

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GENIE ELECTRIQUE

N°



DOMAINE: SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE : ELECTROMECHANIQUE

OPTION : ELECTROMECHANIQUE

*Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique*

Par: NEGUEZ Saïd

Le : Mercredi 29 Juin 2022

Intitulé

**Association variateur de vitesse et moteur asynchrone
avec communication Profinet par automate
programmable siemens S7-1200.**

Soutenu devant le jury composé de:

Mr KHETTAB Khothir

Président

Mr GHELAB Mohamed Zinelaabidine

Rapporteur

Mr IDIR Abdelhakim

Examineur

Année universitaire : 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Aussi, nous tenons à remercier notre promoteur à l'université Mr GHALEB MOUHEMED pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses conseils, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée.

Aussi, nous tenons à remercier notre promoteur à l'entreprise EATIT

- Mr SERRAI SAID
- Mr BENTOUMI M
- Mr GHERBI Abdelatif
- Mr FERHAT Charif
- Mr ALLIOUI Ouahid

Pour avoir accepté, pour ses conseils, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée.

Spécial remerciement pour notre encadreur Mr GHERBI Abdelatif pour nous avoir permis d'user de son précieux temps et de nous avoir guidé et encouragé à réaliser ce travail.

Notre sincère gratitude va aussi aux membres du jury, qui nous ont bien voulu nous faire l'honneur d'examiner et de juger ce présent travail.

Enfin, nous tenons à remercier vivement toute l'équipe du service automatisme de l'entreprise EATIT, pour leurs chaleureux accueils et pour leurs aides et serviabilité, et pour l'excellente ambiance qui a régné durant toute la durée de notre stage.

Mes remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de mon mémoire.

Souhaitons enfin que ce projet soit au niveau de vos attentes et qu'il permette d'enrichir un tant soit peu la bibliothèque de notre département.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Cadeau

Mes parents

Maman et papa

Sacrifier pour moi. Ils ont tout fait pour mon bonheur et ma réussite pour leur patience, leur amour et leur confiance en moi. Il n'y a pas de dévotion qui exprime ce que je leur dois à Dieu pour leur bonne santé et leur longue vie.

Ma femme et mes enfants Merieme elbatoule et Ahmed wassim .

Mes sœurs et frères

Je me souviens de tous les membres de la famille, de mes oncles et tantes, de leurs fils et de tous ceux qui portent mon nom de famille.

NEGUEZ Saïd

ملخص

تلعب الأتمتة الصناعية دورًا مهمًا للغاية في الصناعة اليوم. تشخيص الأعطال وسرعة الصيانة ، كل ذلك وفق معايير وخصائص معينة دون تدخل بشري .

في هذه الرسالة ، أقترح حلاً يتكون من تصميم نظام تحكم ، يتكون من سيمنز S7-1200 آلي قابل للبرمجة . و مغيري السرعة سيمنز V20 و هيتاشي L100، و باستخدام بوابة TIA PORTAL وبرنامج WINCC، و تجسيدها في آلة لفحص قماش النسيج .

الكلمات الرئيسية: PLC S7-1200، الإشراف، مغيري السرعة سيمنز V20 و هيتاشي L100 واجهة الإنسان والآلة، PC محرك لا تزامني.

Résumé

L'automatisation industrielle joue aujourd'hui un rôle très important dans l'industrie. le diagnostic des dysfonctionnements et la vitesse de maintenance, le tout selon certaines normes et caractéristiques sans intervention humaine (dilution du travail).

Aujourd'hui, les contrôles hautes performances appelées contrôleurs programmables logiquement (PLC) sont soumis à des tests par les géants de l'automatisation.

Dans cette mémoire, je propose de concevoir un système de contrôle automatique, basé sur un automate programmable composé d'un Siemens S7-1200, d'un ordinateur avec variateur de vitesse Siemens V20 et variateur de vitesse Hitachi L100 avec moteur asynchrone, et incarné dans la machine d'inspection de tissu textile.

Mots -clés: Automate S7-1200, supervision, Variateur Siemens V20, Variateurs de fréquence HITACHI L100, , interface homme-machine , moteur asynchrone,

Summary

Industrial automation plays a very important role in industry today. the diagnosis of malfunctions and the speed of maintenance, all according to certain standards and characteristics without human intervention (dilution of work).

Today, high-performance controls called logically programmable controllers (PLCs) are being tested by automation giants.

In this letter, I propose to design an automatic control system, based on a programmable logic controller consisting of a Siemens S7-1200, a computer with Siemens V20 variable speed drive and Hitachi L100 variable speed drive with asynchronous motor, and embodied in the textile fabric inspection machine.

Keywords: S7-1200 PLC, supervision, Siemens V20 drive, HITACHI L100 frequency drives, , human-machine interface, asynchronous motor.

Sommaire

Introduction général.....	1
Chapitre I: Les automates programmables industriels (API).	
1.1 Introduction	3
1.2 Automatisation	3
1.2.1 Historique	3
1.2.2 Définition de l'automatisation	3
1.2.3 L'objectif de l'automatisation	3
1.2.4 Les fonctions d'un système automatisé.....	4
1.2.5 L'architecture de l'automate	4
1.2.5.a Structure interne	5
1.2.5.b Structure externe	5
1.2.6 Les modules des entres et des sorties tout ou rien/Analogique	7
1.2.6.a Les modules E/S tout ou rien (TOR).....	7
1.2.6.b Les modules E/S Analogique	7
1.2.7 Les avantages de l'automatisation	7
1.3. Les types des commandes	7
1.4 Les automates programmables industriels (API)	8
1.4.1 Historique.....	8
1.4.2 Définition des API	8
1.4.3 Fonctionnement cyclique des API	8
1.4.4 Caractéristique des API	9
1.4.5 Les domaines d'applications des API	9
1.4.6 Les différents types des langages de programmation	10
1.4.7 Le choix d'un type d'automate et le langage	11
1.4.8 Le paramétrage de connexion via Ethernet et Profibus	11
1.4.9 Vue d'ensemble SIMATIC S7-300	12
1.4.10 Caractéristiques de l'unité centrale processus (CPU).....	13
1.4.10.A La devanture multi point interface (MPI)	14
1.4.10.B Manifestation d'état de l'automate.....	15
1.4.10.C Sélecteur de mode de l'automate	15
I.5. Description de l'Automate S7-1200.....	16
1.6. conclusion	19
Chapitre II: Principes généraux sur les réseaux industriel Ethernet/ Profinet.	
II.1/ Introduction.....	20
II.2 .SIMATIC NET	20
II.3/ Généralités sur les réseaux Industriel Ethernet/ PROFINET	21
II.3.1/ Ethernet	22
II.3.1.1/ Le protocole Ethernet	23
II.3.1.1.1.Couche TCP/IP.....	24
II.3.1.1.2.Trame 802.3	26
II.3.1.1.3.TCP / IP.....	26
A. Protocole TCP	27
B. Protocole IP	27
B.1. La structure d'un datagramme	28
B.2. La fragmentation des datagrammes IP	30
B.3. L'adressage IP.....	32
B.4. Le masque de sous réseau	34

LISTE DES FIGURES

B.5. Le Routage IP	35
B.5.1. Routage non-adaptatif	36
B.5.2. Routage adaptatif.....	36
II.3.2/ PROFINET	37
II.3.2.1.Objectifs et avantages de PROFINET	37
II.3.2.2.Simplicité de câblage	38
II.3.2.2.1.Sécurité intégrée	38
II.3.2.2.2.Standards TIC & accès sécurisé	38
II.3.2.2.3.Processus	38
II.3.2.2.4.Appareils de terrain décentralisés	39
II.3.2.2.5.Motion Control	39
II.3.2.2.6.Intelligence répartie	39
II.3.2.2.7.Communication Profinet	39
II.4.Installation du réseau	41
II.4.1.Commutateurs (switches)	41
II.4.2.Topologies des réseaux	42
II.4.2.1. Étoile	42
II.4.2.2.Arbre	43
II.4.2.3.Ligne	43
II.4.2.4. Anneau (redondant)	44
II.4.3. Profinet et modèle OSI	44
II.5.Type profinet.....	45
II.5.1. PROFINET CBA	45
II.5.2. PROFINET IO	46
II.5.2.1. Le fonctionnement de Profinet IO	46
II.5.2.1.1.Contrôleur d'E/S	46
II.5.2.1.2.Périphérique d'E/S	46
II.5.2.1.3 Superviseur d'E/S	47
II.5.3. Attribution d'adresse Adresses	47
II.6 .Conclusion	48

Chapitre III : logiciel TIA PORTAL.

III.1. Introduction	49
III.2. Présentation de TIA Portal V14	49
III.3. Les avantages du logiciel (TIA portal).....	50
III.4. Création d'un nouveau projet SUR TIA PORTAL	50
III.4.1. Vue du portail et vue du projet.....	50
III.4.1.1. Vue du Portail	52
III.4.1.2. Vue du projet	52
III.4.2. Créer un projet	53
III.4.3. Configuration et paramétrage de l'appareil	54
III.4.3.1. Adressage des E/S	55
III.4.3.2. Les variables API	56
III.4.3.2.1. Adresses symbolique et absolue	56
III.4.3.3. Table des variables API	56
III.4.4. Adresse Ethernet de la CPU	57
III.5. Comment le programme est-il traité dans l'API ?	58
III.6. Enregistrement et compilation de la configuration matérielle	59
III.6. Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil.....	60
III.7. Application de la supervision WINCC	64
III.7.1 Interface Homme Machine (IHM)	64
III.7.2.Création une liaison entre IHM (PC) ou un Wincc RunTime Advanced.....	65
III.7.3. Variables HMI	67
III.7.4. Navigateur du projet	67
III.7.5. Barre de menus et boutons	68

LISTE DES FIGURES

III.7.6. Zone de travail	68
III.7.7. Outils	69
III.7.8. Fenêtre des propriétés	69
III.7.9. Vue détaillée.....	84
III.7.10. Vues de commande et connexions	70
III.7.10. Vue racine ou vue initiale	71
III.8. Paramétrage de l'interface PG/PC pour la simulation Runtime	71
III.8. Conclusion	72

Chapitre IV : Utilisation de PLC pour la machine de control de tissu

IV.1. Introduction	73
IV.2. Présentation des éléments de l'installation	73
IV.3. Description du Prototpe de la machine	73
IV.4. Développement du projet pour la gestion	75
IV.5. Définition du cahier des charges	75
IV.6. Description des différents matériels utilisés	76
IV.7. Variateurs de vitesse	79
IV.7.1. Configuration variateur de vitesse SIEMENS V20.....	79
IV.7.2. Configuration variateur de vitesse HITACHI L100.....	81
IV.8. Création du projet par TIA Portal	81
IV.9. Programmation d'API par TIA Portal	82
IV.9.1. Blocs d'utilisateur	82
IV.9.2. Les programmes step7.....	82
IV.10. La supervision par WINCC Runtime.....	85
IV.11. Création de L'interface homme machine HMI.....	85
IV.12. Conclusion.....	87

Conclusion générale	88
----------------------------------	-----------

références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure I.1: Structure générale d'un système automatisé.....	4
Figure I.2: Structure interne d'un automate programmable industriel.	5
Figure I.3: API compactes et modulaires.	6
Figure I.4: Cycle d'un API.....	9
Figure I.5 : Câble Ethernet croisé et droit.....	11
Figure I.6: Câble profibus.....	12
Figure I.7 : L'automate S7-300.....	13
Figure I.8 : Schéma de branchement CPU S7-300.....	13
Figure I.9 : Type d'un câble MPI.....	14
Figure I.10: L'automate programmable S7-1200.....	16
Figure I.11 : Automate S7-1200.....	17
Figure I.13 : Possibilités d'extension de la CPU.....	18
Figure II-1 Généralités sur les bus système	21
Figure II.2 PROFINET via Industriel Ethernet	21
Figure II.3: Correspondance entre le modèle OSI et les définitions IEEE 802.3.....	24
Figure II.4: Trame Ethernet 802.3.....	26
Figure II.5: Mécanisme de fragmentation d'un datagramme IP	30
Figure II.6 : Les Classes d'adresse IP	32
Figure II.7 : Exemple de routage	35
Figure II.8 : Topologie des réseaux en étoile.....	43
Figure II.9 : Topologie des réseaux en bus.....	43
Figure II.10 : Topologie des réseaux en anneau	44
Figure II.11 : profinet dans le modèle OSI.....	45
Figure III.1 : Vue du Portail.....	51
Figure III.2 : Vue du Projet.....	51
Figure III.3 : Vue du Portail.....	52
Figure III.4 : Vue du Projet.....	53
Figure III.5 : Création d'un projet	54
Figure III.6 : Configuration d'un appareil.....	54
Figure III.7 : Ajouter un module supplémentaire.....	55
Figure III.8 : Adressage des E/S.....	56
Figure III.9 : Adresse Ethernet de la CPU.....	57
Figure III.10 : Programmation d'un API.....	58
Figure III.11 : Enregistrement de la configuration matérielle.....	59
Figure III.12 : Enregistrement et compilation de la configuration matérielle.....	59
Figure III.13 : Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil.....	60
Figure III.14 : la communication entre PLC et Pc-System.....	60
Figure III.15 : Étape 1 : Type de l'interface PG/PC.....	61
Figure III.16 : Étape 2 : Type de l'interface PG/PC.....	61
Figure III.17 : Étape 3 : Type de l'interface PG/PC.....	61
Figure III.18 : Ajouter un appareil.....	65
Figure III.19 : Configuration de la station runtime.....	66
Figure III.20 : La communication entre PLC et Pc-System.....	67
Figure III.21 : Zone de travail.....	69
Figure III.22 : Fenêtre des propriétés.....	70
Figure III.23 : Vue détaillée.....	70
Figure IV.1 : Disposition des éléments dans la machine réalisée	74

LISTE DES FIGURES

Figure IV.2 : différents matériels utilisée dans la station réalisée.	75
Figure IV.3 : Panneau de commande de V20	79
Figure IV.4 : Plaque signalétique du moteur.....	79
Figure IV.5 : Mode de connexion de variateur SIEMENS V20.....	80
Figure IV.6: Création du projet par TIA Portal	81
Figure IV.7 : Supervision par WINCC Runtime	85

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableaux I.1 : Les types de langages de programmation.....	10
Tableau I.2 : Les différentes manifestations d'état de l'automate.....	15
Tableau II.1 : Structure d'un datagramme IP.....	28
Tableau II.2: Les adresses possibles pour les classes d'adresse IP.....	33
Tableau II.3 : Exemple d'un masque de sous réseau.....	34
Tableau II.4: la table de routage de l'exemple illustré dans la figure II-7.....	35
Tableau IV.1: Description des différents matériels utilisés.....	76
Tableau IV.2: Configuration variateur de vitesse SIEMENS V20.....	80
Tableau IV.3: Configuration variateur de vitesse HITACHI L100.....	81

Introduction générale

Introduction générale

Toutefois, de nombreuses opérations de production sont hautement complexes, ce qui rend leur contrôle manuel difficile, voire parfois quasiment impossible. L'automatisation du contrôle des procédés de production vous permet d'assurer leur bon déroulement et d'entreprendre des améliorations continues sans avoir besoin d'augmenter vos ressources. Avec un système de contrôle des procédés de pointe, vous pouvez combiner des composants tels qu'une interface homme-machine (IHM), un système de contrôle et d'acquisition des données (SCADA), la génération de rapports, d'alarmes et de messages et des automates programmables industriels flexibles (API) dans une seule plateforme intégrée et automatiser des parts substantielles de vos opérations.[1]

Les automates programmables, véritable "module de base" de l'automatisation industrielle, répondent à un besoin vital. Ils commandent les installations aussi diverses que des équipements pour mélange de produits, des machines de transferts et décolleteuses, des presses à emboutir, plieuses, des soudeuses, des presses à injecter, des machines à bois, des équipements de manutention (étirage, transport, les cardes, ourdissoir, réunisseuse, rentrage, emballage, embouteillage, étiquetage, pesage, palettisation.....) et de gestion d'énergie (programmation, contrôle de chauffage,) etc.

Dans le but de mettre en relief sa compétence et former les ingénieurs sur ses équipements, SIEMENS nous a proposé la réalisation d'un prototype de station de pompage, connaissant les besoins croissants du pays dans ce domaine.

Notre travail consiste à réaliser une station assistée par ordinateur, englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver dans un équipement de control de tissu réelle, que ce soit du point de vue Hardware ou Software. Cette solution sera à base d'automate SIEMENS qui gère la station du point de vue contrôle du variateur, gestion des électrovannes, et diagnostic du système. La communication entre les principaux éléments sera via le réseau industriel PROFINET.

Le travail est présenté en quatre chapitres complémentaires :

Le premier chapitre traite les connaissances de base. Après une brève description de toute la gamme SIMATIC S7 des automates SIEMENS.

Le deuxième chapitre présente l'automate dans son milieu industriel et ses besoins de communications, suivi d'une description pour le réseau local industriel ETHERNET/PROFINET.

Une présentation du logiciel de développement TIA PORTAL. Pour mettre en relief cet environnement, on traite une application en décrivant les différentes étapes pour la création de ce projet .L'exploitation visuelle dans les milieux industriels n'a pas été oubliée dans le troisième chapitre. Une présentation du logiciel Win CC flexible de SIEMENS sera abordé, en vue de configurer une interface Homme/Machine nécessaire à la commande, le diagnostic et la visualisation à distance.

Ces trois derniers chapitres constituent une préparation au projet qui nous a été soumis. Le dernier chapitre présente une Application à la machine de contrôle de tissu.

Chapitre I

**Les automates programmables
industriels (API)**

I.1.Introduction

I.2.1.Historique

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante aux Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante-dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et l'évolutivité des Systèmes Automatisés de Production(SAP).

Siemens AG est un groupe allemand. Fondé en 1847 par Werner Von Siemens, il réalise équipements électroniques et électrotechniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes

Dans le cadre de son expansion, Siemens crée le 28 janvier 1972, le consortium Unidata.

Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne. Les compétences de trois participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la Compagnie Internationale pour l'Informatique (CII), la technologie électronique revenait à Philips tandis que Siemens se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord Uni data, CII fusionne avec Honeywell-Bull, Philips délaisse l'informatique et Siemens rejoint Fujitsu pour devenir, aujourd'hui, un des plus grands constructeurs mondiaux[2]

I.2.2.Définition de l'automatisation

L'*automatisation* d'un procédé (c'est-à-dire une machine, un ensemble de machines ou plus généralement un équipement industriel) consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique (appelé *automatisme*).

L'ensemble procédé + automatisme est appelé *système automatisé*. [3]

I.2.3.L'objectif de l'automatisation

Les objectifs de l'automatisation sont :

- éliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.

- Augmenter la sécurité (responsabilité).
- Accroître la productivité.

C'est également :

- économiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité.
- Améliorer la qualité. [2]

I.2.4. Les fonctions d'un système automatisé

- a) Prélever des informations grâce aux Détecteurs, Capteurs.
- b) Traiter les informations par la partie commande comme Automate...etc.
- c) Emettre des ordres via des pré-actionneurs par exemple (Distributeurs, Contacteur, Variateur).
- d) Agir sur la matière d'œuvre par la partie opérative pareils actionneurs (vérins, moteur).

Les autres fonctions du système automatisent :

Gérer, coordonner, dialoguer, communiquer, surveiller. [2]

I.2.5. L'architecture de l'automate

Les systèmes automatisés sont composés de deux parties principales reliées grâce à des interfaces ce qui est illustré dans la figure suivante :

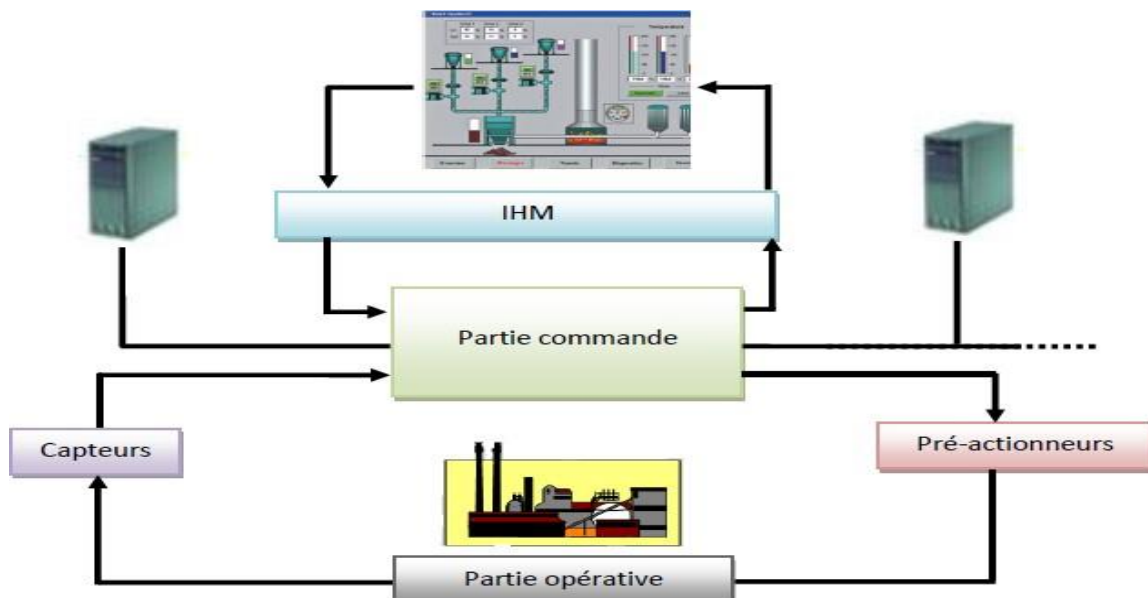


Figure I.1: Structure générale d'un système automatisé. [4]

A. **Partie commande** : l'opérateur fait rentrer les données de programme reçues des

capteurs au PC ordinateur, elle envoie des ordres exécutés par la partie opérative.

