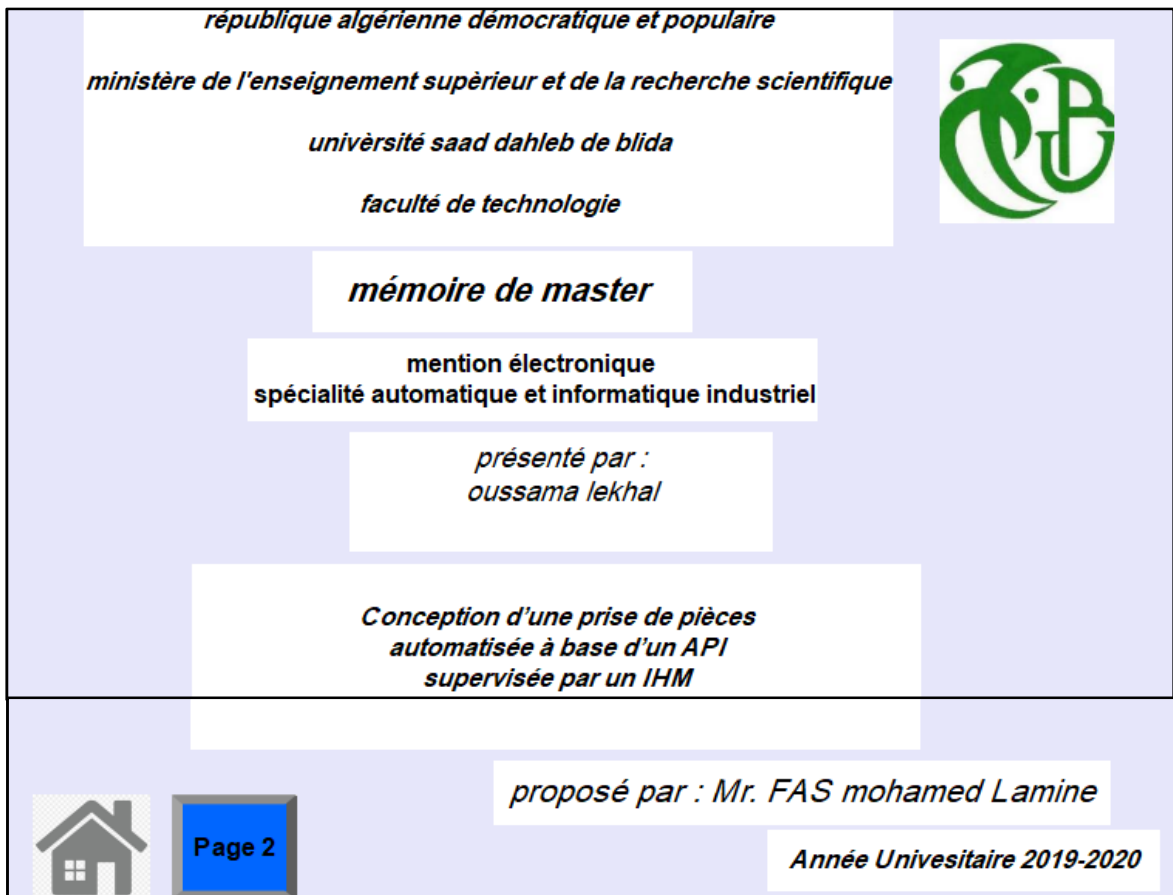


Figure 4.17 : La première fenêtre de l'IHM

- La deuxième fenêtre du l'IHM contienne :
 - Deux touches pour marcher et arrêter le moteur du convoyeur
 - Une touche pour l'arrêt d'urgence
 - Deux voyants indiquant l'état du convoyeur
 - Un voyant indiqué le mande de produit
 - l'état du moteur.