B. Partie opérative : elle effectue un rétrocontrôle des informations et donne un signal au PC émis par des actionneurs ou des capteurs exigeant la consommation d'énergie électrique. L'opérateur apprécie le bon déroulement de son travail d'après ces signalisations. [5]

I.2.5.1. Structure interne

Les éléments de base constituant le squelette d'un API sont :

- l'unité centrale de processus CPU : elle contient le microprocesseur qui interprète les signaux d'entrée et effectue l'action de commande.
- Les mémoires : on a 2 types
 - ✓ Mémoire programme : ROM (mémoire morte) lecture seulement, elle stocke le langage de programmation.
 - ✓ Mémoire de données : RAM (mémoire vive) lecture et écriture, elle fait partie du système entrées-sorties.
- Les modules entrées-sorties : sont des sources de courants et les fournissent aux dispositifs pour produire des signaux discrets, numériques ou analogiques.
- Les interfaces entrées-sorties : permettent aux processeurs de recevoir et envoyer les informations aux modules.
 - ✓ Entrées: interrupteur ou capteur
 - ✓ Sorties: bobine de moteur ou électrovannes

Alimentation : nécessaire pour la conversion de tension alternative en continu. [6]

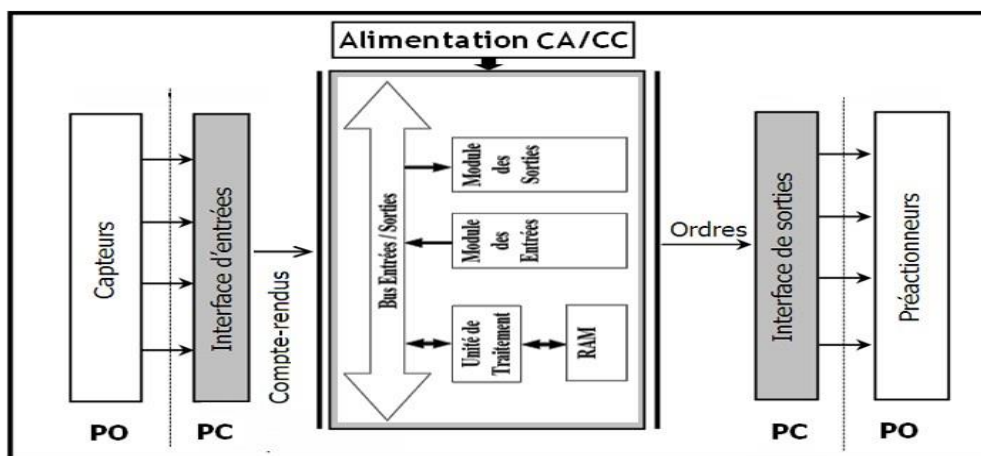


Figure I.2: Structure interne d'un automate programmable industriel. [6]







I.2.5.2. Structure externe

Il existe deux types d'automate programmable industriel :

1/type compact : où le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties sont rassemblées en boîtier unique, son intérêt est le comptage et réception des extensions.

Ils sont simples et utilisés pour la commande des petits automatismes

2/type modulaire : les systèmes modulaires sont constitués des modules séparés se présente par des blocs fonctionnels. Il comporte un processeur, des modules E/S, module d'alimentation, module de communication et de comptage. Ils présentent ces avantages : configuration souple, simplicité de diagnostic et de maintenance. Ils sont destinés pour la commande des automatismes complexes. [7]

Compact	Modulaire
 <p data-bbox="292 1137 517 1167">SIEMENS LOGO</p>	 <p data-bbox="746 1122 979 1151">SIEMENS S7-300</p>
 <p data-bbox="272 1451 600 1480">CROUZET MILLENIUM</p>	 <p data-bbox="799 1476 1078 1505">SCHNEIDER TSX 37</p>
 <p data-bbox="272 1827 544 1856">SCHNEIDER ZELIO</p>	 <p data-bbox="746 1839 868 1868">MOELLER</p>

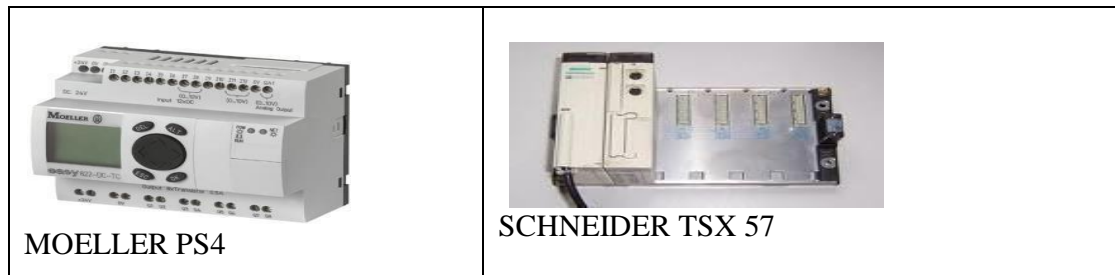


Figure I.3: API compacts et modulaires. [8]

I.2.6. Les modules entrées et des sorties tout ou rien /Analogique

Ils apportent le circuit d'interface entre le système et le monde extérieur. Au travers de canaux d'entrées-sorties, elle permet d'établir des connexions avec des dispositifs d'entrée, comme des capteurs, et des dispositifs de sortie, comme des moteurs et des solénoïdes.

I.2.6. 1.Les modules E/S tout ou rien(TOR)

Les dispositifs qui génèrent des signaux discrets où numériques sont les modules entrées-sorties du type tout ou rien parmi ces dispositifs on trouve:

- **Les Capteurs à commande mécanique ou Interrupteurs** : situé sur la partie opérative, génère des signaux discrets.
- **Les capteurs à commande manuelle** : ex : boutons poussoir, les arrêts.

I.2.6. 2.Les modules E/S Analogique

Les dispositifs analogiques créent des signaux dont l'amplitude est proportionnelle à la grandeur de la variable surveillée par exemple :

- **Capteur de température.**
- **Détecteurs de passage photoélectrique.** [7]

I.2.7.Les avantages de l'automatisation

- Baisse des frais de production.
- Optimisation des temps de cycle de pièce.
- Perfectionnement de la qualité des produits.
- Exploitation de l'espace de travail.
- Diminution de nombre des déchets.
- Maintien des emplois locaux.
- Intensification de la concurrence. [9]

I.3. Les types de commandes

1. Systèmes automatisés combinatoires (logique combinatoire) : manque de mécanisme de mémorisation ex : pilotage des deux vérins
2. Système automatisé séquentiel (logique séquentielle), la logique associée peut être électrique ou pneumatique.
3. Logique programmée (commande électrique) : l'élément principal est un API, de détection électrique et le pilotage des actionneurs se fait par des distributeurs.
4. Logique câblée (commande pneumatique) : l'élément principal est un module ou l'ensemble s'appelle séquenceur ; de détection est pneumatique et le pilotage de distributeurs se fait par l'action d'air comprimé pour dévier un piston à droite ou à gauche.
5. Systèmes asservis : les sorties sont entrées dépendantes, ils suivent les mêmes variations ex : robots industriels. [10]

I.4. Les automates programmables industriels (API)

I.4.1. Historique

À la fin des années soixante, il y a eu l'apparition des premiers automates programmables industriels API conformes aux exigences de l'industrie automobile américaine en cherchant l'adaptation de contrôle des systèmes industriels.

À l'époque, c'est la logique câblée qui est utilisée pour la commande de systèmes pneumatique mais le manque de flexibilité ainsi que l'impossibilité de communication ont dévié la technique actuelle vers l'utilisation des systèmes automatisés (logique programmée) à base de microprocesseur qui offre l'avantage de simplifier la modification et la réduction des coûts. [11]

I.4.2. Définition des API

Les automates programmables industriels ou API sont des machines électroniques, programmables par un personnel non informaticien, destinée à piloter en ambiance industrielle et en temps réel, des procédés logiques séquentiels. [7]

I.4.3. Fonctionnement cyclique des API

La plupart des API a un fonctionnement cyclique selon le statut synchrone des entrées et sorties :

- Traitement interne des données : commande et actualisation du système
- Prise en charge des entrées : qui sont figés dans le mémoire
- Exécutions de programme : le processeur accomplit l'action
- Émission des sorties : et mise en mémoire

Mais il existe d'autre mode de fonctionnement :

- Synchrone par rapport aux entrées seulement
- Asynchrone. [12]

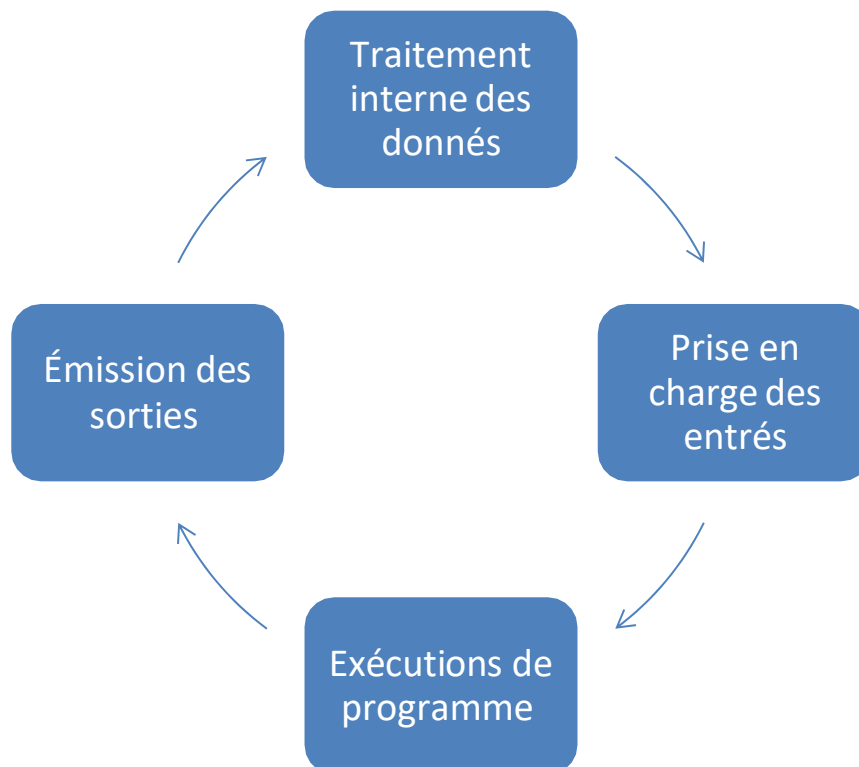


Figure I.4: Cycle d'un API.

I.4.4. Caractéristique des API

Les traits d'un API sont :

- Robuste : résistant sous des conditions de contrainte
- Réactive : sensible aux signaux fournis par les capteurs
- Étendue : recevoir un grand nombre d'entrées-sorties
- Maintenance facile : changement des modules facile et redémarrage rapide
- Simple à programmer
- Fiable. [13]

I.4.5. Les domaines d'applications des API

- L'aéronautique : avion, mais aussi à l'intérieur de celui-ci son système de navigation, système d'armes...

- L'automobile : voiture, système de climatisation, direction assistée, suspension active...
- L'électroménager : machine à laver, cafetière, four micro-onde...
- L'électronique grand public : téléviseur, téléphone portable, lecteur DVD, mais aussi les systèmes d'émission et de réception par satellite des signaux audio et vidéo.
- La domotique : store, ouvre-portail, climatisation...
- Le service : distributeur de billets, horodateur, station de lavage, ascenseur...
- Le médical : respirateurs, pompes, rein artificiel...[14]

I.4.6. Les différents types des langages de programmation

Type	Langage	Intérêt
Graphique	GRAFCET ou SFC	de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
	Schéma par blocs ou FBD	permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
	Schéma à relais ou LD	dédié à la programmation d'équations booléennes.
Textuel	Texte structuré ou ST	de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithmes plus ou moins complexes.
	Liste d'instructions ou IL	bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

Tab 1.1 : Les types de langages de programmation.

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485. [15]

I.4.7. Le choix d'un type d'automate et le langage

Les critères de choix essentiels d'un automate programmable industriel sont :

- Le nombre et la nature des E/S .
- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).
- Fonctions ou modules spéciaux.
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes.
- Les moyens de sauvegarde du programme.
- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites.
- La documentation, le service après-vente, durée de la garantie, la formation.

Les critères de choix d'un langage de programmation sont :

- Les éléments techniques : la maîtrise des codes et l'adaptation aux besoins opérationnels.
- Les éléments extra-techniques: l'automaticien veille sur la qualification des équipements et la validation des procédés.

I.4.8. Le paramétrage de connexion via Ethernet et Profibus

L'Ethernet :

C'est la liaison entre l'automate et le PC, pour cela deux types de câble figurent à l'usage :

- ✓ Câble croisé : relie directement l'automate aux PC
- ✓ Câble droit : exige un HUB(ou Switch).[16]

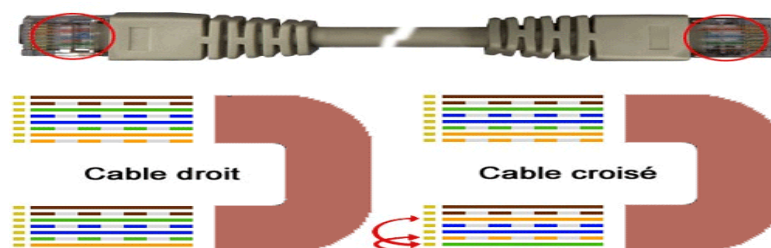


Figure I.5 : Câble Ethernet croisée et droit.[17]

☑ **Le profibus :**

C'est un câble de configuration où sa porte existe sur le CPU permettant la liaison de PC et assure la connexion au réseau profibus DP.

Automatiquement le CPU verse ses paramètres réseau, une console de programmation s'inclure dans un sous-réseau profibus.



Figure I.6:Câble profibus.[18]

I.4.9.Vue d'ensemble SIMATIC S7-300

SIMATIC S7-300 c'est un appareil programmable modulaire compact. Ses attributs sont : puissants, rapides, peut-être ajouté d'autres tâches, les fonctions intégrées lui confèrent une bonne performance.

les éléments constituant cet automate sont :

Un module d'alimentation : génère une tension de 24V/courant de sortie 10,5 ,2A

Une unité centrale de processus CPU: sous sa responsabilité se fait

l'exécution de programme et le contrôle des sorties

Les modules : on a quatre catégories :

- module d'interface –coupleur-(IM) : permet le paramétrage multi rangé du S7-300 et assure la connexion entre les différentes unités, le couplage et les châssis.
- module d'entrées : son origine est soit des capteurs soit des biens des pupitres de commande.
- module de fonction (FM) : réserver pour l'effectuation les instructions compliquées(régulation ; comptage ; positionnement)
- modules de sorties : raccordement de l'automate avec les prés actionneurs et aussi les actionneurs.

Pile : en cas de rupture du courant, la pile joue le même rôle de la RAM (sauvegarder le programme)

Processeur de communication (CP): permettent de connecter plusieurs automates, lier l'interface homme-machine par profibus, Ethernet ou point à point.

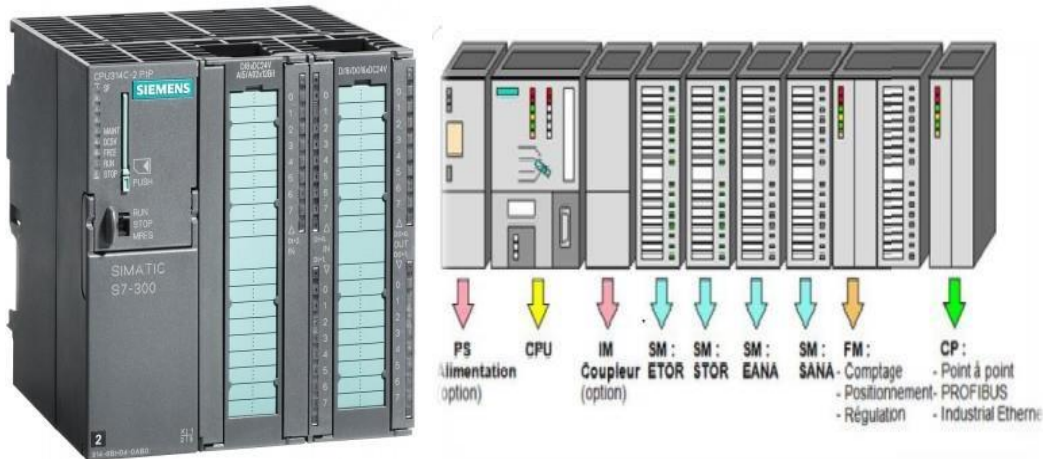


Figure I.7 :L'automate S7-300. [19]

I.4.10.Caractéristique de l'unité centrale processus(CPU)

- Grandes variétés CPU tel que : CPU 314 , 315-2DP...etc.
- Compatibilité aux programmes utilisateur STEP7.
- Peut-être connecter avec 32 modules
- Espace de travail jusqu' à 2560 KB et une vitesse de 0.025 ms/1000 instructions

Le débit maximal est de 11 MB.

La coordination fonctionnelle de CPU est montrée dans ce schéma structurel.

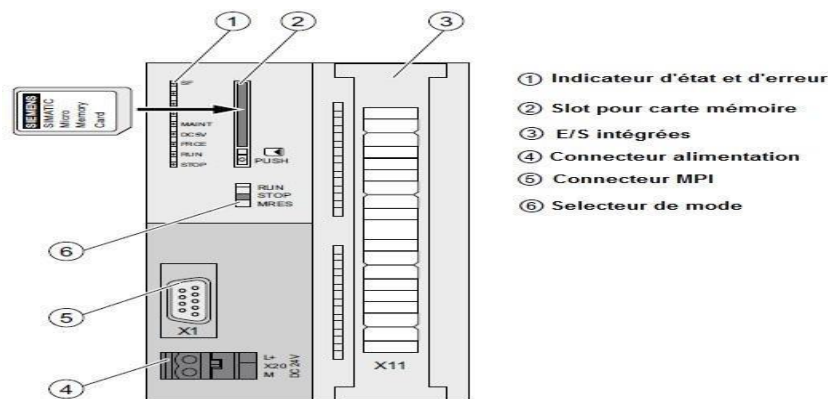


Figure I.8 : Schéma de branchement CPU S7-300. [20]

I.4.10. A La devanture multi point interface (MPI)

Les MPI sont l'interface propre de logiciel de commande programmable SIMATIC S7 développé par Siemens.

Il est utilisé pour la connexion entre la station de programmation (PC) et tout autre outil de logiciel SIMATIC. Cette technique a conduit au développement du protocole profibus.

Le MPI se base sur la norme EIA-485 avec une vitesse oscille de **187.5 KB** jusqu'à **12 MB**

Le réseau MPI doit avoir une résistance, il comprend généralement les connecteurs et tout simplement activés par Switch

Les fabricants utilisant la technique MPI offre une extinction de connexions aux PC : carte MPI, carte PCMCIA, adaptateur USB ou Ethernet. [21]



Figure I.9 : Type d'un câble MPI. [22]

1.4.10. B Manifestation d'état de l'automate

La détection des défauts d'un automate se fait grâce aux indicateurs des cas de marche ou de l'arrêt, elles sont organisées dans ce tableau : [20]

LED	Couleur	Signification
SF	Rouge	Erreur matérielle ou logicielle
MAINT	Jaune	Demande de maintenance
DC5V	Vert	Alimentation CPU et Bus automate OK
FRCE	Jaune	LED allumée: mode forçage activé LED clignote à 2 Hz: fonction de test
RUN	Vert	Allumage continu en mode Run La LED clignote pendant le démarrage à une fréquence de 2 Hz, et en mode d'arrêt à 0,5 Hz
STOP	Jaune	Allumage continu en mode Stop La LED clignote à une fréquence de 0,5 Hz lorsque l'utilisateur demande un reset ou effacement de la carte mémoire MMC et à 2 Hz pendant le Reset ou l'effacement de la MMC

Tab I.2 : Les différentes manifestations d'état de l'automate.

1.4.10. C Sélecteur de mode de l'automate

- RUN : lancer l'exécution de programme par lecture seulement avec PG ou PC.
- RUN-P : lancer l'exécution de programme par lecture bidirectionnelle de PG ou PC vers CPU ou le contraire.
- STOP : arrêter l'exécution de programme.
- MRES : effacer le programme (Module Reset).

I.5. Description de l'Automate S7-1200

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

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

Une fois que vous avez chargé votre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans votre application.

La CPU surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique de votre programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

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, RS485 ou RS232. Pour ce projet, le S7-1200 sera programmé en l'aide du logiciel TIAPORTAL sous Windows. [34]



Figure I.10: L'automate programmable S7-1200

- **Choix de la CPU :** Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en trois classes de performances : CPU1211 C, CPU1212 C et CPU1214 C,

chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Sur chaque CPU, il est possible de greffer une platine d'extension pour ajouter des E/S ou analogiques supplémentaires sans modification de l'encombrement de l'automate.

Des modules d'E/S supplémentaires peuvent être ajoutés du côté droit de la CPU pour étendre la capacité d'E/S TOR ou analogiques.

- **Le choix des modules d'Entrées/Sorties :** Le choix des modules Entrées/ Sorties est basé sur les critères suivants :
 - ✓ Le type et la valeur de la tension d'entrée ou de sortie.
 - ✓ Le nombre de voies.
 - ✓ Le type d'entrée ou de sortie (sonde, thermocouple, électrovanne...).

- **Possibilités d'extension de la CPU**

La gamme S7-1200 offre divers modules et cartes enfichables pour accroître les capacités de la CPU avec des E/S supplémentaires ou d'autres protocoles de communication.

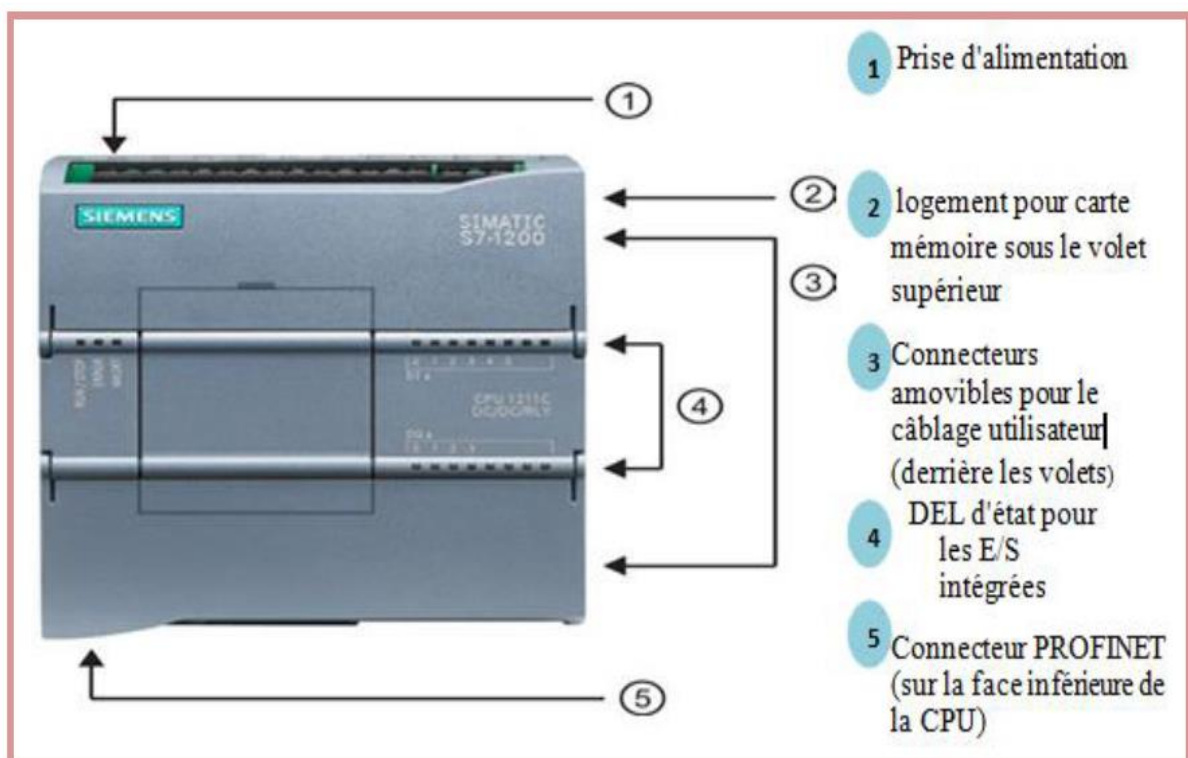


Figure L11 : Automate S7-1200

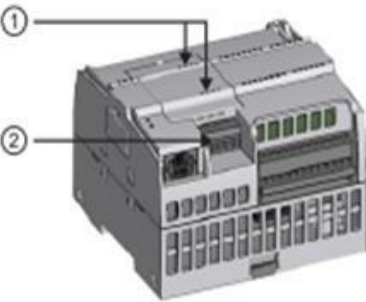
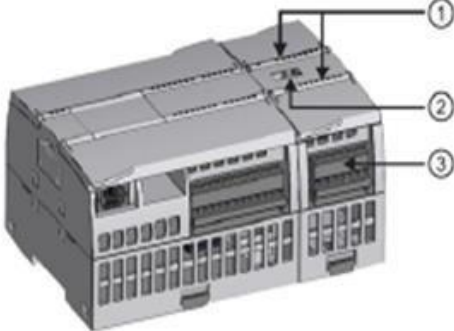

Type de module	Description		
<p>La CPU prend en charge une carte d'extension enfichable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un Signal Board (SB) fournit des E/S supplémentaires pour votre CPU. Le SB se raccorde à l'avant de la CPU. • Un Communication Board (CB) vous permet d'ajouter un autre port de communication à votre CPU. • Un Battery Board (BB) permet une sauvegarde à long terme de l'horloge temps réel. 		<p>① DEL d'état sur le Signal Board</p> <p>② Connecteur amovible pour le câblage utilisateur</p>	
<p>Les modules d'entrées-sorties (SM) permettent d'ajouter des fonctionnalités à la CPU. Les SM se raccordent sur le côté droit de la CPU.</p> <ul style="list-style-type: none"> • E/S TOR • E/S analogiques • RTD et Thermocouple • SM 1278 IO-Link maître 		<p>① DEL d'état</p> <p>② Languette coulissante du connecteur de bus</p> <p>③ Connecteur amovible pour le câblage utilisateur</p>	
<p>Les modules de communication (CM) et les processeurs de communication (CP) ajoutent des options de communication à la CPU, telles que la connectivité PROFIBUS ou RS232/RS485 (pour PtP, Modbus ou USS) ou le maître AS-i. Un CP offre la possibilité d'autres types de communication, par exemple la connexion de la CPU par le biais d'un réseau GPRS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La CPU accepte jusqu'à 3 CM ou CP. • Chaque CM ou CP se raccorde sur le côté gauche de la CPU (ou sur le côté gauche d'un autre CM ou CP). 		<p>① LED d'état</p> <p>② Connecteur de communication</p>	

Figure L13 : Possibilités d'extension de la CPU

Conclusion

On constate la facilité et la souplesse qu'offre l'A.P.I pour sa programmation, connexion, et adaptation aux conditions industrielles, avec toutes les fonctionnalités indispensables à l'automatisation des processus. La diversité des possibilités, mise en œuvre et son coût, le rendent incontournable lors de l'élaboration d'une solution.

Chapitre II

Principes généraux sur les réseaux
industriel Ethernet/ Profinet

II.1/ Introduction

Dans le cadre d'une évolution conduisant une automatisation globale, il doit pouvoir être connecter à d'autres matériels à processeur, et pouvoir dialoguer avec les agents d'exploitation.

Il faut donc se pencher sur ses liens avec son environnement et les fonctions qu'il doit assurer, outre son rôle premier de commande d'un dispositif de production.

II.2 .SIMATIC NET

Les solutions réseau de SIMATIC NET font partie intégrante de Totally Integrated Automation (TIA). Avec Totally Integrated Automation (TIA), Siemens est le seul constructeur à proposer une base cohérente permettant de réaliser des solutions d'automatisation spécifiques au client.

SIMATIC NET se caractérise notamment par les propriétés suivantes :

- La fluidité depuis le terrain jusqu'à la gestion de l'entreprise
- L'exploitation du terrain grâce à Industrial Ethernet
- La promotion de la communication mobile
- L'intégration des technologies de l'information

Grâce à ces réseaux de communication, vous pouvez combiner sur site des produits SIMATIC et des appareils intelligents selon vos besoins. La flexibilité et l'ouverture des normes des réseaux de communication SIMATIC permettent de connecter différents systèmes et de réaliser des extensions. [23]

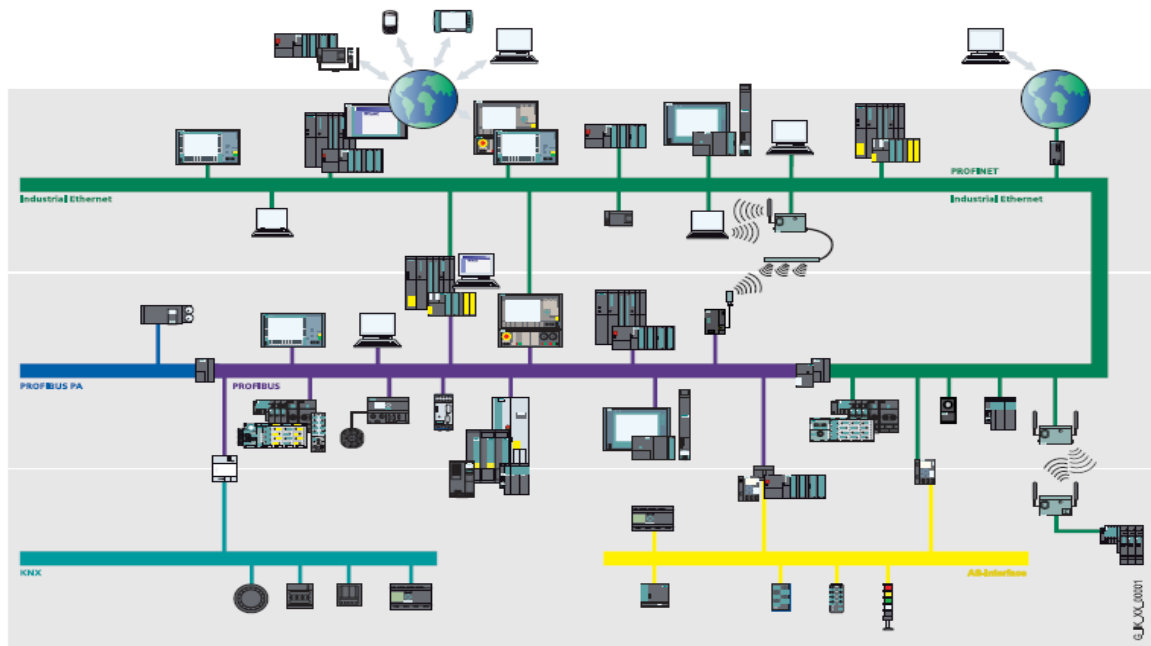


Figure II-1 Généralités sur les bus système [23]

II.3/ Généralités sur les réseaux Industriel Ethernet/ PROFINET

Le présent Chapitre traite les réseaux suivants :

- Industriel Ethernet

La norme industrielle de réseau pour tous les niveaux.

- PROFINET

La norme Industriel Ethernet ouverte pour l'automatisation. [23]

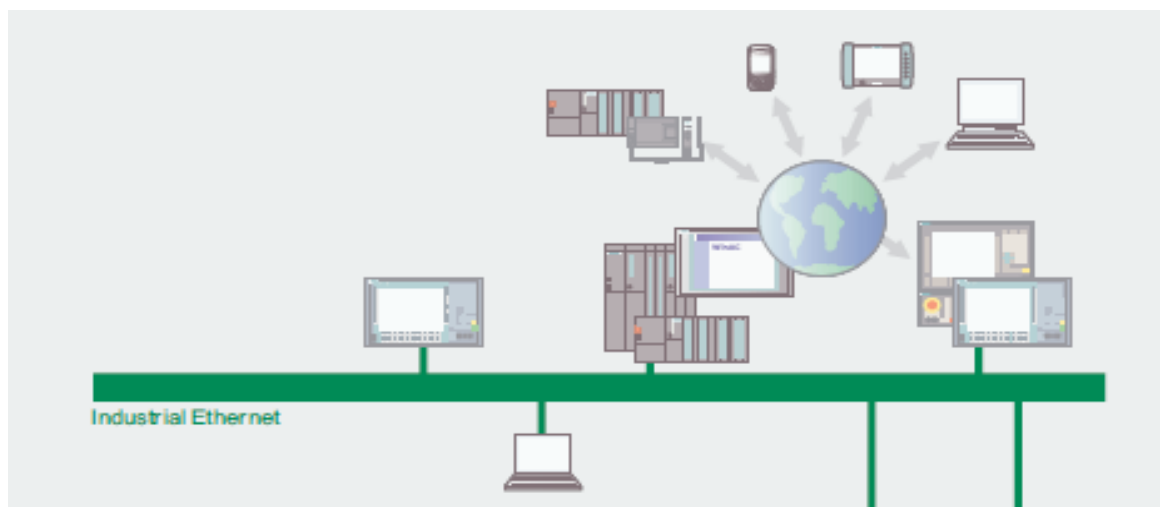


Figure II.2 PROFINET via Industriel Ethernet [23]

II.3.1/ Ethernet

Ethernet est devenu de facto le protocole de communication adopté par tous les fabricants dans leurs plateformes logicielles et matérielles aussi bien en environnement bureautique que dans l'industrie. Le résultat est que maintenant, Ethernet est devenu le standard incontournable pour créer des intranets et des réseaux industriels ou non impliquant différents types ou fabricants de matériels .

Cette formation a été spécialement créée pour fournir une compréhension approfondie du rôle d'Ethernet et de TCP/IP dans les réseaux industriels d'aujourd'hui et de demain. On y explique les concepts et les idées techniques qui se cachent derrière le plus populaire des protocoles .

Le réseau Ethernet, très répandu dans les bureaux, s'impose progressivement dans le milieu industriel. La tendance consiste à équiper tous les appareils de terrain d'un raccordement Ethernet. Le bus de terrain classique est ainsi supplanté. Les niveaux "bureau" et "terrain" sont de plus en plus étroitement liés. [24]

Industriel Ethernet/Fast Ethernet

Industriel Ethernet

Industriel Ethernet s'adapte tout particulièrement aux exigences d'un environnement Industriel, sur la base d'Ethernet.

Industriel Ethernet se distingue notamment par les caractéristiques suivantes :

- Mise en réseau de secteurs d'application très différents tels que la bureautique et la fabrication
- Technique robuste et résistance aux perturbations électromagnétiques
- Capacité de transmission élevée, même en présence d'un grand nombre de partenaires, en raison de la disponibilité cohérente de composants avec des vitesses de transmission de 100 Mbits/s, conformément à Fast Ethernet pour tous les composants réseau.
- Différents supports de transmission (p. ex. Industrial Twisted Pair, câbles à fibres optiques)
- Performance évolutive grâce à la technologie de commutation
- Haute disponibilité grâce à des topologies de réseaux redondants [23].

☑ Fast Ethernet

Fast Ethernet est le développement logique de la technologie Ethernet. La norme Fast Ethernet IEEE 802.3 u est principalement basée sur la norme Ethernet classique. Ethernet et Fast Ethernet ont les points communs suivants :

- Format de données
- Procédure d'accès CSMA/CD

Ils se distinguent par les caractéristiques suivantes :

- Étendue du réseau
- Règles pour la configuration du réseau
- Réglage automatique, c'est-à-dire reconnaissance automatique de la vitesse de transmission
- Prise en charge du mode duplex [23].

II.3.1.1/ Le protocole Ethernet

Spécifié dans la norme IEEE 802.1 à 802.3, Ethernet exécute les services fournis par les couches 1 et 2 du modèle de référence ISO / OSI. Tous les télégrammes entrants sont filtrés dans la couche 2, ce qui signifie que seuls les télégrammes «droits» sont transmis aux couches supérieures.

Le protocole de transmission est implémenté dans la couche 3. Le protocole le plus connu en conjonction avec Ethernet est l'IP de protocole Internet. Les protocoles de transmission sont contenus dans la couche 4. Ethernet est souvent utilisé conjointement avec TCP (Transmission Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol) . [24].

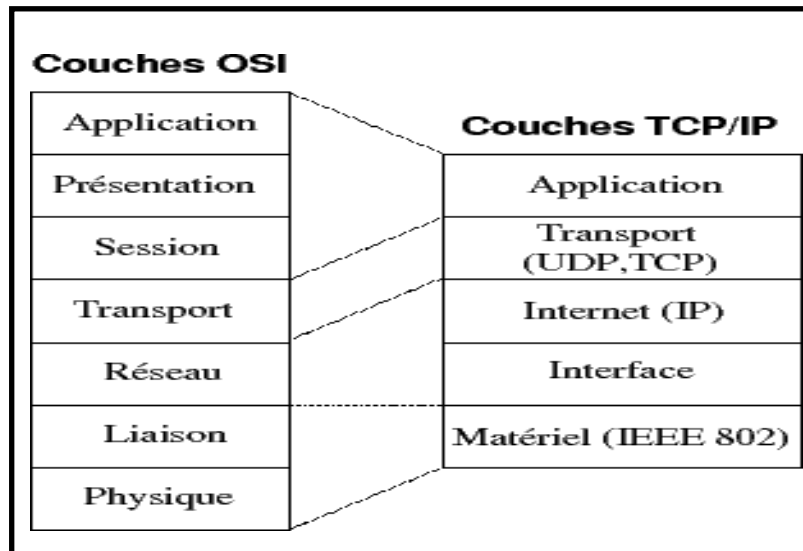


Figure II.3: Correspondance entre le modèle OSI et les définitions IEEE 802.3

II.3.1.1.1. Couche TCP/IP

Couche 1 (accès réseau)

La couche 1 est responsable des transmissions non sécurisées via le support physique, les données étant transmises bit par bit. Le format du paquet de données Ethernet ('frame') à transmettre est défini dans la norme IEEE 802.3. A l'origine, le moyen de transmission utilisé était un câble coaxial en cuivre. Aujourd'hui, les câbles en cuivre sont principalement utilisés sous la forme de câbles à paires torsadées. Dans un passé récent, l'utilisation de câbles à fibresoptiques ou de transmissions sans fil s'est développée de plus en plus [24].

Couche 2 (interface)

En plus d'attribuer des droits d'accès au support physique, cette couche concerne le transfert de blocs de données entre deux stations de réseau directement liées. L'accès au support physique lui-même est régulé par les spécifications CSMA / CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Détection) conformément à la norme IEEE 802.3; «Méthode d'accès au réseau CSMA / CD» [9].

La méthode CSMA/CD est dérivée d'un système de transmission radio. Son principe est de laisser chacun libre de gérer ses émissions en fonction de ses besoins et de la disponibilité du media [24].

Chaque machine ayant à tout instant la possibilité de débiter une transmission de manière autonome, la méthode d'accès est distribuée : elle est dite à accès multiple (MA). La machine observe le media en cherchant à détecter une porteuse (CS). Si aucune trame n'est en transit, elle ne trouve pas de porteuse .

La méthode d'accès étant à détection de collision (CD), lors de son émission une machine peut détecter un problème de contention, et s'arrêter avec l'intention de renvoyer son paquet ultérieurement quand elle aura de nouveau la parole. De façon à minimiser le risque de rencontrer une deuxième collision avec la même machine, chacune attend pendant un délai aléatoire avant de tenter une nouvelle émission [24].

Couche 3 (interface IP)

La couche 3 implémente le protocole responsable de la gestion de la couche réseau de les modèles de référence ISO / OSI. Dans l'ensemble, ce protocole Internet est chargé de fournir des solutions pour:

- Réguler les problèmes de routage dans tout le réseau
- Génération associée à des connexions virtuelles via un support physique
- Introduction de mesures pour le couplage réseau

L'IP de protocole Internet est le protocole le plus connu sur Ethernet monde. [24].

Couche 4 (transport TCP/UDP)

Ce niveau contrôle le flux de données sans erreur dans la séquence correcte entre les stations du réseau en communication. Ethernet est souvent utilisé avec TCP (Transmission Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol) [9].

TCP est un protocole basé sur la connexion responsable de la transmission sans erreur des données, Il est principalement utilisé pour transférer de grandes quantités de données. UDP est un protocole sans connexion particulièrement adapté au trafic de données cyclique rapide. Les transmissions utilisant les protocoles UDP sont généralement plus rapides, mais les erreurs ne sont pas corrigées [24].

Couche 5 (application)

La couche 5 spécifie les protocoles d'application qui permettent d'interpréter les données transmises. Il existe déjà un large éventail de protocoles d'application spécifiques

disponibles pour les applications bureautiques (par exemple, FTP, http et autres). Pour les communications industrielles, il existe actuellement divers protocoles incompatibles entre eux [24].

II.3.1.1.2. Trame 802.3

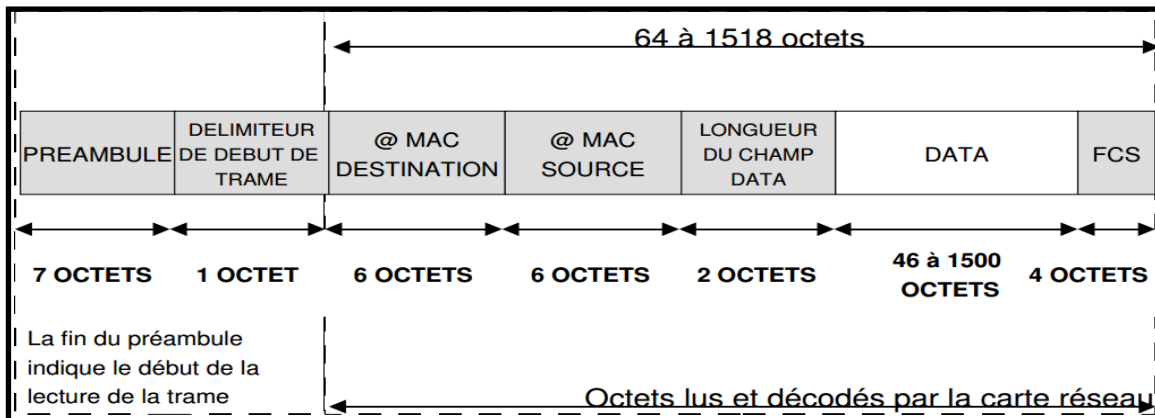


Figure II.4: Trame Ethernet 802.3

- Préambule : 8 octets Tâche de synchroniser le récepteur et indiquer le début de la trame Ethernet.
- Destination : 6 octets Adresse du récepteur.
- Source : 6 octets Adresse de la source.
- Type Champ : 2 octets Indique le type de protocole (par exemple, TCP / IP)
- Champ de données 46 à 1500 octets Données en cours de transfert
- Contrôle 4 octets Valeur CRC (Cyclical Redundancy Check) surveillé les erreurs de transmission [24].

II.3.1.1.3. TCP / IP

TCP/ IP (Transmission Control Protocol/internet Protocol) est une suite de protocoles. Cette appellation provient des noms des deux protocoles majeurs de la suite, c'est-à-dire TCP et IP .

TCP/ IP représente d'une certaine façon l'ensemble des règles de communication sur internet et se fonde sur la notion d'adressage IP, c'est-à-dire le fait de fournir une adresse IP à chaque machine du réseau afin de pouvoir acheminer des paquets de données. La suite de protocoles TCP/ IP est conçue pour répondre à un certain nombre de critères parmi

lesquels :

- le fractionnement des messages en paquets ;
- L'utilisation d'un système d'adresses ;
- L'acheminement des données sur le réseau (routage) ;
- le contrôle des erreurs de transmission de données. [24].