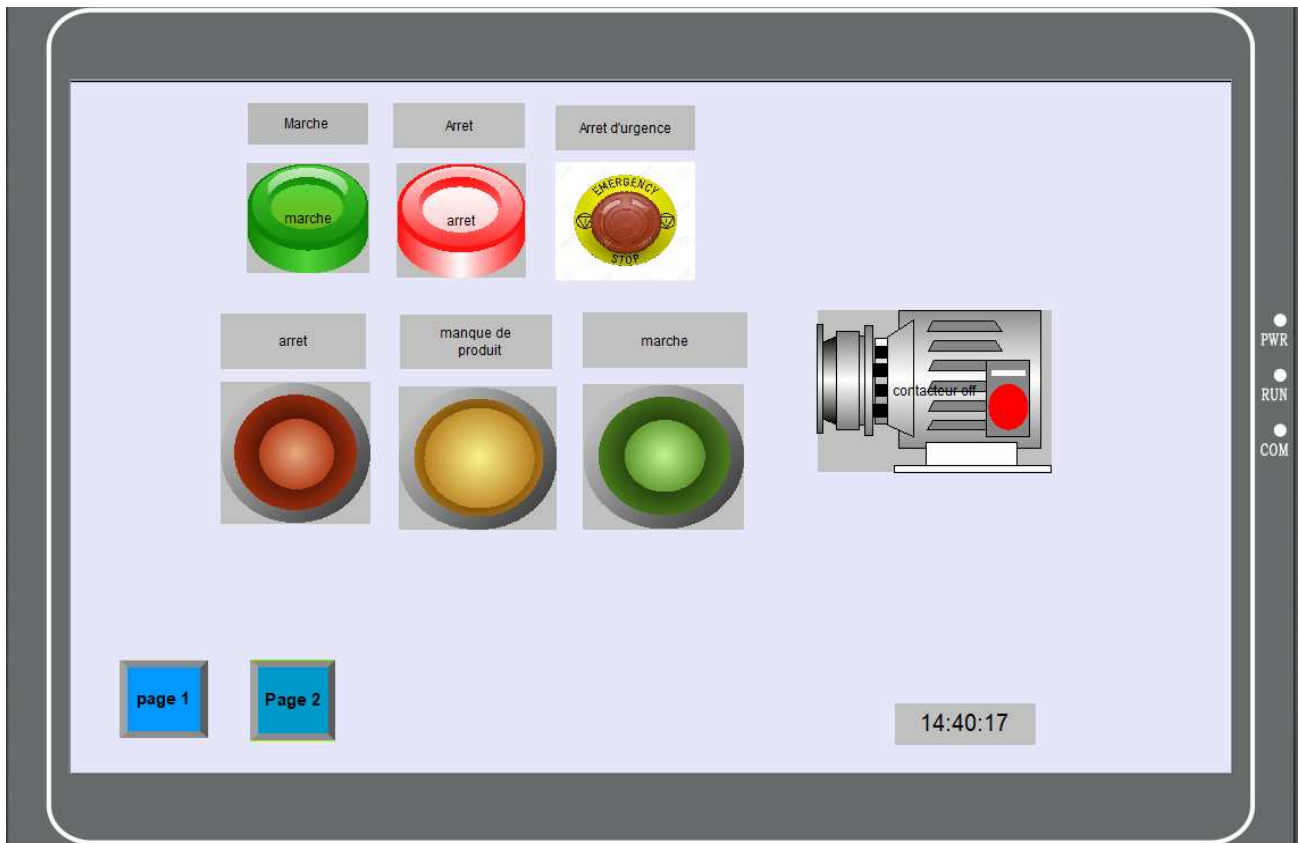


Figure 4.18 : La deuxième fenêtre de l'IHM.

IV.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le schéma de commande, le schéma de puissance, une description détaillée des matériels utilisés dans la partie de commande, la partie opérative et la partie de puissance, ainsi les raccordements des différents éléments utilisés pour la réalisation de notre banc d'essai et le programme développé pour la commande et la supervision notre projet.

Conclusion générale

Ce mémoire présente l'étude et la réalisation d'une machine de tri des pièces selon leurs tailles commandée par un API et supervisé avec un IHM. Pour réaliser notre machine on a divisé le travail en quatre chapitres.