A. Protocole TCP

Grace au protocole TCP, les applications peuvent communiquer de façon sûre (grâce au système d'accusés de réception du protocole TCP), indépendamment des couches inférieures. Cela signifie que les routeurs (qui travaillent dans la couche internet) ont pour seul rôle l'acheminement des données sous forme de datagrammes, sans se préoccuper du contrôle des données, car celui-ci est réalisé par la couche Transport (plus particulièrement par le protocole TCP) .

Lors d'une communication a travers le protocole TCP, les deux machines doivent établir une connexion. La machine émettrice (celle qui demande la connexion) est appelée client, tandis que la machine réceptrice est appelée serveur. En dit qu'on est alors dans un environnement client/serveur. Les machines dans un tel environnement communiquent en mode connecte, c'est-à-dire que la communication se fait dans les deux sens .

Pour permettre le bon déroulement de la communication et de tous les contrôles qui l'accompagnent, les données sont **encapsulées**, c'est-à-dire qu'on ajoute aux paquets de données un en-tête qui va permettre de synchroniser les transmissions et d'assurer leur réception . [24].

B. Le protocole IP

Le protocole IP (Internet Protocol) est au cœur du fonctionnement de l'internet, il assure sans connexion un service non fiable de délivrance de datagrammes IP, le service est non fiable car il n'existe aucune garantie pour que les datagrammes IP arrivent à destination.

Certains peuvent être perdus, dupliqués, retardés, altérés ou remis dans le désordre, on parle de remise au mieux (best effort delivery) et ni l'émetteur ni le récepteur ne sont informés directement par IP des problèmes rencontrés. Le mode de transmission est non connecté car IP traite chaque datagramme indépendamment de ceux qui le précèdent et le

suivent. Ainsi en théorie, au moins, deux datagrammes IP issus de la même machine et ayant la même destination peuvent ne pas suivre obligatoirement le même chemin.

Le rôle du protocole IP est centré autour des trois fonctionnalités suivantes:

- définir le format du datagramme IP qui est l'unité de base des données circulant sur Internet
- définir le routage dans Internet
- définir la gestion de la remise non fiable des datagrammes:[25].

B.1. La structure d'un datagramme :

La structure d'un datagramme contient les champs suivants : [25].

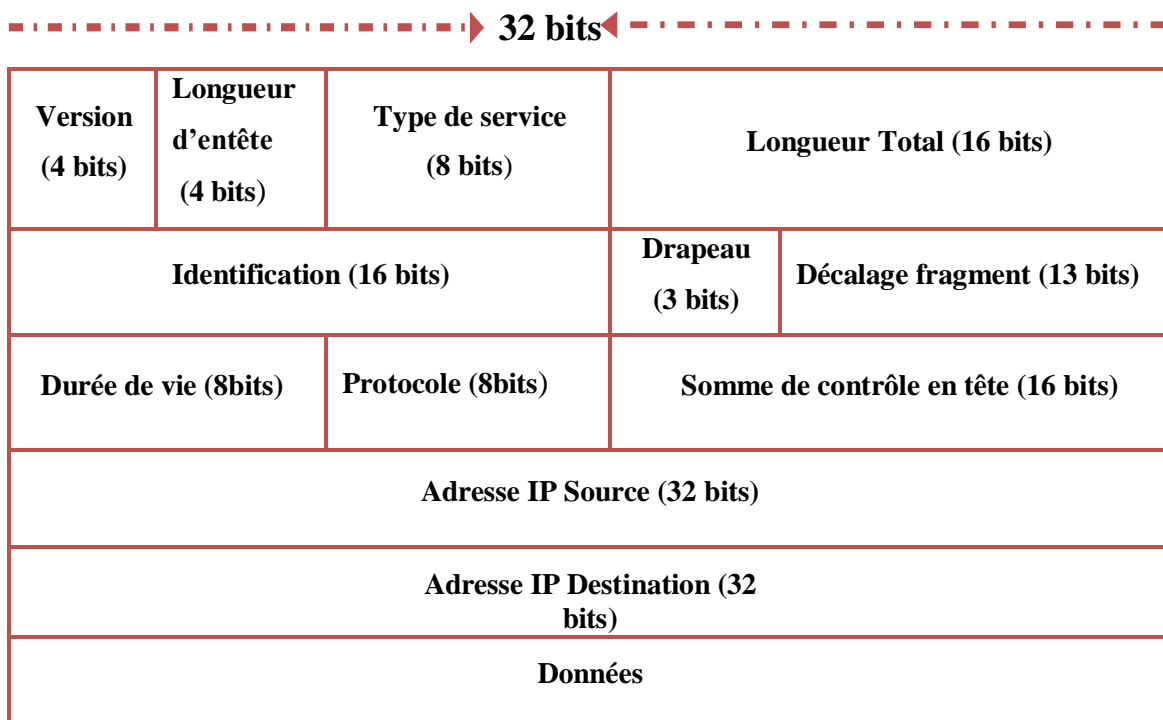


Tableau II.1 : Structure d'un datagramme IP [25].

1. **Version code** : sur 4 bits est le numéro de version du protocole IP utilisé (la version courante est la quatrième, d'où son nom d'IPv4), tout logiciel IP doit d'abord vérifier que le numéro de version du datagramme qu'il reçoit est en accord avec lui-même, si ce n'est pas le cas le datagramme est tout simplement rejeté, ceci permet de tester des nouveaux protocoles sans interférer avec la bonne marche du réseau. [25].
2. **Longueur d'entête** : représente sur 4 bits la longueur, en nombre de mots de 32 bits, de l'en-tête du datagramme, ce champ est nécessaire car un en-tête peut avoir

une taille supérieure à 20 octets (taille de l'en-tête classique) à cause des options que l'on peut y ajouter [25].

3. Type de service (TOS) :

Qualifie le service de transmission demandé, il est utilisé pour optimiser l'algorithme de routage :

- Priorités entre les différents types de flux de données.
- Critères de choix lors du routage entre des chemins alternatifs.

4. Longueur totale : Contient la taille totale en octets du datagramme, et comme ce champ est de 2 octets on en déduit que la taille complète d'un datagramme ne peut dépasser 65535 octets, utilisée avec la longueur de l'en-tête elle permet de déterminer où commencent exactement les données transportées.

5. Identification : Sur 16 bits ce champ représente le numéro d'identification d'un paquet ou fragment, les fragments appartenant à un même paquet ont le même identificateur.

6. Durée de vie (TTL) : Indique le nombre maximal de routeurs que peut traverser le datagramme, elle est initialisée à N (souvent 32 ou 64) par la station émettrice et décrémente de 1 par chaque routeur qui le reçoit et le réexpédie. Lorsqu'un routeur reçoit un datagramme dont la durée de vie est nulle, il le détruit et envoie à l'expéditeur un message ICMP, donc il est impossible qu'un datagramme tourne indéfiniment dans le réseau.

7. Protocole : Permet de coder quel protocole de plus haut niveau utilisé pour créer ce datagramme, les valeurs codées sur 8 bits sont 1 pour ICMP, 2 pour IGMP, 6 pour TCP et 17 pour UDP. La station destinataire qui reçoit un datagramme IP pourra diriger les données qu'il contient vers le protocole adéquat.

8. Total de contrôle d'en-tête : Est calculé à partir de l'en-tête du datagramme pour assurer l'intégrité. L'intégrité des données transportées est assurée directement par les protocoles ICMP, IGMP, TCP et UDP qui les émettent, pour calculer cette somme de contrôle, on commence par la mettre à zéro, puis en considérant la totalité de l'en-tête comme une suite d'entiers de 16 bits, on fait la somme de ces entiers en complément à 1.

On complète à 1 cette somme et cela donne le total de contrôle que l'on insère dans le champ prévu. À la réception du datagramme, il suffit d'additionner tous les nombres de l'en-tête et si l'on obtient un nombre avec tous ses bits à 1, c'est que la transmission s'est passée sans problème. [25].

- 9. Adresse IP destination et source :** Sur 32 bits les adresses de la machine émettrice et destinataire finale du datagramme.
- 10. Options :** Est une liste de longueur variable, mais toujours complétée par des bits de bourrage pour atteindre une taille multiple de 32 bits pour être en conformité avec la convention qui définit le champ longueur de l'en-tête. Ces options sont très peu utilisées car peu de machines sont aptes à les gérer, parmi elles on trouve des options de sécurité et de gestion, d'enregistrement de routesetc.
- 11. Données :** les données du segment dont la taille maximale est 65 536 octets.

B.2. La fragmentation des datagrammes IP :

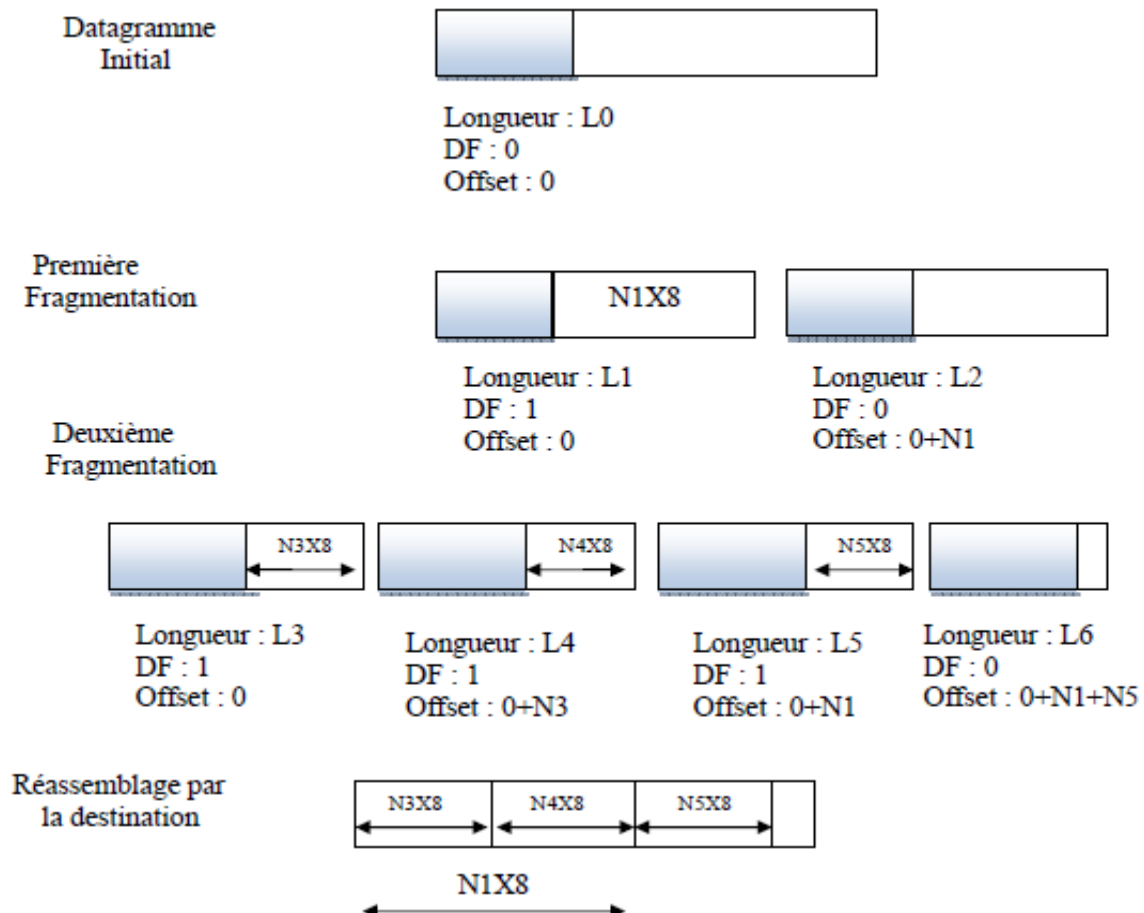


Figure II.5: Mécanisme de fragmentation d'un datagramme IP [25].

En fait, il existe d'autres limites à la taille d'un datagramme que celle fixée par la valeur maximale de 65535 octets. Notamment pour optimiser le débit il est préférable qu'un datagramme IP soit encapsulé dans une seule trame de niveau 2 (Ethernet par exemple),

mais comme un datagramme IP peut transiter à travers Internet sur un ensemble de réseaux aux technologies différentes il est impossible de définir, a priori, une taille maximale des datagrammes IP qui permet de les encapsuler dans une seule trame quel que soit le réseau (1500 octets pour Ethernet et 4470 pour FDDI par exemple)

On appelle la taille maximale d'une trame d'un réseau le MTU (Maximum Transfer Unit) et elle va servir à fragmenter les datagrammes trop grands pour le réseau qu'il traversent. Mais si le MTU d'un réseau traversé est suffisamment grand pour accepter un datagramme, évidemment il sera encapsulé tel qu'il est dans la trame du réseau concerné. [25].

Le processus de fragmentation-réassemblage est rendu possible grâce aux différents champs suivants :

- ☑ **Déplacement de fragment** : Ce champ précise la localisation du début du fragment dans le datagramme initial. Les fragments sont des datagrammes dont l'en-tête est quasiment identique à celle du datagramme original. Par exemple le champ identification est un entier qui identifie de manière unique chaque datagramme émis et qui est recopié dans le champ identification de chacun des fragments si ce datagramme est fragmenté. Par contre le champ longueur total est recalculé pour chaque fragment.
- ☑ **Drapeaux** : Comprend trois bits dont deux qui contrôlent la fragmentation, s'il est positionné à 1 le premier bit indique que l'on ne doit pas fragmenter le datagramme et si un routeur doit fragmenter un tel datagramme alors il le rejette et envoie un message d'erreur à l'expéditeur. Un autre bit appelé fragments à suivre est mis systématiquement à 1 pour tous les fragments qui composent un datagramme sauf le dernier. Ainsi, quand le destinataire reçoit le fragment dont le bit fragment à suivre est à 0 il est apte à déterminer s'il a reçu tous les fragments du datagramme initial grâce notamment aux champs offset et longueur totale de ce dernier fragment. Si un fragment doit être à nouveau fragmenté lorsqu'il arrive sur un réseau avec un MTU encore plus petit, ceci est fait comme décrit précédemment sauf que le calcul du champ déplacement de fragment est fait en tenant compte du déplacement inscrit dans le fragment à traiter. [25].

B.3. L'adressage IP :

Chaque ordinateur du réseau Internet dispose d'une adresse IP unique codée sur 32 bits, plus précisément, chaque interface dispose d'une adresse IP particulière. En effet un même routeur interconnectant 2 réseaux différents possède une adresse IP pour chaque interface de réseau, une adresse IP est toujours représentée dans une notation décimale constituée de 4 nombres (1 par octet) compris chacun entre 0 et 255 et séparés par un point.

Plus précisément, une adresse IP est constituée d'une paire (identificateur de réseau, identificateur de machine) et appartient à une certaine classe (A, B, C, D ou E) selon la valeur de son premier octet comme le montre la figure I-6. [25].

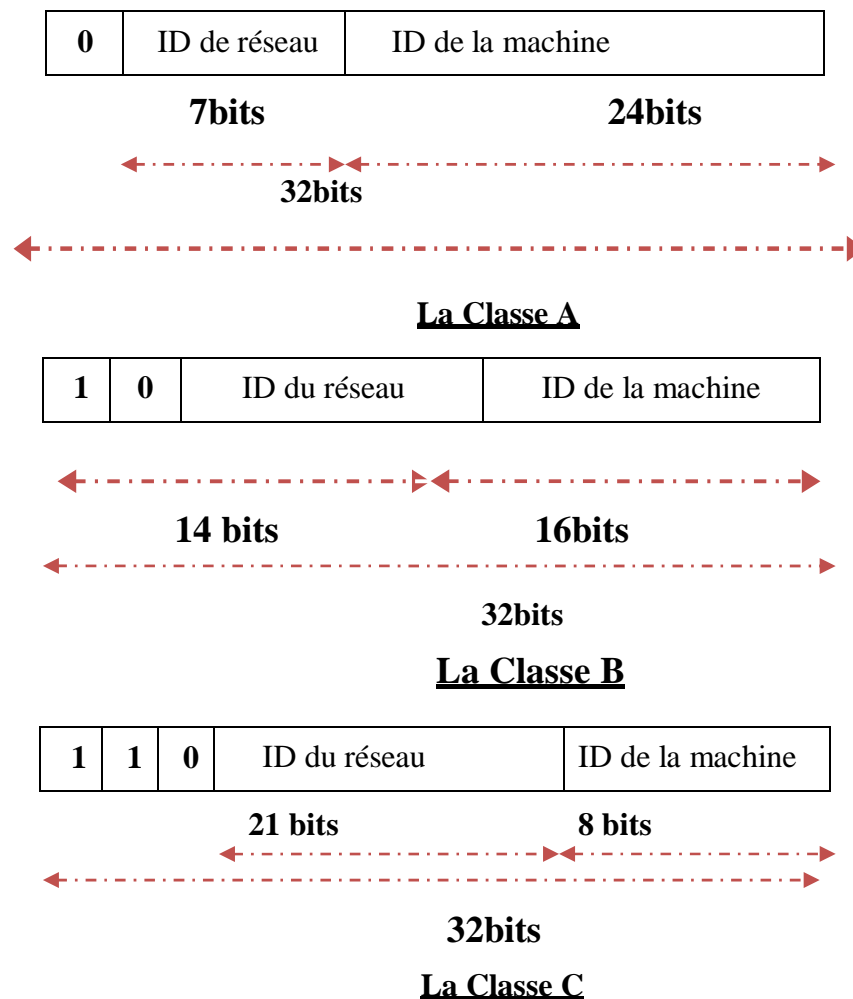


Figure II.6 : Les Classes d'adresse IP [10]

Le tableau ci-après donne l'espace d'adresses possibles pour chaque classe [25].

Classe	Adresse		
A	0.0.0.0	à	127.255.255.255
B	128.0.0.0	à	191.255.255.255
C	192.0.0.0	à	223.255.255.255
D	224.0.0.0	à	239.255.255.255
E	240.0.0.0	à	247.255.255.255

Tableau II.2: Les adresses possibles pour les classes d'adresse IP [25].

Classe A :

Les adresses de la classe A sont formées d'un octet pour l'adresse réseau et de trois octets pour l'adresse de l'ordinateur. Les adresses de la classe A ne peuvent donc retenir que des valeurs comprises entre 0 et 127 et ne peuvent adresser que 126 réseaux.

Classe B :

Ce type d'adresse est composé de deux octets pour l'adresse du réseau et de deux octets pour l'adresse de l'ordinateur. Dans ce cas, le premier octet ne peut contenir que des valeurs comprises entre 128 et 191, ce type d'adresse ne peut donc définir que 16382 réseaux comportant chacun 65534 ordinateurs.

Classe C :

Une adresse de la classe C est constituée de trois octets pour l'adressage de réseau. Le premier octet peut comporter des valeurs comprises entre 192 et 223, il est donc possible d'adresser 2097150 réseaux de 254 ordinateurs chacun.

Classe D :

Cette classe d'adresses contient les adresses appelées Multicast, elles permettent d'adresser simultanément des groupes d'ordinateurs. Un ordinateur peut ainsi posséder à la fois une adresse fixe et une adresse Multicast.

Il ne peut cependant que recevoir des données par cette adresse, ce qui permet de configurer plusieurs ordinateurs sur la même adresse Multicast. Lorsqu'un paquet de données est transmis à ce type d'adresse, c'est l'ensemble du groupe d'ordinateurs qui est concerné. Le premier octet ne peut donc contenir que des adresses comprises entre 224 et 239.

Classe E :

Il s'agit ici d'un domaine réservé pour des adressages futurs, qui ne doit pas être utilisé sur Internet. Dans ce type d'adresse, les valeurs du premier octet sont comprises entre 240 et 255.

B.4. Le masque de sous réseau

Le masque de sous-réseau indique quelle partie de l'adresse Internet est utilisée pour adresser le réseau, et laquelle est réservée à l'adressage d'un ordinateur particulier à l'intérieur du réseau logique.

Le masque de sous-réseau n'a en principe aucune influence sur les paquets des données transmis par un ordinateur sur le réseau, il influence par contre le fonctionnement du logiciel local de réseau, en lui indiquant comment l'adresse Internet doit être interprétée. Il existe un masque de sous-réseau par défaut pour chaque type de classe d'adresses, qui indique comment l'adresse doit être interprétée dans le cas normal. [25].

Le tableau ci-après présente les valeurs correspondantes :

Classe d'adresse	Adresse exemple	Adresse réseau	Masque de sous réseau
A	23.66.1.200	23.0.0.0	255.0.0.0
B	141.90.3.70	141.90.0.0	255.255.0.0
C	201.3.2.15	201.3.2.0	255.255.255.0

Tableau II.3 : Exemple d'un masque de sous réseau [25].

Le masque de sous-réseau indique au logiciel du réseau local le nombre d'octets de l'adresse Internet qui constituent l'adresse réseau. Le logiciel interprète alors tous les bits désignés par la valeur 1 dans le masque comme faisant partie de l'adresse réseau. Dans le cas d'une adresse de classe B, le logiciel réseau interprète cette instruction de la manière suivante: "Interpréter tous les bits du premier octet et tous les bits du second octet comme partie réseau de l'adresse Internet".

Pour configurer le logiciel réseau d'un ordinateur, quel qu'en soit le système d'exploitation, il est extrêmement important que le masque de sous-réseau soit défini en conformité avec la classe d'adresses. Dans certains cas particuliers, il peut être judicieux, pour assurer la transmission des paquets de données à travers différents ordinateurs

intermédiaires, de définir un masque de sous-réseau différent de la valeur par défaut.

B.5. Le Routage IP

Le routage détermine le chemin que vont suivre les données de l'expéditeur au destinataire en passant par les nœuds du réseau, ceci se fait en fonction de la destination finale du paquet et selon une table de routage qui indique pour chaque destination finale quelles sont les voies de sortie possible. [25].

Pour l'exemple de la figure suivante on pourrait avoir la table de routage suivante :

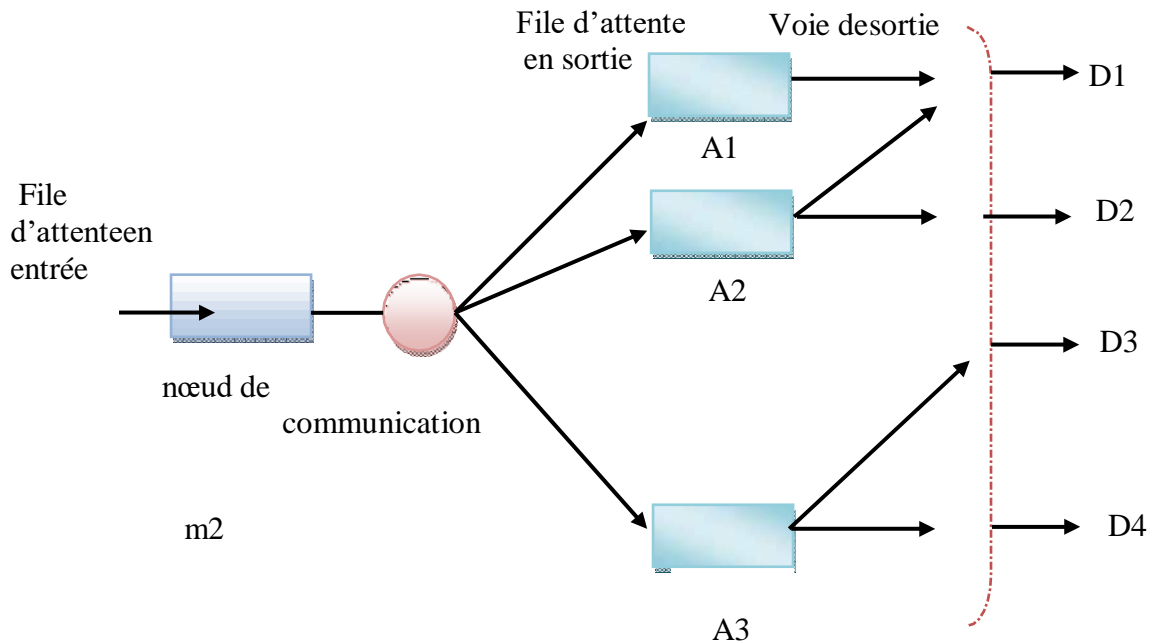


Figure II.7 : Exemple de routage[25].

Destination finale	Voie de sortie
D1	A1, A2
D2	A2
D3	A2, A3
D4	A3

Tableau II.4: la table de routage de l'exemple illustré dans la figure II-7 [25].

D'une manière générale le routage est un ensemble de processus algorithmiques devant prendre des décisions dispersés dans le temps et dans l'espace. Les algorithmes de routage peuvent être regroupés en deux classes principales:

B.5.1. Routage non-adaptatif :

Ils ne fondent pas leurs décisions de routage sur des mesures ou des estimations du trafic de la topologie en temps réel. Le chemin emprunté pour toute communication est toujours le même. Les informations d'acheminement dans la table sont fixes, il peut exister un chemin de secours établi par des tables de secours, les tables de routage ne sont modifiées que pour optimiser les acheminements en fonction de l'évolution du réseau. [25].

B.5.2. Routage adaptatif :

Ils modifient leurs décisions de routage pour traduire les variations de topologie et de trafic réel. Le chemin emprunté pour une communication est fonction de l'état du réseau, la table de routage des commutateurs est mise à jour régulièrement. [25].

Les algorithmes adaptatifs sont divisés en 3 groupes :

✓ Centralisés :

Les algorithmes globaux utilisent des informations collectées dans l'ensemble du sous-réseau pour prendre les meilleures décisions; le changement des tables de routage des nœuds est décidé par un centre de contrôle qui a une vue globale de l'état du réseau.

✓ Isolés :

Les algorithmes locaux s'exécutent séparément sur chaque IMP et n'utilisent que les informations qui y sont disponibles.

✓ Distribués :

Les algorithmes utilisent un mélange d'informations locales et globales; les tables de routage sont élaborées au niveau des nœuds, les différents algorithmes sont répartis sur chaque nœud du réseau et l'ensemble peut fonctionner de manière centralisée ou répartie. Parmi ces algorithmes on cite RIP (Routing Information Protocol), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol), OSPF (Open Shortest Path First).....etc [25].

II.3.2/ PROFINET

PROFINET est la première norme Industriel Ethernet intégrée pour l'automatisation et utilise les avantages d'Ethernet et de TCP/IP pour une communication ouverte du niveau de la gestion d'entreprise au processus lui-même .

Profinet est un standard de communication ouvert pour l'automatisation industrielle .Il a été créé par pi (profibus & profinet international)-l'organisation des utilisateurs profibus qui compte plus de 1200 membres-et développé par simens, Phoenix contact, molex et d'autres constructeur. De par son ouverture et l'utilisation d'un media de communication standard (Ethernet), profinet permet l'utilisation de toute marque de matériel .

PROFINET (« Process Field Network ») se répartit selon différentes classes de performance pour répondre à diverses contraintes temporelles : PROFINET RT pour le temps réel mou ou lorsque le temps réel n'est pas requis, et PROFINET IRT pour une performance temps réel dur. La technologie a été mise au point par Siemens et les sociétés membres de l'organisation d'utilisateurs PROFIBUS, PNO. Successeur de PROFIBUS DP basé sur Ethernet, PROFINET I/O spécifie tous les transferts de données entre les contrôleurs d'E/S ainsi que le paramétrage, le diagnostic et la topologie du réseau . [26].

II.3.2.1.Objectifs et avantages de PROFINET

La norme PROFINET a les objectifs suivants :

- Standard Ethernet ouvert, conçu pour l'automatisation sur la base de Industrial Ethernet :

Les composants Industrial Ethernet et Ethernet standard sont compatibles entre eux, toutefois les appareils Industrial Ethernet sont plus robustes et donc mieux adaptés à un environnement industriel (température, immunité aux perturbations, etc.).

- Utilisation de TCP/IP et de standards des NTIC
- Automatisation avec Ethernet temps réel
- Intégration sans faille de systèmes de bus de terrain

PROFINET précise les fonctions servant à réaliser une solution d'automatisation globale, de l'installation du réseau au diagnostic sur le Web. Grâce à sa structure modulaire, il sera très facile de lui ajouter des fonctions à l'avenir.

Il en résulte les avantages suivants :

- Flexibilité grâce à l'exploitation d'Ethernet et des standards éprouvés des NTIC
- Economies au niveau de l'ingénierie et de la mise en service grâce à la modularisation
- Rentabilisation des investissements en matériel et applications PROFIBUS
- Plus rapide que les bus spécifiques actuels dans le domaine du Motion Control
- Vaste gamme de produits disponibles sur le marché [26].

II.3.2.2.Simplicité de câblage

PROFINET mise sur la technologie commutée 100 Mbit/s et supporte non seulement la topologie en étoile d'Ethernet, mais aussi les topologies en bus et en anneau. Ceci réduit les coûts de câblage et garantit un maximum de flexibilité.

La communication sans fil avec IWLAN ouvre la porte à de nouvelles applications dans l'industrie – et permet même de réaliser des applications de conduite et de supervision . [26].

II.3.2.2.1.Sécurité intégrée

Sous l'angle de la sécurité totale pour l'homme, la machine et l'environnement, PROFINET présente également toutes les qualités requises. L'utilisation de PROFIsafe permet de réaliser un réseau pour la communication standard et de sécurité – sur un seul et même câble ou sans fil avec Industriel Wireless LAN (IWLAN) . [26].

II.4.3.2.2.Standards TIC & accès sécurisé

PROFINET offre toutes les fonctionnalités pour une configuration et un diagnostic optimal. L'accès à l'ensemble des données concernées est possible depuis n'importe où dans le monde entier via Internet.

PROFINET satisfait également aux exigences accrues en matière de sécurité des données et des réseaux . [26].

II.3.2.2.3.Processus

PROFINET est conçu comme un standard complet pour toutes les tâches d'automatisation.

Les réponses à des exigences spéciales pour une utilisation dans des installations du génie des procédés et pour l'interconnexion d'appareils d'instrumentation de processus et d'analyse sont actuellement en cours d'élaboration dans le cadre de la standardisation.

Et dans le secteur des processus secondaires, PROFINET compte déjà de nombreuses réalisations pratiques à son actif [26].

II.3.2.2.4.Appareils de terrain décentralisés

PROFINET permet de raccorder directement à Industrial Ethernet des appareils de terrain décentralisés instaurant ainsi un échange de données rapide entre la périphérie et le contrôleur, avec en corollaire une amélioration notable des possibilités de diagnostic.[26].

II.3.2.2.5.Motion Control

Sur la base profinet, il est également possible de réaliser aisément ,avec ISO-chrono real- time(IRT) ,des régulations isochrones très rapide pour des application de contrôle de mouvement haute performance [26].

II.3.2.2.6.Intelligence répartie

Pour les structures d'installations modulaires, profibus international a défini le standard profinet CBA (component based automation).

Le secteur de la construction de machines et d'équipements dispose déjà d'une bonne expérience en matière de modularisation : les éléments fréquemment utilisés sont préfabriqués et, après passation de commande, rapidement assemblés pour former unité personnalisée [26].

II.3.2.2.7.Communication Profinet :

La communication Profinet sur Ethernet s'échelonne sur trois niveaux de performance

- le non-temps réel, par exemple communication TCP/IP et UDP/IP
- le temps réel (RT) et
- le temps réel isochrone (IRT)

Ces trois échelons couvrent toutes les applications d'automatismes. Parmi ses caractéristiques clés, citons:

- La coexistence de transmissions temps réel et TCP/IP sur une seule ligne ;
- Un protocole temps réel standardisé pour toutes les applications et la communication aussi bien entre composants intelligents décentralisés qu'entre

contrôleur et périphérie décentralisée.

- Une communication temps réel évolutive, de performante à ultra-performante, avec synchronisation d'horloge.

Ces caractéristiques constituent l'un des points forts de PROFINet ; elles en garantissent la cohésion à tous les niveaux de l'entreprise, de l'atelier à la direction, et une grande réactivité au sein du processus. [26].

☑ La communication TCP/IP et UDP/IP :

La transmission de données à temps non critique avec TCP/IP et UDP/IP est la base technique de la communication – par exemple pour le paramétrage et la configuration. TCP/IP est le standard de fait dans le paysage informatique. [26].

✓ Communication temps réel :

Profinet est basé sur industriel Ethernet le standard TCP/IP (transport control Protocol / internet Protocol) pour le paramétrage, la configuration et le diagnostic. La communication en temps réel pour la transmission des données utiles de process s'effectue sur le même câble. Les appareils profinet supportent . Les caractéristique temps réel suivant :

➤ Real -time (RT) :

Le temps réel s'utilise pour les données de processus critiques – c'est-à-dire les données utiles cycliques ou les alarmes sur événements. Pour répondre aux exigences de temps réel dans le secteur de l'automatisation, PROFINET utilise un canal de communication temps réel optimisé.

Cette solution minimise les temps d'exécution et se traduit par une augmentation des performances lors de l'actualisation de données de process.

La performance dépasse celle des bus de terrain classiques et autorise des temps de réaction de l'ordre de la microseconde.

Dans le même temps, la puissance de calcul du processeur mobilisée par la communication est nettement allégée, et l'utilisation de constituants de réseau standard est parfaitement possible. [26].

➤ **NRT-Channel:**

- Paramétrage
- lecture des données de diagnostics
- chargement des interconnexions
- négociation des canaux de communication des données utilisateur

➤ **Real-Time Channel RT:**

- transfert haute performance
- données cycliques
- signaux évènements
- utilise des contrôleurs Ethernet standard [26].

➤ **Real-Time Channel IRT:**

- transfert haute performance avec synchronisation d'horloge
- jitter < 1usec
- Hardware spécifique nécessaire

II.4.Installation du réseau

La normalisation internationale ISO/CEI 11801 et son équivalente européenne EN 50173 définissent un réseau informatique standard indépendant de l'application pour le secteur de la bureautique.

Mais comme les exigences imposées à un réseau en environnement industriel sont plus élevées que dans le secteur de la bureautique, le guide PROFINET « Cabling and Interconnection Technology », décrit l'infrastructure passive dans et entre les cellules d'automatisme pour Fast Ethernet avec PROFINET :

- Connecteurs et câbles pour réseaux cuivre et optiques
- Connecteurs pour alimentation 24 V
- Connecteurs pour alimentation 400 V

Il décrit en outre les conditions de test et de contrôle correspondantes pour les différents composants.

La description de tous les composants passifs nécessaires pour un réseau PROFINET permet de garantir une interaction parfaite entre les différents composants passifs[26].

II.4.1. Commutateurs (switches)

PROFINET utilise toujours des commutateurs implantés tout au long de la transmission entre stations pour régénérer et aiguiller les signaux. Ces équipements, normalisés ISO/CEI 15802-3, servent à structurer le réseau.

Les commutateurs adaptés à Profinet sont ceux conçus pour Fast Ethernet (100 Mbit/s, IEEE 802.3u) et la transmission en full duplex ; dans ce mode, le commutateur reçoit et émet simultanément sur un même port, sans risque de collision et, donc, sans perte de bande passante due aux mécanismes de détection Ethernet. La configuration du réseau en est grandement simplifiée puisqu'il n'y a pas de contrôle des longueurs de segment dans un domaine de collision. [26].

II.4.2. Topologies des réseaux

Les topologies visent à satisfaire les exigences des unités à fédérer sur le réseau. Les plus utilisées sont l'étoile, le bus, l'arborescence et l'anneau. En pratique, un réseau tend à panacher ces structures qui empruntent des supports physiques comme le câble en cuivre ou la fibre optique.

La fibre optique en verre est utilisée pour la transmission sur de longues distances. Pour les courtes distances, la FO plastique, par exemple POF (Polymer Optique Fiber) ou la FO verre enrobée de plastique, par exemple PCF (Polymer Cladded Fiber) constituent une alternative simple et aisément réalisable par l'utilisateur.

Pour PROFINET, on dispose de constituants de réseau actifs tels que les appareils de terrain décentralisés avec interfaces POF/ PCF intégrées. Afin de garantir une disponibilité élevée, les câbles sont surveillés lors de la mise en service et en cours d'exploitation afin de détecter d'éventuelles atténuations du signal consécutives au vieillissement du matériau. [26].

II.4.2.1. Étoile

La structure en étoile se caractérise par un commutateur central avec des liaisons individuelles vers tous les terminaux du réseau. Le réseau en étoile convient aux applications à forte densité d'équipements et faible rayon d'action, par exemple de petites cellules de fabrication ou des machines de production . (voir Figure II.1). [26].

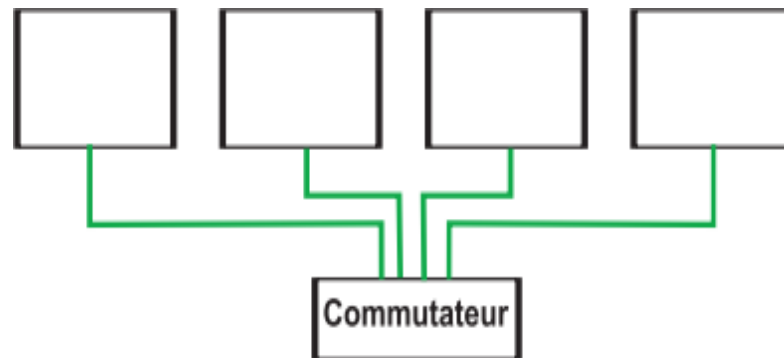


Figure II.8 : Topologie des réseaux en étoile [26].

II.4.2.2.Arbre

Cette topologie consiste à réunir plusieurs étoiles pour former un réseau combinant au besoin fibre optique et paire torsadée. Elle permet de subdiviser des installations complexes en sous-réseaux . [26].

II.4.2.3.Ligne

La structure linéaire fait appel à un commutateur situé à proximité du terminal de connexion ou intégré au terminal. Elle est surtout adaptée aux installations de grande envergure – par exemple la manutention et la liaison de cellules de fabrication . (voir Figure II.2). [26].

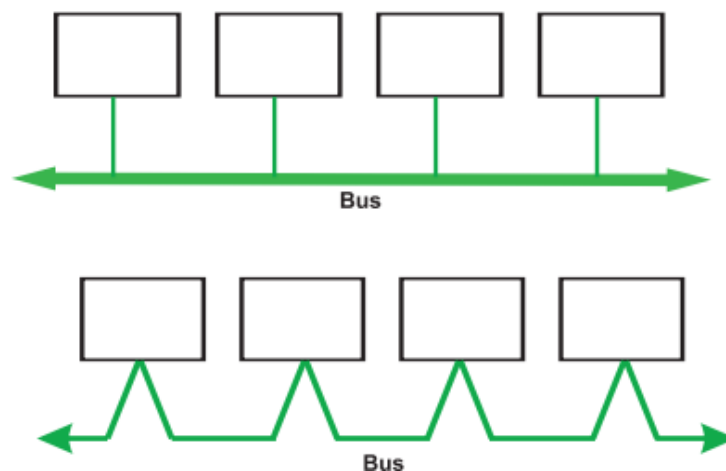


Figure II.9 : Topologie des réseaux en bus

II.4.2.4. Anneau (redondant)

Il suffit de refermer les extrémités d'une ligne par une liaison supplémentaire pour obtenir une structure en anneau. Cette topologie s'utilise pour les systèmes exigeant une haute disponibilité et une protection contre les coupures de ligne ou les défaillances des constituants de réseau (voir Figure II.3). [26].

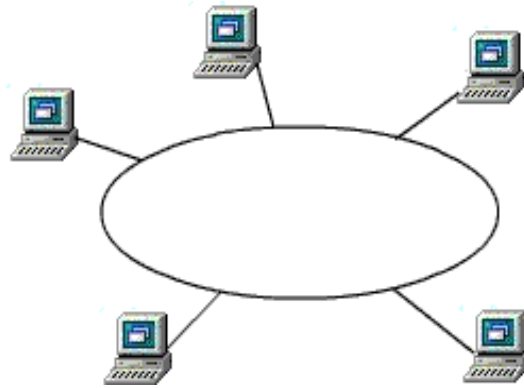


Figure II.10 : Topologie des réseaux en anneau

II.4.3. Profinet et modèle OSI

Le profinet respecte l'organisation en 7 couches du modèle OSI.

Les couche 5 et 6 étant inutiles ne sont donc pas utilisées dépendent de la nature du trafic :

- 1 - le trafic IT classique sans rapport avec profinet, par ex. accéder a la page web de l'équipement.
- 2 - le trafic profinet non temps réel, par ex .configurer une station ou faire un diagnostic.
- 3 - le trafic profinet temps réel qui concerne les données d'entrées/sorties du procédé. [26]

Pour les 2 premiers on utilisera Ethernet, la couche reseau IP et la couche transport TCP/UDP. Pour les échanges de données de process, on passe directement d'Ethernet (couche 1&2) à la couche applicative Profinet.

Les performances temporelles ne sont donc pas dégradées par le traitement d'informations inutiles dans le cadre d'une communication industrielle locale.

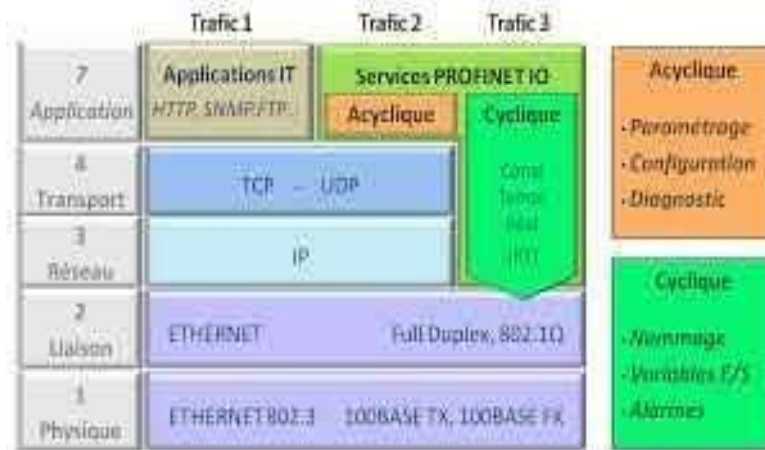


Figure II.11 : profinet dans le modèle OSI

Caractéristique de la couche physique

Le réseau profinet étant basé sur Ethernet il respecte les standards correspondants.

Les stations supportent des connexions cuivre, fibre optique ou wifi [26].

- 1- La version cuivre, la plus répandue, est basée sur la norme 802.3u (fast Ethernet) qui permet une communication 100mb/s en full duplex. L'essentiel des équipements dispose d'une connexion de ce type.
- 2- La fibre optique est essentiellement utilisée dans le cadre de l'infrastructure et sert à interconnecter les switches entre eux.
- 3- Le wifi est utilisé ponctuellement pour des applications mobiles et/ou difficiles à raccorder physiquement.

II.5. Type Profinet

II.5.1. PROFINET CBA

PROFINET CBA (Component Based Automation) est un concept d'automatisation renforçant les points suivants :

- Réalisation d'applications modulaires
- communication machine-machine

Avec PROFINET CBA vous réalisez un projet d'automatisation sur la base de

composants et de sous-systèmes prédéfinis. Ce concept répond aux demandes de modularité sans cesse.

Croissante provenant du monde de la construction mécanique et d'équipements, visant à Une décentralisation poussée et à un usinage "intelligent".

Component Based Automation vous permet de mettre en œuvre des modules technologiques complets sous forme de composants standardisés utilisés dans de grandes Installations.

Les composants intelligents modulaires PROFINET CBA sont créés au moyen d'un outil d'ingénierie qui peut varier d'un constructeur d'appareils à l'autre.