Le premier chapitre concerne les systèmes automatisés. Ces derniers se divisent en deux parties, la partie commande et la partie supervision. Dans la première partie on a basé sur les automates programmables API est surtout les automates de types SIEMENS de type S7-1200. Notre API donne des ordres à la partie opérative (le moteur, les voyants....) et reçoit des comptes rendus à travers des capteurs de proximités, ces actions sont supervisées et contrôlées par la partie supervision qui sert d'interface homme machine, Pour programmer l'API S7-1200 nous avons présenté la procédure à suivre pour la création de notre programme sous TIA PORTAL V13.

Dans le deuxième chapitre nous avons présenté la partie opérative et ces éléments principaux tel que les préactionneurs (le distributeur), les actionneurs pneumatiques (les vérins pneumatiques) et les actionneurs électriques (Moteur asynchrone monophasé).

Pour alimenter la partie de commande et la partie opérative par la puissance nécessaire. Nous présentons dans le troisième chapitre tous les matériels nécessaires pour construire une armoire électrique industrielle,

Le quatrième chapitre concerne la réalisation et la commande de la machine trieuse commandée par un automate programme industriel «SIEMENS S7-1200» et supervisée via un écran tactile IHM «SAMKOON». Ainsi dans ce chapitre nous avons présenté le schéma de commande et le schéma de puissance, le schéma structurel, et les matériels utilisés dans la partie de commande et la partie de puissance et leurs caractéristiques techniques.

Référence Bibliographiques

- [1] M.L. Fas, " Cours actionneurs ", Support de cours, Université Saad Dahleb de Blida 1, 2017.
- [2] J. Perrain, F. Binet, J.J. Doumer, C. Merlaud, J.P. Trichard, "Automatique et informatique industrielle", Edition Nathan, 2006.
- [3] A. Simon, "Automates programmables industriels Niveau 1", Edition l'Elan-Liège, 1991.
- [4] P. Le Brun, "Cours machine asynchrone", support de cours, Lycée Louis Armand, Strasbourg.
- [5] E. Gaucheron, " Les moteurs électriques ... pour mieux les piloter et les protéger", Collection technique Cahier technique N° 207, Schneider Electric, 2004.
- [6] G. Chateigner, M. Boës, D. Bouix, J. Vaillant, D. Verkindère, "Manuel de génie électrique", Livre DUNOD, 2005.
- [7] M. Bertrand, "Technique de l'ingénieur, automates programmables industriels", 1^{ère} Edition, 2001.
- [8] Document Siemens, "Information et formation, automatisation et entrainements, programmation niveau A", Edition Siemens AG, 2003.
- [9] Ir.H. Lecocq, " Les automates programmables, Tome I, Caractéristiques et méthodologie de programmation ", Support de cours, université de Liège, 2005.
- [10] L. Sari, "Prise en Main de TIA Portal (Siemens)", Support de cours, Département GEII, IUT de Toulon, 2016.
- [11] J.P. Thomesse, "Technique de l'Ingénieur, Ingénierie des systèmes homme-machine", Edition, 2004.
- [12] M.L. Fas, " Cours Capteurs et Chaines de Mesures ", support de cours, université Saad Dahleb de Blida 1, 2017.
- [13] Centre de Technologie Avancé, "Programmation des automates S7-300 – Introduction au logiciel TIA Portal", Fédération Wallonie-Bruxelles, 2016.
- [14] W. Bolton, "Automates Programmables Industriels", 2^{ème} édition, DUNOD, 2015.
- [15] J.C. Boinot, Y. Maridor, N. Croset, S. Pittet, "Commande programmable, tome II ", Support de cours, Centre professionnel du noir vaudois, 2014.

- [16] P.C. Jong, "Les capteurs et instrumentation industrielle", DUNOD, 2001.
- [17] Support de cours Siemens, "Initiation à la programmation du SIMATIC S7-1200 avec TIA Portal VX", Industry Automation and Drive Technologies, 2016.
- [18] Industry Support Siemens, "SIMATIC S7 Automate programmable S7-1200", Manuel système, 2014.
- [19] L. Docquier, "Pneumatique", Cours formatpme, 2008.
- [20] <https://www.maxicours.com/se/cours/moteur-a-courant-alternatif-monophas/> 25/11/2019.
- [21] https://www.epsic.ch/pagesperso/maccaudo/electrotechnique/theorie/moteurs/c05b_moteurs_autres.pdf 25/11/2019.
- [22] http://formationenergetique.fr/images/LPChesnois/BacProTMSEC/Cours/Moteur_monophas%C3%A9_1.pdf 25/11/2019.
- [23] H. Largeaud, "Le schéma électrique", troisième édition, Eyrolles, 2002.
- [24] L. Agresti, "Electrotechnique", édition DUNOD.

Annexe

I. Le logiciel SKTOOL

Créé pour la série IHM de Samkoon SK à partir de Shenzhen Samkoon Technologie, SKTOOL est un logiciel d'édition de configuration de Samkoon IHM , SKTOOL prend en charge les pilotes de communication PLC des principaux fabricants mondiaux, tels que Samkoon, Siemens, Mitsubishi, Omron, Fujitsu, Panasonic, Schneider, Emerso , Le logiciel de configuration SKTOOL est un système de développement avec un environnement de développement intégré et de nombreuses fonctions avancées, il est facile à apprendre et à appliquer, ainsi les ingénieurs peuvent facilement développer leurs propres projets pour la configuration utilisée dans SKTOOL.

I.1. Création d'un projet et configuration

Cette opération est nécessaire créer un nouveau projet, Sélectionnez Nouveau projet dans le menu Fichier ou sur le bouton Nouveau projet, La figure ci-dessus représente la boîte de dialogue Nouveau projet dans laquelle l'utilisateur décide du nom, du chemin d'accès, du modèle et du mode d'affichage