Les composants construits à partir d'appareils SIMATIC, sont créés avec STEP 7 et connectés avec l'outil SIMATIC iMAP [26].

II.5.2. PROFINET IO

PROFINET IO, avec sa communication en temps réel particulièrement rapide, répond à toutes les exigences actuelles en matière de transmission de données de processus et permet une intégration facile des systèmes de bus de terrain existants. [26].

II.5.2.1. Le fonctionnement de Profinet IO

Avec Profinet IO, la spécification Profinet propose, pour les appareils de terrain simples, un modèle d'intégration qui recoupe peu ou prou la notion habituelle de périphérie décentralisée. Les composants sont adressés sous la forme habituelle, comme dans l'environnement du bus de terrain. Par la description d'appareil ils sont intégrés dans l'outil d'ingénierie correspondant (PC Worx, Step 7, etc), où ils sont affectés à un contrôleur à l'étape de la configuration .

Dans le cadre de Profinet IO, on distingue les types d'appareil suivants : [26].

II.5.2.1.1. Contrôleur d'E/S

Le contrôleur d'E/S désigne l'équipement par l'intermédiaire duquel sont adressés les périphériques d'E/S raccordés. Il s'agit généralement d'un contrôleur séquentiel au sein d'une unité fonctionnelle décentralisée, qui échange des signaux d'entrée et de sortie avec les appareils de terrain associés . [26].

II.5.2.1.2.Périphérique d'E/S

Par périphérique d'E/S on entend un appareil de terrain décentralisé (ex. un module d'E/S distant, un moteur, un îlot d'électrovannes, un switch), affecté à un ou plusieurs contrôleurs d'E/S et chargé de transmettre les données de process et de configuration, ainsi que les alarmes. Les échanges de données entre les périphériques d'E/S sont organisés par la configuration de sous-modules du type producteur/consommateur [26].

II.5.2.1.3 Superviseur d'E/S

Le superviseur d'E/S, une console de programmation ou un PC industriel, accède à toutes les données de process et de paramétrage en même temps que le contrôleur d'E/S.

Entre le contrôleur d'E/S, le superviseur d'E/S et les périphériques d'E/S, il existe des relations d'application qui comportent plusieurs relations de communication pour transmettre des données de configuration (canal standard), des données de process (canal temps réel), et des alarmes (canal temps réel) [26].

II.5.3. Attribution d'adresse Adresses

Tous les appareils PROFINET étant conçus pour le protocole TCP/IP, leur Fonctionnement sur réseau Ethernet nécessite une adresse IP .

Pour simplifier la configuration, il ne vous sera demandé qu'une seule fois d'attribuer une adresse IP, notamment lors de la configuration de l'IO-Controller sous STEP 7/HW Config .

STEP 7 affiche ici un dialogue de sélection de l'adresse IP et du réseau Ethernet. Si le réseau est isolé, vous pouvez reprendre l'adresse IP et le masque de sous-réseau proposés par STEP7. Si le réseau fait partie d'un réseau d'entreprise Ethernet, adressez-vous à l'administrateur de réseau pour obtenir ces adresses .

Les adresses IP des IO-Devicis sont générées par STEP 7 et ne seront affectées aux IO- Devices qu'au démarrage de la CPU. Les adresses IP des IO-Devices possèdent toujours le même masque de sous-réseau que l'IO-Controller et sont attribuées dans l'ordre croissant à partir de l'adresse IP de l'IO-Controller. Cette adresse IP peut être modifiée manuellement en cas de besoin. [26].

Adresse IP et MAC Adresse MAC

Une identification d'appareil, unique au niveau mondial, est attribuée en usine à chaque appareil PROFINET. Cette identification d'appareil de 6 octets est l'adresse MAC .

L'adresse MAC est composée de la manière suivante :

- 3 octets pour le code constructeur et
- 3 octets pour le code appareil (numéro d'ordre).

L'adresse MAC se trouve généralement sur la face avant de l'appareil : 08-00-06-6B-80-C0

p. ex. [26].

Adresse IP

Pour qu'un appareil PROFINET puisse être adressé comme participant à Industriel Ethernet, il doit posséder en plus une adresse IP unique sur le réseau. L'adresse IP se compose de 4 nombres décimaux compris entre 0 et 255. Ces nombres décimaux sont séparés par un point .

L'adresse IP est constituée des éléments suivants :

- adresse du réseau et
- adresse du partenaire (généralement aussi appelé hôte ou noeud de réseau).

Masque de sous-réseau

Les bits à 1 du masque de sous-réseau définissent la partie de l'adresse IP qui contient l'adresse du réseau.

Règle générale :

- L'adresse de réseau résulte de la combinaison ET de l'adresse IP et du masque de sous- réseau
- L'adresse de partenaire résulte de la combinaison NON ET de l'adresse IP et du masque de sous-réseau. [26].

II.6 / Conclusion :

PROFINET propose une architecture de communication ouverte et bien adaptée aux domaines d'application des réseaux locaux industriels, offre une mise en œuvre aisée et un paramétrage flexible, ce qui explique, en grande partie, sa si grande utilisation dans l'industrie.

Chapitre III

Logiciel TIA Portal

III.1. Introduction

Suite à l'automatisation industrielle, l'opérateur humain a été contraint de conduire ou de superviser des machines automatisées, en réduisant les prises d'information et les actions directes sur le processus, ce qui conduit à l'élaboration d'interface d'interaction Homme/Machine, flexible et aussi lisible pour un simple opérateur. Le dialogue est d'autant plus facilité que l'écran comporte des images avec des synoptiques, des graphes, des barographes...etc. [27]

III.2. Présentation de TIA Portal V14

Le portail Totally Integrated Automation, ci-après appelé Portal TIA, offre la fonctionnalité complète pour réaliser notre tâche d'automatisation, regroupée dans une plateforme logiciel globale. Le portail TIA permet également de disposer, au sein d'un cadre, d'un environnement de travail commun pour une ingénierie transparente avec différents systèmes SIMATIC. Tous les progiciels requis, de la configuration matérielle à la visualisation du processus en passant par la programmation, sont intégrés dans un cadre complet d'ingénierie.

Le logiciel STEP 7 Professional (TIA Portal V14) est l'outil de programmation des nouveaux automates comme:

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

Avec STEP 7 Professional (TIA Portal), les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation:

- Configuration et paramétrage du matériel
- Paramétrage de la communication
- Programmation
- Test, mise en service et dépannage avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic
- Documentation
- Génération d'écrans de visualisation pour les Basic Panels SIMATIC avec WinCC Basic intégré.

- Il est également possible de générer des écrans de visualisation pour les PC et autres Panels à l'aide de WinCC Run Time (WinCC RT).[27]

III.3. Les avantages du logiciel (TIA portal)

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP 7: programmation symbolique uniforme, Calculate Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées: simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec TeleService et diagnostic système cohérent.
- Technologie flexible: Fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated: Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal. [27]

III.4. Création d'un nouveau projet SUR TIA PORTAL

Dans le but de créer un nouveau projet sur TIA PORTAL, nous devons suivre les étapes suivantes: [27]

III.4.1. Vue du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue:

- La vue du portail: elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- La vue du projet: elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

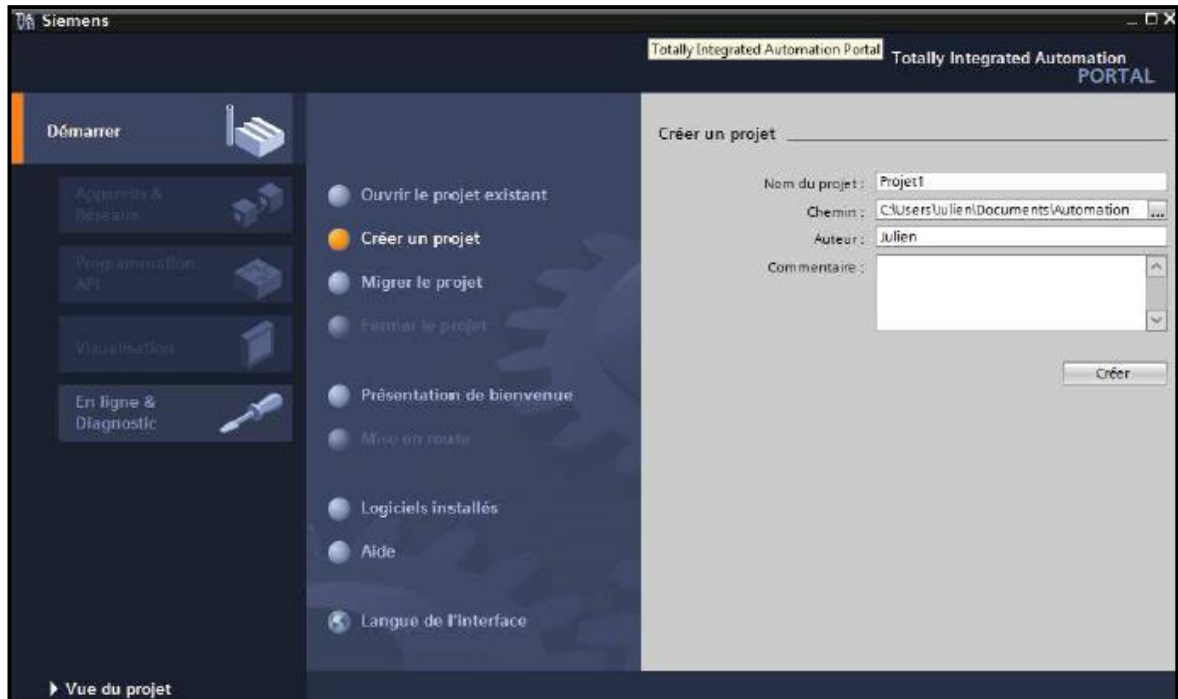


Figure III.1 : Vue du Portail

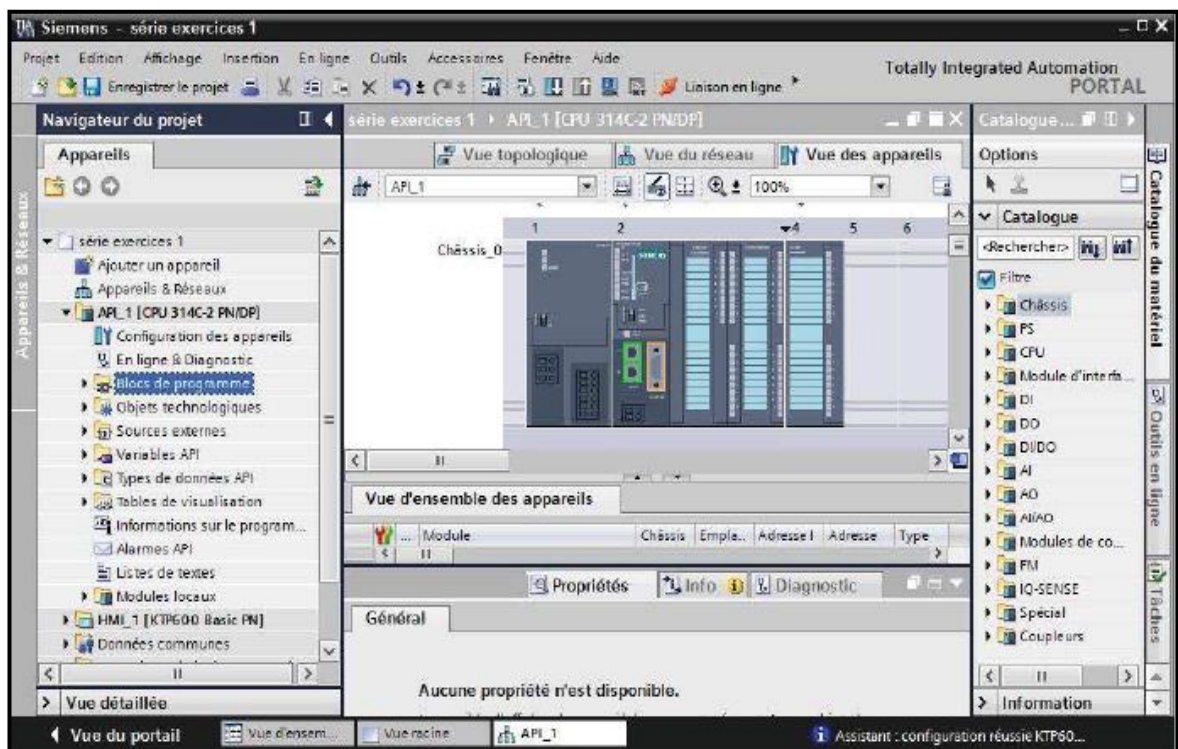


Figure III.2 : Vue du Projet

III.4.1.1. Vue du Portail

La vue du portail fournit une vue d'ensemble du projet et un accès aux outils qui permettent de l'élaborer. Vous pouvez trouver rapidement ce que vous souhaitez faire, et appeler l'outil qui servira à accomplir la tâche voulue. Si vous le souhaitez, un changement vers la vue du projet s'effectue automatiquement pour la tâche sélectionnée. Cette vue simplifie donc principalement la préparation et la mise en place du projet. [28]

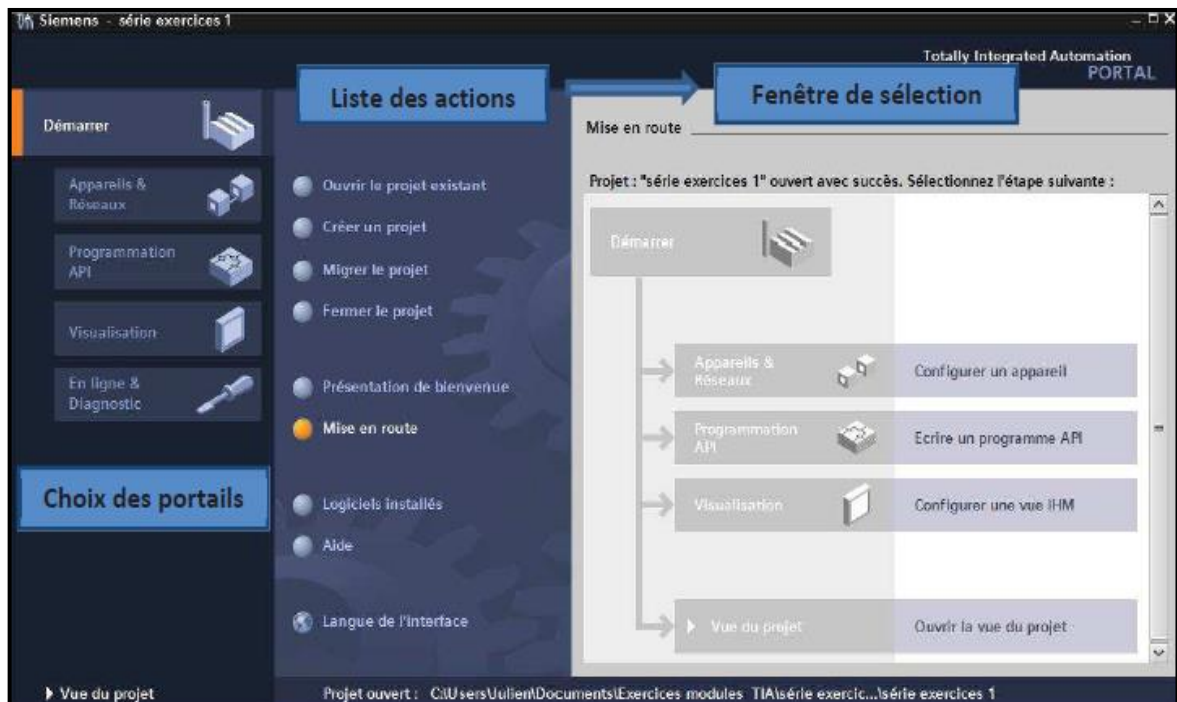


Figure III.3 : Vue du Portail

III.4.1.2. Vue du projet

La vue du projet est une vue structurée de tous les éléments constituant le projet. La barre de menu avec les barres de fonction est située comme le veut la norme en haut de la fenêtre, le navigateur du projet et tous les éléments du projet sont sur la gauche, et les menus associés aux différentes tâches (avec les instructions et les bibliothèques, par exemple) sur la droite. [28]

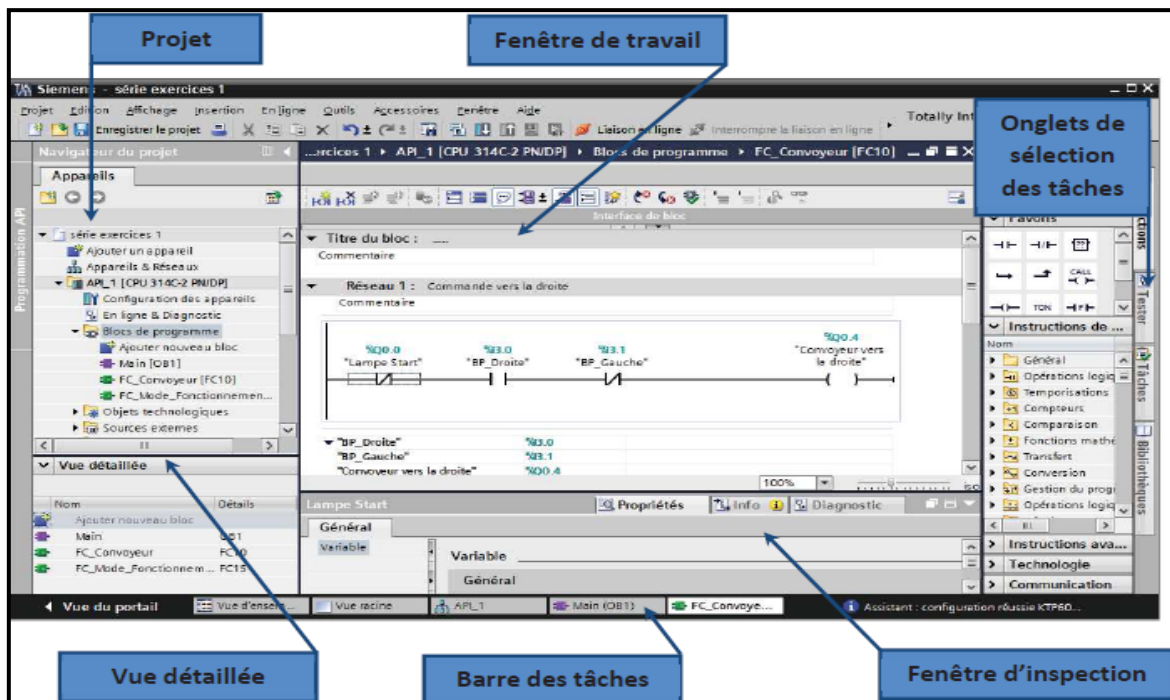


Figure III.4 : Vue du Projet

La **fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI,...

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

Les **onglets de sélection de tâches** ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle à bibliothèques des composants, bloc de programme à instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas.

Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

III.4.2. Créer un projet

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « Créer un projet ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.

Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer » [28]

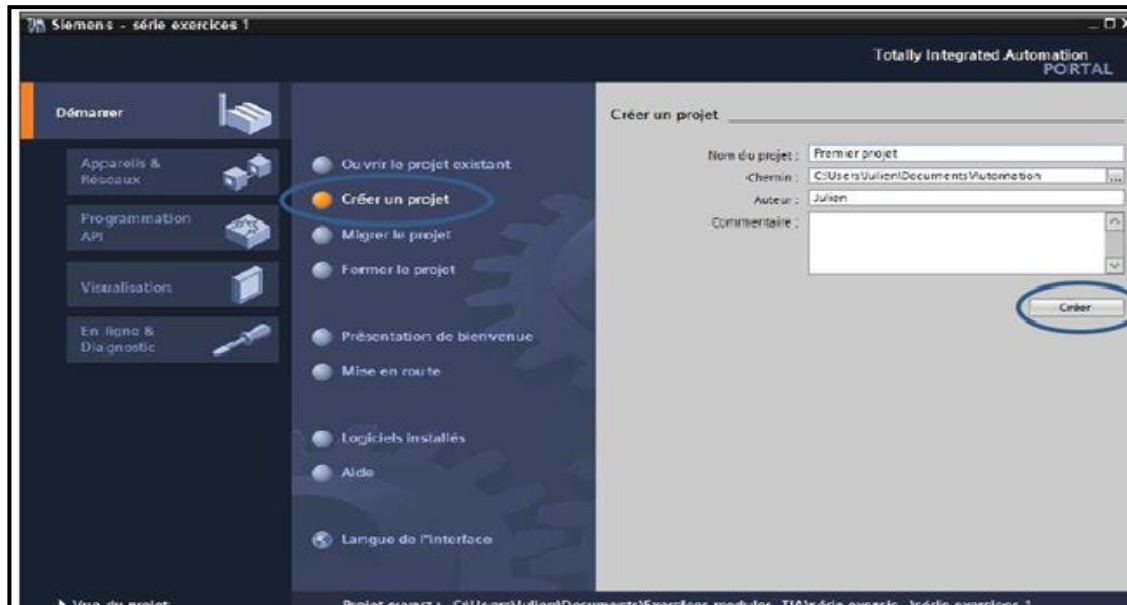


Figure III.5 : Création d'un projet

III.4.3. Configuration et paramétrage de l'appareil

« **Mise en route** » est recommandée pour le début de la création du projet.

Premièrement, nous voulons « **Configurer un appareil** » (« **Mise en route** > **Configurer un appareil** »).