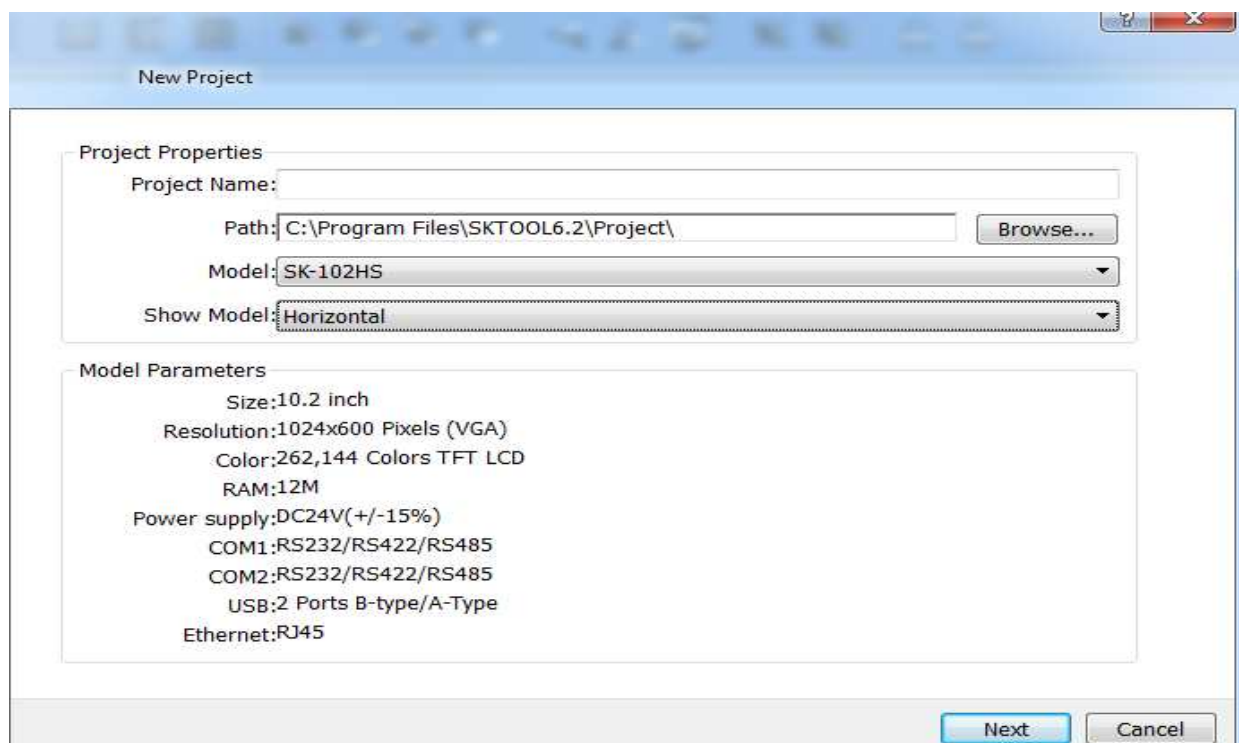


Figure 1 : Création d'un projet

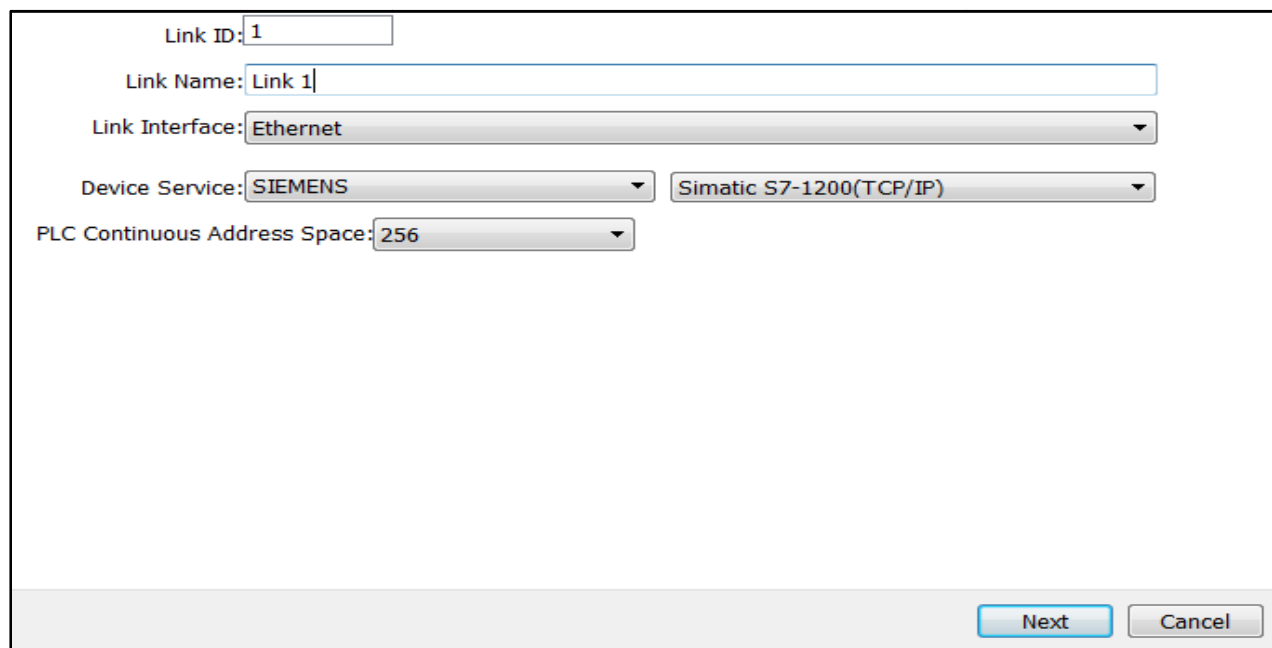
Le modèle spécifique est déterminé par le modèle IHM que utilisé, dans notre banc d'essai en utilise SK-102HS, puis cliquez sur Suivant pour définir le port de communication.