A partir du navigateur de projet, double-cliquez sur ajouter un appareil et sélectionnez l'automate S7 de votre choix ((Dans notre cas nous avons choisi la CPU 1214c AC/DC/RLY). Cliquez sur le bouton "ok" pour ajouter l'automate. [27]

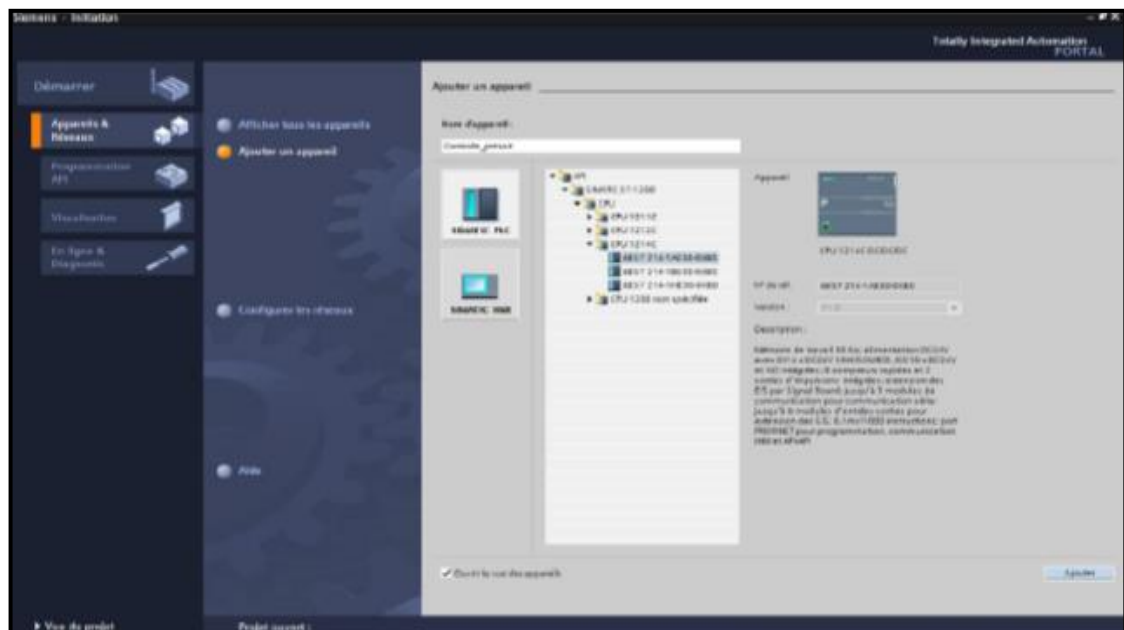


Figure III.6 : Configuration d'un appareil

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

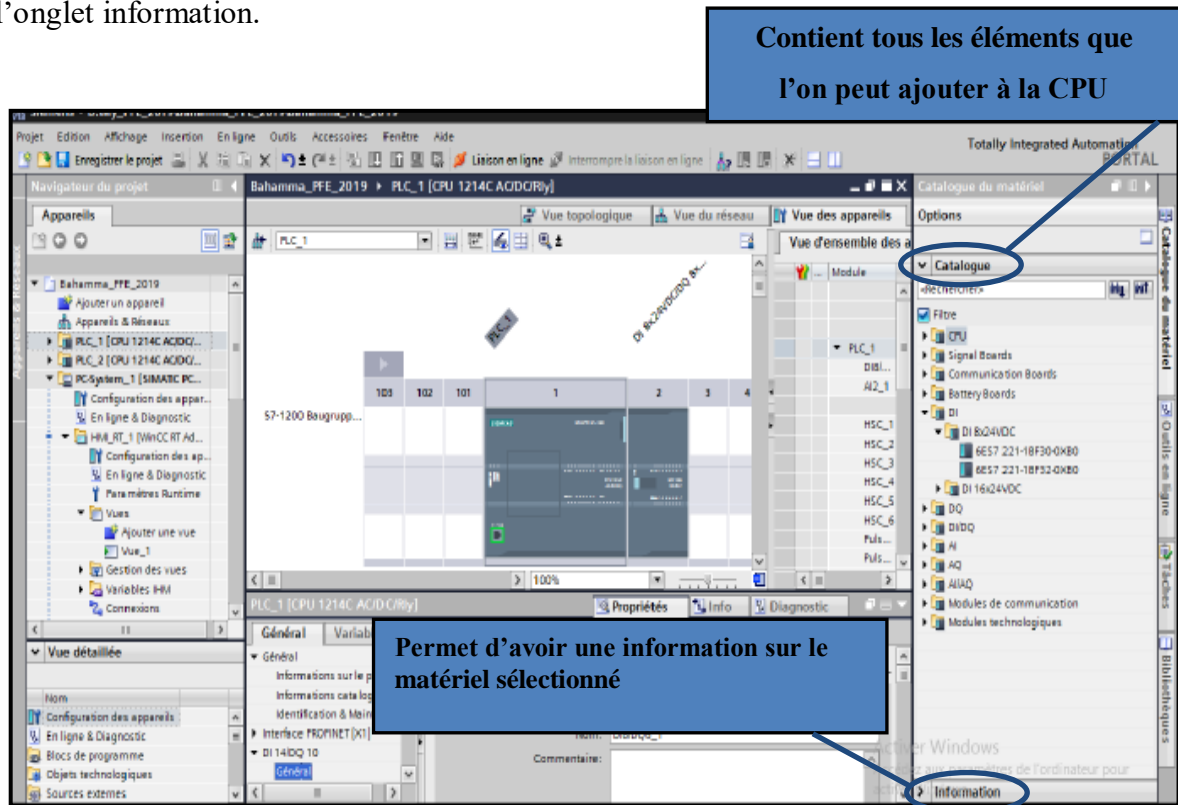


Figure III.7 : Ajouter un module supplémentaire

III.4.3.1. Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matériel, il faut aller dans « Appareil et réseau » dans le navigateur du projet. Dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « Vue des appareils » et de sélectionner l'appareil voulu. On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet « **vue d'ensembles des appareils** ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent. On peut les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante. [27]

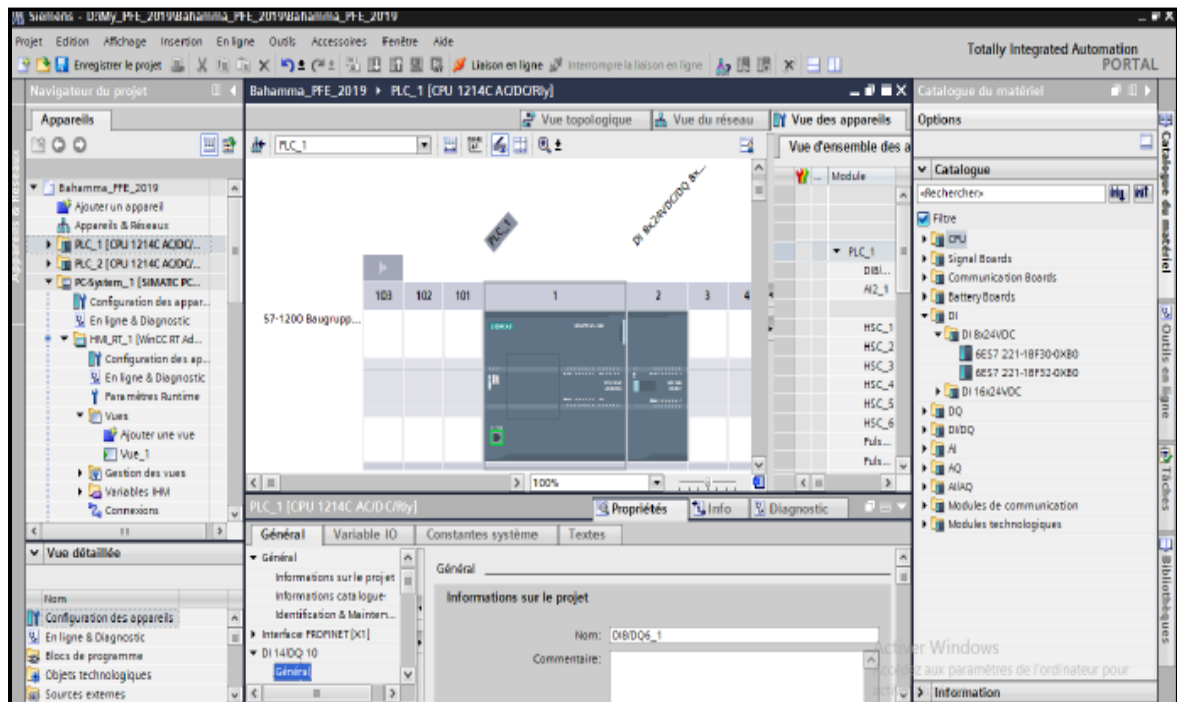


Figure III.8 : Adressage des E/S

III.4.3.2. Les variables API

III.4.3.2.1. Adresses symbolique et absolue

Dans TIA portal, toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos,...) possèdent une adresse symbolique et une adresse absolue.

- ✓ **L'adresse absolue** représente l'identificateur d'opérande (I, Q, M,...) et son adresse et numéro de bit.
- ✓ **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. [27]

III.4.3.3. 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 dans le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir:

- ✓ Un nom: c'est l'adressage symbolique de la variable.

- ✓ Le type de donnée : BOOL, INT,...
- ✓ L'adresse absolue : par exemple Q 1.5

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable. [27]

III.4.4. Adresse Ethernet de la CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet. Un double clic sur l'icône 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 sous réseau. L'adresse utilisée est **192.168.0.2** de l'automate. [27]

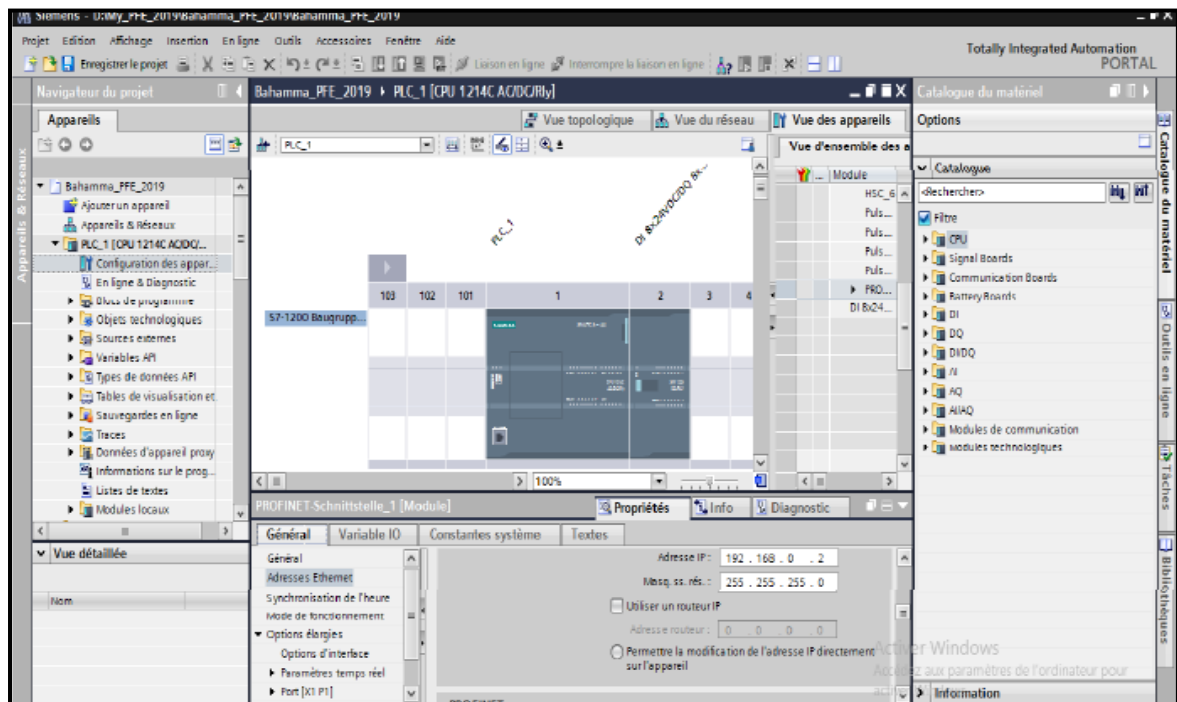


Figure III.9 : Adresse Ethernet de la CPU

III.5. Comment le programme est-il traité dans l'API ?

Le traitement du programme dans l'automate est cyclique et se déroule comme suit:

- 1- Après la mise sous tension de l'automate programmable, le processeur qui constitue pour ainsi dire le cerveau de l'automate vérifie si chaque entrée est sous tension ou non. L'état de ces entrées est enregistré dans la mémoire image des entrées (MIE). Si l'entrée est sous tension, l'information 1 ou "High" sera enregistrée. Si l'entrée n'est pas sous tension, l'information 0 ou "Low" sera enregistrée.
- 2- Ce processeur exécute le programme stocké en mémoire de programme. Celui-ci est constitué d'une liste d'instructions et d'opérations logiques exécutées de manière séquentielle. L'information d'entrée requise à cet effet est prélevée dans la mémoire image des entrées lue auparavant et les résultats logiques sont écrits dans une mémoire image des sorties (MIS). Durant l'exécution du programme le processeur accède également aux zones de mémoire des compteurs, temporisations et mnémoniques.
- 3- Dans la troisième étape, l'état est transmis après l'exécution du programme utilisateur de la MIS aux sorties, activant ou désactivant celles-ci. L'exécution du programme revient ensuite au point 1. [28]

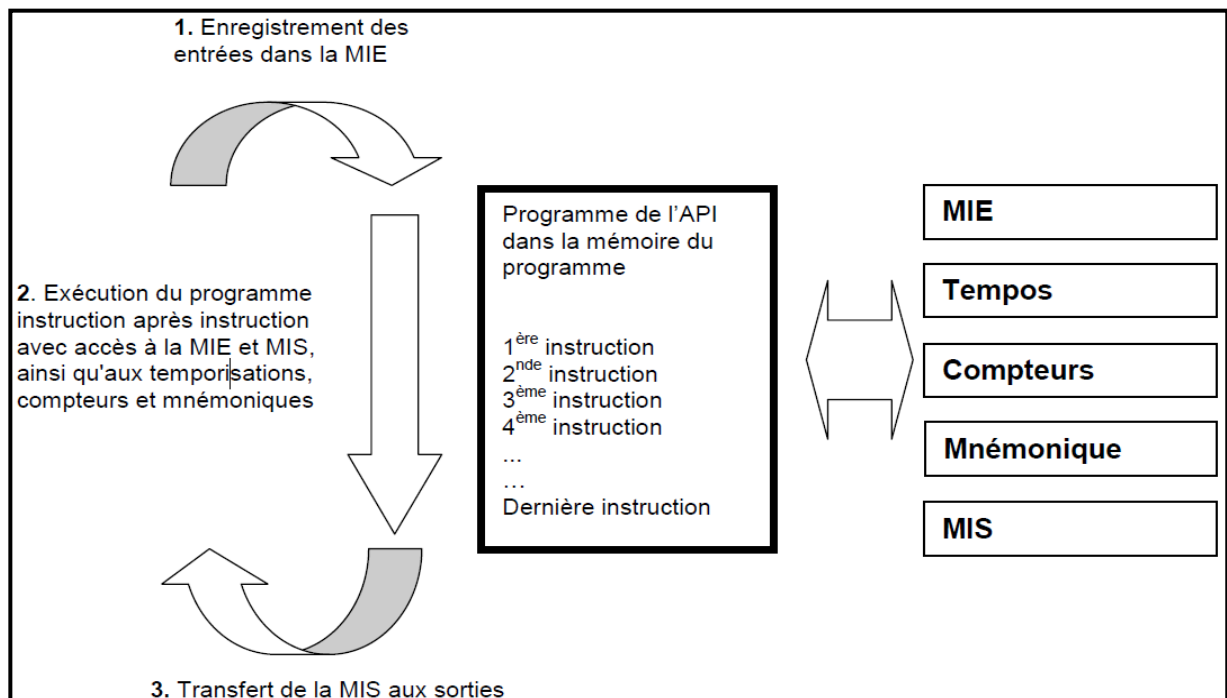



Figure III.10 : Programmation d'un API

III.6. Enregistrement et compilation de la configuration matérielle

Avant la compilation de la configuration, le projet doit être enregistré par un clic sur le  **Save project**. Pour compiler la CPU avec la configuration de l'appareil, sélectionnez d'abord le dossier "CPU_1214C [CPU1214C AC/DC/RLY]" et cliquez sur "compile". [29]

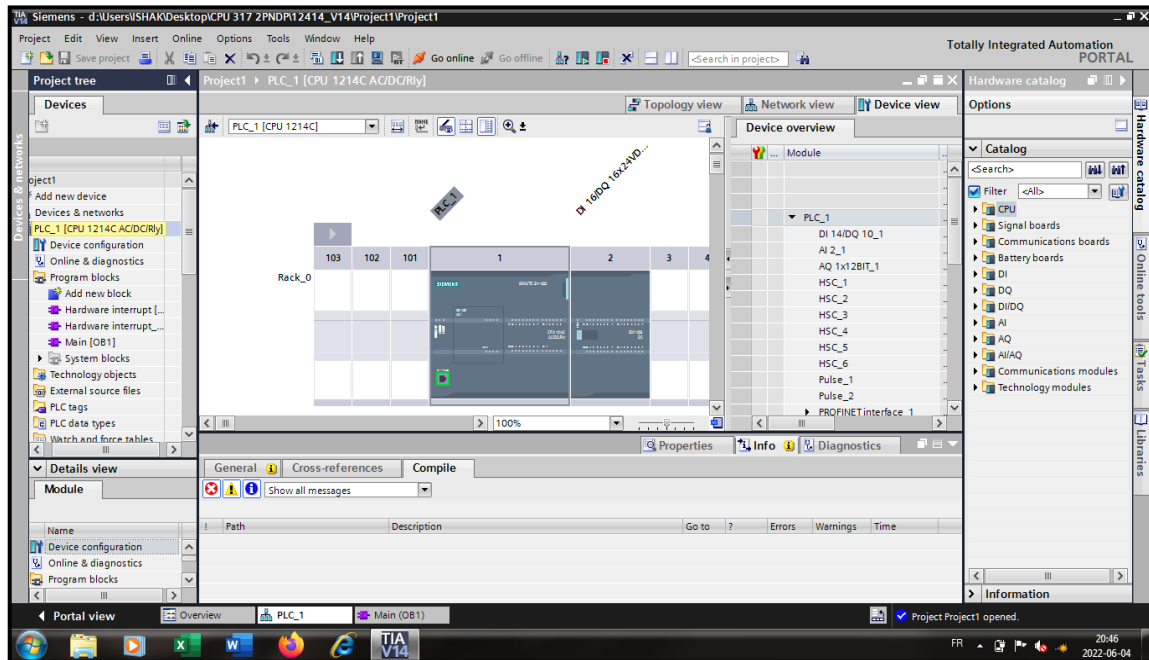


Figure III.11 : Enregistrement de la configuration matérielle

Si la compilation s'est terminée sans erreur, vous obtenez l'image suivante:

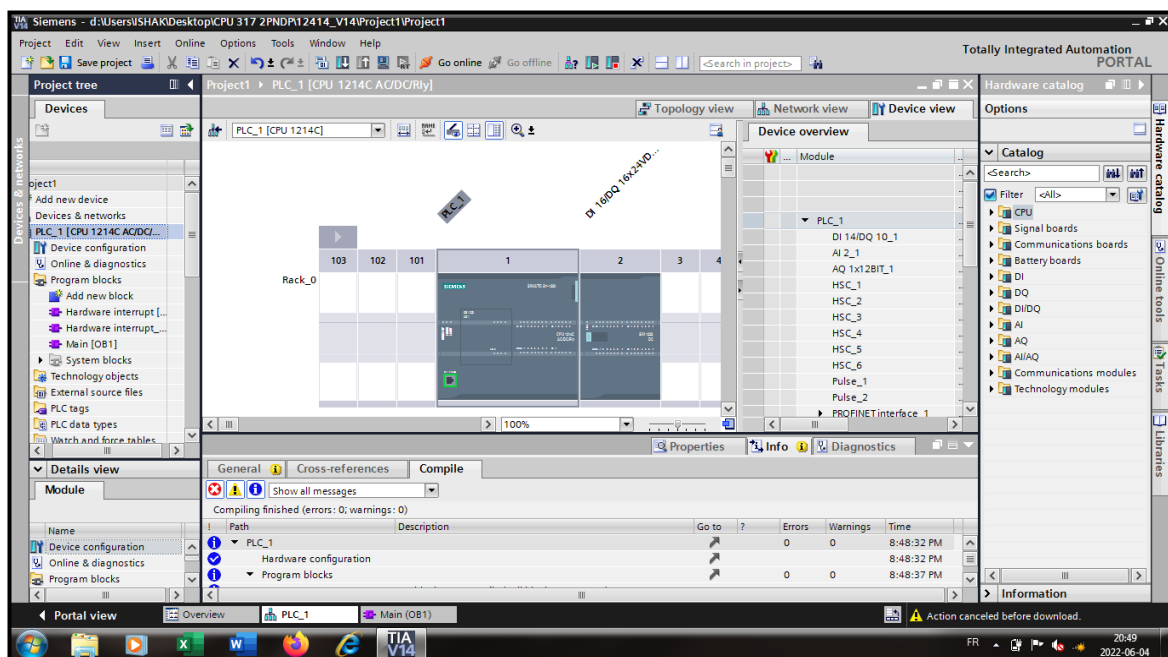


Figure III.12 : Enregistrement et compilation de la configuration matérielle

III.6. Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil

Pour charger l'ensemble de la CPU, sélectionnez à nouveau le dossier CPU_1214C [CPU1214C AC/DC/RLY]" et cliquez sur l'icône Charger dans l'appareil)".