I.2. Boîte de dialogue Paramètres de communication

La boîte de dialogue Paramètres de communication sert à définir les paramètres de communication du port de communication de l'IHM. Seuls des paramètres de communication corrects peuvent assurer une communication normale entre l'automate et les écrans tactiles, Les paramètres de communication spécifiques dépendent du modèle d'automate à connecter.

Les paramètres le plus importants dans La boîte de dialogue Paramètres de communication :

1. Nom de la connexion: nom du port de communication.
2. Service de périphérique: sélection de la marque de l'automate et du type de CPU.
3. Connexion Interface: Select COM port or Ethernet port
4. Intervalle d'adresse continue de l'automate: définit l'espace adresse consécutive de l'automate; la valeur par défaut est recommandée.



The image shows a dialog box titled 'Communication Parameters'. It contains several input fields and dropdown menus. The 'Link ID' field is set to '1'. The 'Link Name' field is set to 'Link 1'. The 'Link Interface' dropdown menu is set to 'Ethernet'. The 'Device Service' dropdown menu is set to 'SIEMENS', and the 'Simatic S7-1200(TCP/IP)' dropdown menu is set to 'Simatic S7-1200(TCP/IP)'. The 'PLC Continuous Address Space' dropdown menu is set to '256'. At the bottom right, there are two buttons: 'Next' and 'Cancel'.

Figure 2 : Boîte de dialogue Paramètre de communication

La figure ci-dessus représente la boîte de dialogue des paramètres du port de communication dans laquelle les utilisateurs choisissent les services de périphérique correspondants en fonction du type de périphérique de connexion. Pour utiliser une connexion Ethernet, choisissez l'option «Connexion directe (Ethernet)» dans le «Type de connexion». Cliquez sur «Suivant» dans la boîte de dialogue Paramètres de communication pour afficher une boîte de dialogue Nouvel écran.

I.3. Paramètres de l'écran

Boîte de dialogue Nouvel écran dans laquelle vous pouvez définir le nom et la couleur d'arrière-plan des écrans. Le nom par défaut est un numéro d'écran. la couleur d'arrière-plan par défaut est le bleu. Lorsque nous créons chaque fois une nouvelle image, le logiciel de configuration SKTOOL attribue un numéro d'écran au nouvel écran pour indiquer l'ordre d'affichage du projet en cours.

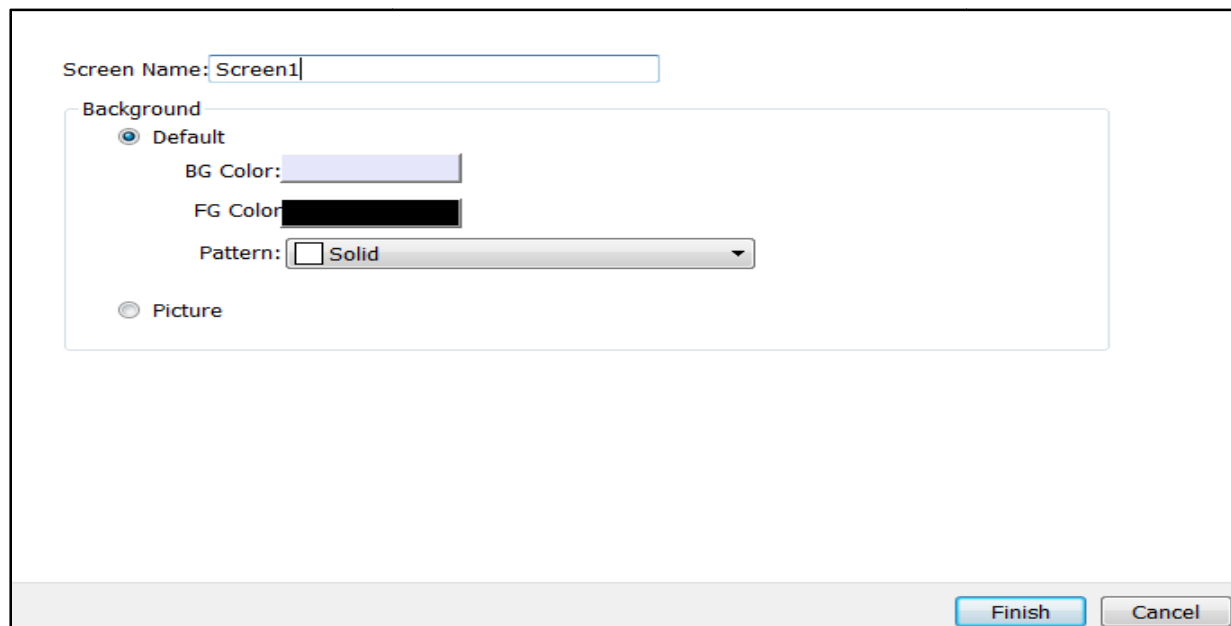


Figure 3 : Nouvelle boîte de dialogue

Cliquez sur Terminer pour terminer les étapes ci-dessus, le système ouvrira immédiatement l'écran que vous venez de créer.

I.4. La propriété du port de communication

La propriété du port de communication est appliquée pour définir les paramètres de communication entre l'IHM et les périphériques connectés. Double-cliquez sur "Link" et "Link 1" qui se trouvent dans Coordinateur de projet, comme le montre dans la figure III.10




The screenshot shows a software dialog box titled 'Parameter' with a 'General' tab. The 'Link ID' is set to 1, and the 'Link Name' is 'Link 1'. The 'Link Interface' is set to 'Ethernet'. The 'HMI Site' is 'Local', and the 'COM port (master-slave mode) port' is 1. The 'Injection Services' are set to 'SIEMENS' and 'Simatic S7-1200(TCP/IP)'. The 'HMI IP' checkbox is checked. The IP address is 192.168.0.10, Subnet mask is 255.255.255.0, and Gateway is 192.168.0.1. A callout box with an orange border contains the text: 'Réglage des paramètres d'adresse IP pour permettre de réaliser la communication entre l'IHM et le dispositif de commande par Ethernet port.'

Figure 4 : Boîte de dialogue propriété du port

Pour régler les paramètres d'adresse IP il nous faut cocher la case IHM IP :

- IP : c'est l'adresse IP spécialisée pour IHM lui-même.
- Gateway : Adresse IP de l'automate programmable communiqué avec L'IHM par la porte Ethernet.

I.5. Compilation et chargement de programme

Une fois l'édition de la configuration terminée, vous devez cliquer sur le bouton  puis cliquez sur  Pendant la compilation, la fenêtre de sortie d'informations affichera la situation en temps réel, Il ne peut pas terminer la compilation si une erreur existe. Il est nécessaire de compiler avant de télécharger, alors que l'étape de conservation est nécessaire avant de compiler. Après pour charger le programme vous devez cliquer sur le bouton .

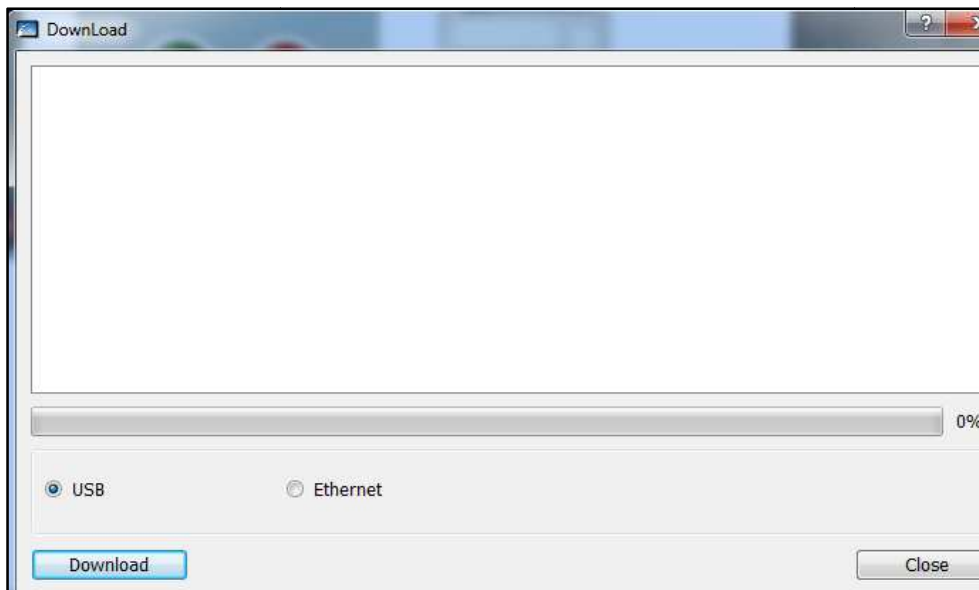


Figure 5 : Boîte de dialogue de téléchargement

Enfin, exécutez la commande USB dans le menu Télécharger pour télécharger via un câble USB. Cliquez sur télécharger; la barre de progression du milieu montre la progression du téléchargement. Après le téléchargement, une fenêtre contextuelle montre l'achèvement du téléchargement sur USB. Cliquez sur OK pour terminer la tâche de téléchargement. Comme le montre dans la figure 6.

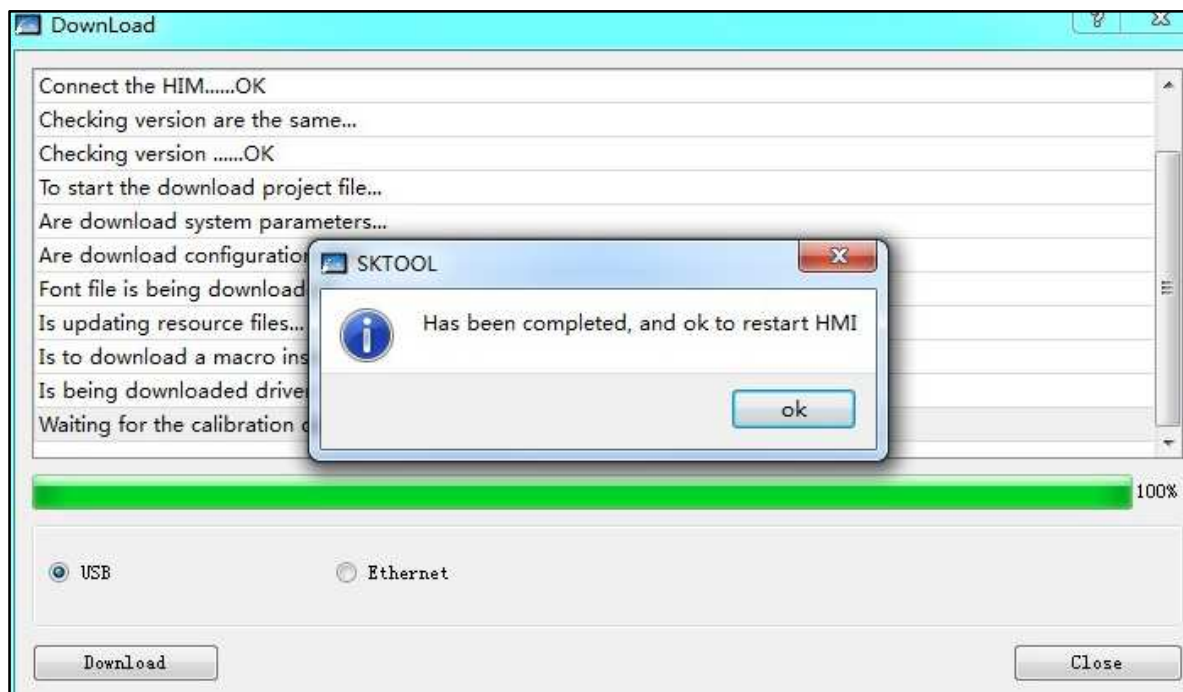


Figure 6 : Téléchargement terminé

L'étape suivante est la connexion à l'automate pour voir si le projet de configuration s'exécute correctement dans l'IHM.