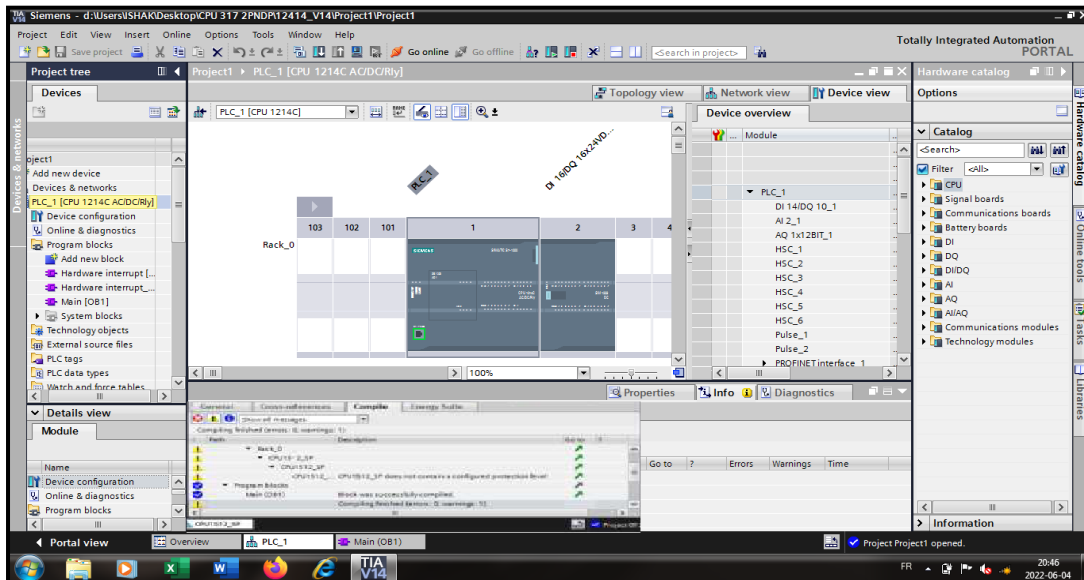


Figure III.13 : Chargement de la configuration matérielle dans l'appareil

Le gestionnaire de configuration des propriétés de connexion s'affiche (Extended download to device (Chargement étendu))

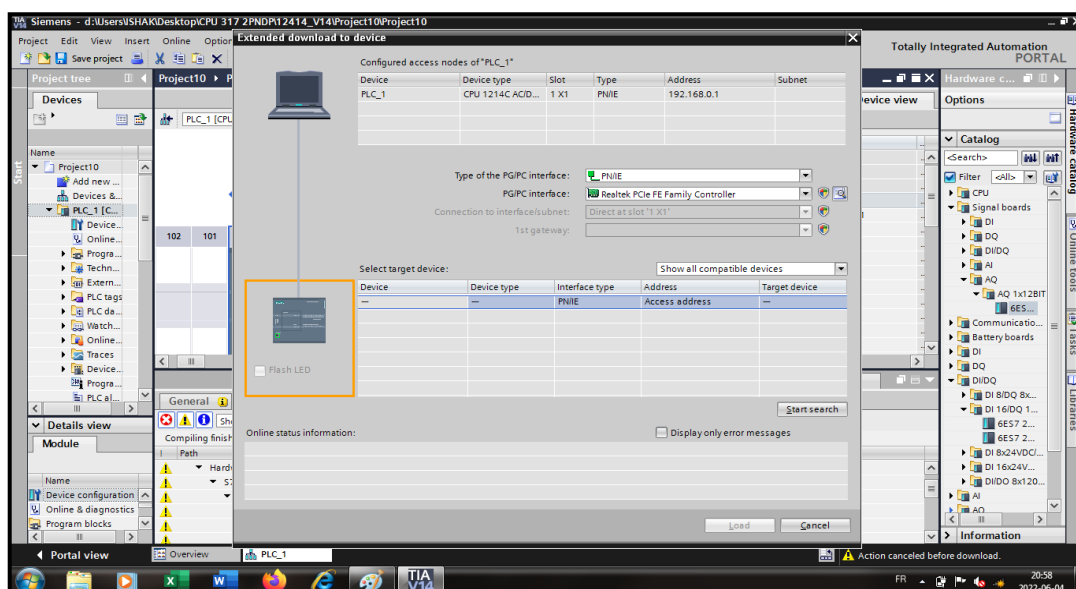


Figure III.14 : la communication entre PLC et Pc-System

En premier, sélectionnez l'interface qui convient. L'opération s'effectue en trois étapes.

→ Étape 1 : Type de l'interface PG/PC → PN/IE

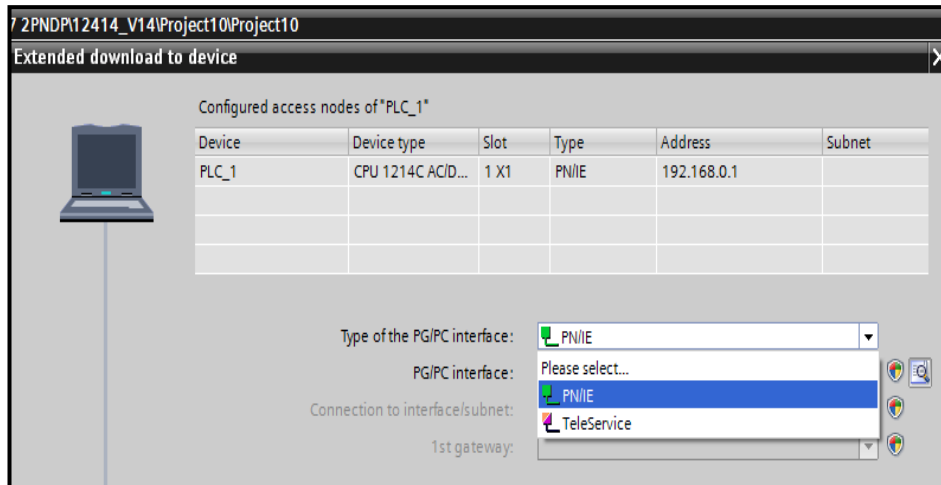


Figure III.15 : Étape 1 : Type de l'interface PG/PC

Étape 2 : Interface PG/PC → ici : Realtek PCIe FE Family Controller

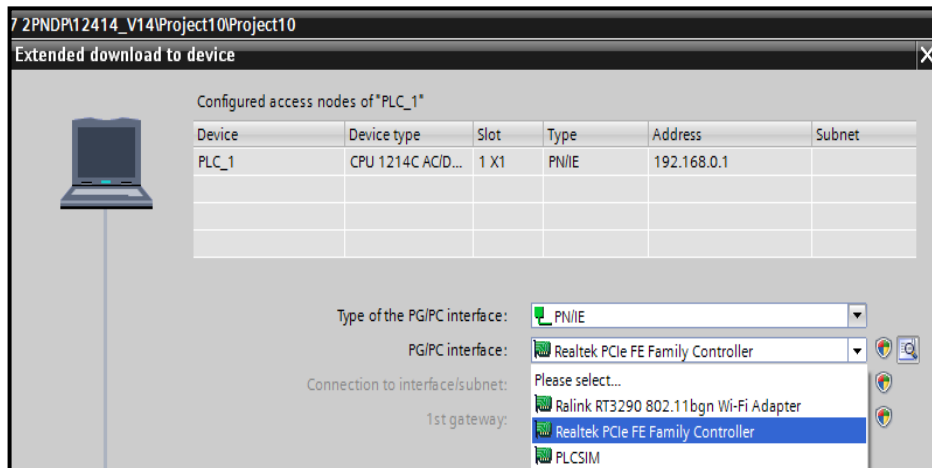


Figure III.16 : Étape 2 : Type de l'interface PG/PC

→ Étape 3: Connexion avec interface/sous-réseau → "PN/IE_1"

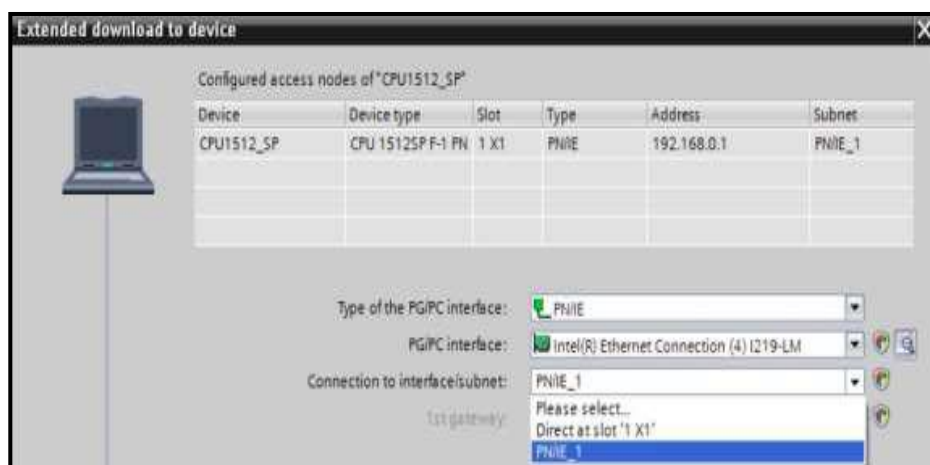
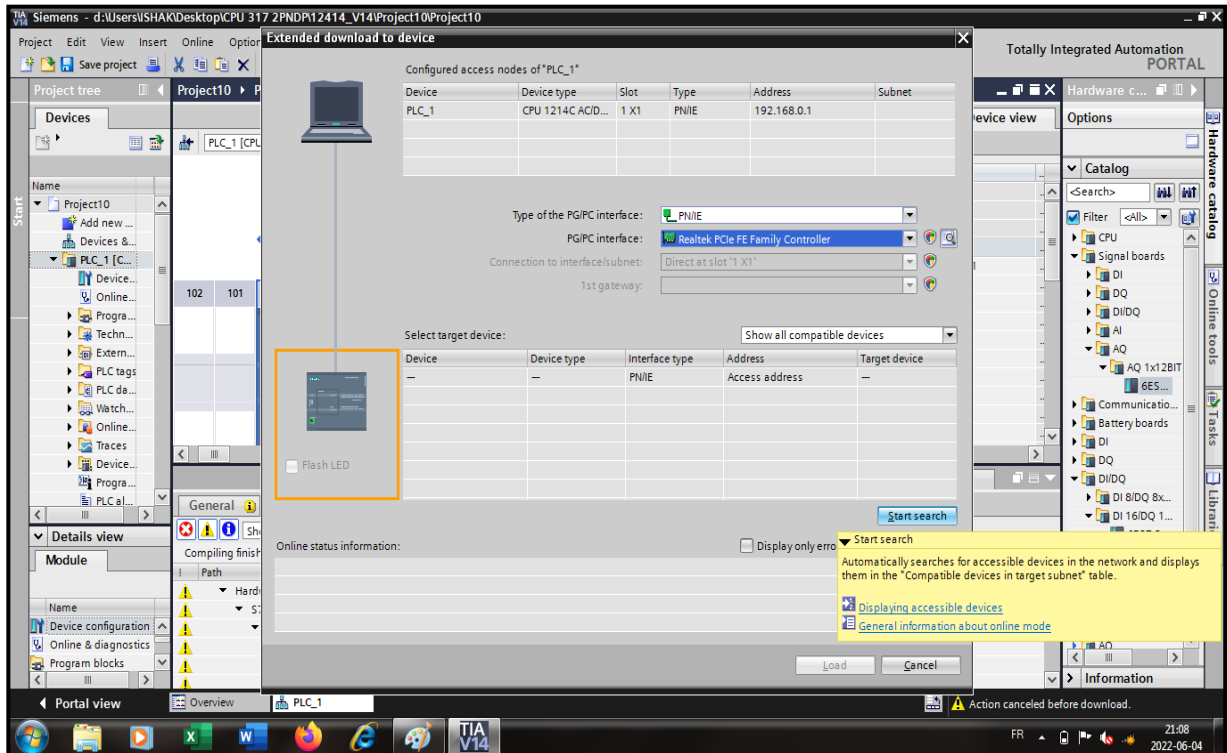


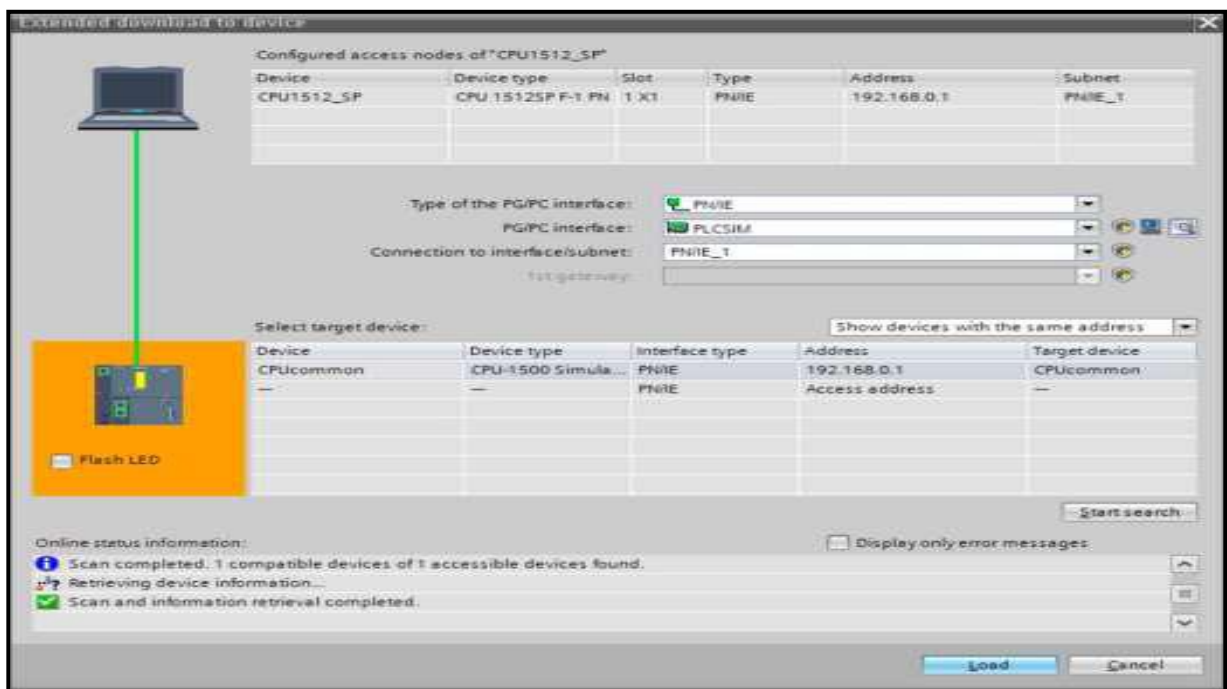
Figure III.17 : Étape 3 : Type de l'interface PG/PC

→ Ensuite, la case → "Show all compatible devices (Afficher tous les abonnés compatibles)" doit être activée et il faut lancer la recherche d'appareils dans le réseau en cliquant sur le bouton → start search

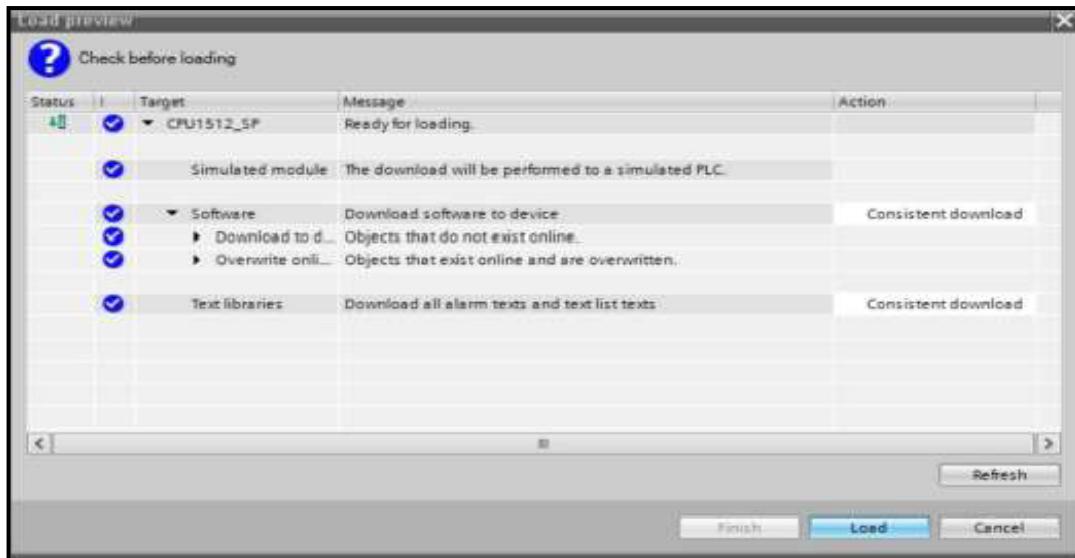


→ Si la CPU s'affiche dans la liste "Abonnés compatibles dans le sous-réseau cible", elle doit être sélectionnée et le chargement peut commencer.

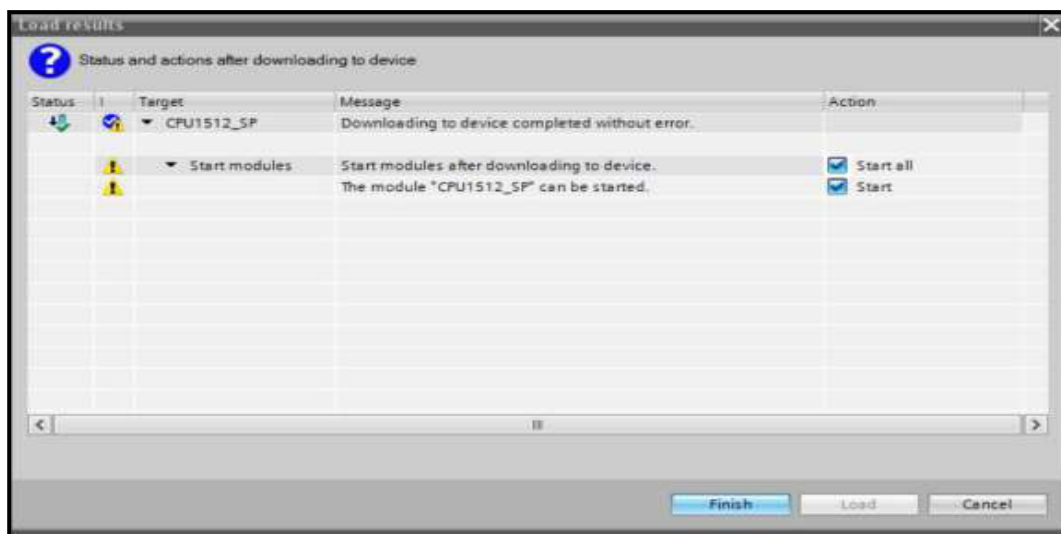
(→ CPU 1214C AC/DC/RLY → Charger)



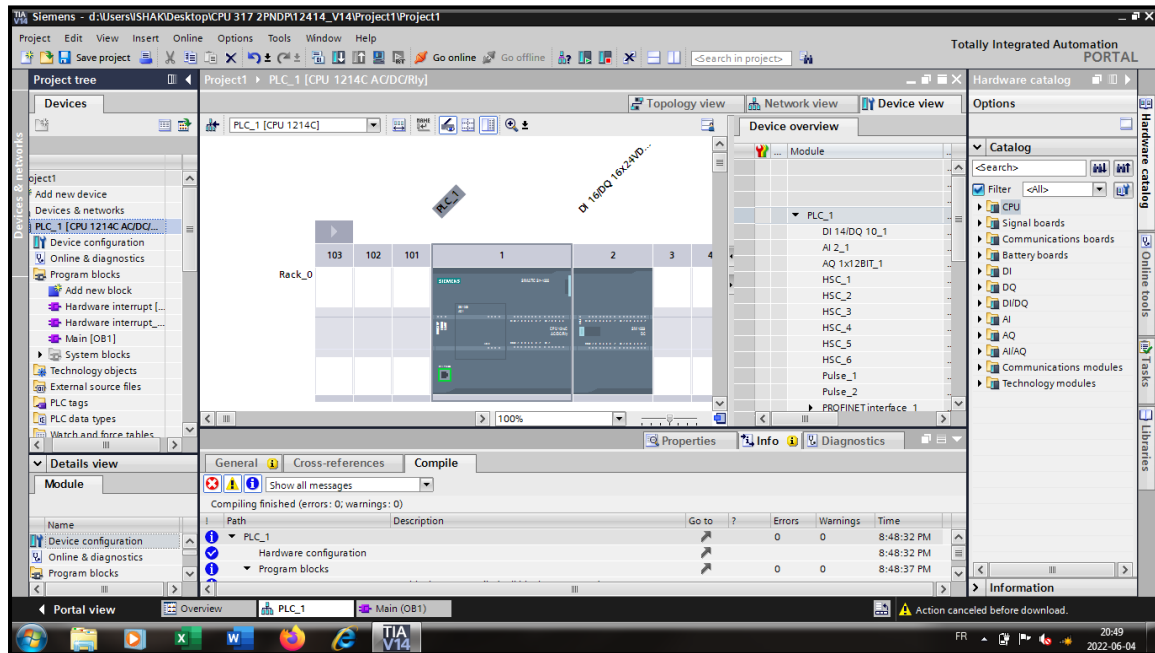
→ Un aperçu s'affiche. Les champs éventuellement marqués en rouge dans la colonne "Action" doivent être confirmés manuellement. Continuez avec charger



Sélectionnez d'abord → "Start all (Démarrer tout)" avant de terminer le chargement avec → finish



Une fois le chargement terminé avec succès, la vue du projet s'affiche à nouveau automatiquement. Un compte-rendu de chargement s'affiche dans la zone d'information sous "General (Général)". Ceci peut être utile pour rechercher des erreurs en cas d'échec du chargement.



III.7. Application de la supervision WINCC

III.7.1 Interface Homme Machine (IHM)

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.

WinCC gère les tâches suivantes : [30]

- ✓ **Représentation du process:**

Le process est représenté sur le pupitre opérateur. Si, par exemple, un changement intervient dans le process, l'affichage est mis à jour sur le pupitre opérateur.

- ✓ **Commande du process:**

L'opérateur peut commander le process via l'interface graphique. Par exemple, l'opérateur peut définir une consigne pour l'automate ou démarrer un moteur.

- ✓ **Affichage d'alarmes:**

Si des états critiques surviennent dans le process, une alarme se déclenche automatiquement. Par exemple, quand une limite fixée est dépassée.

✓ **Archivage des valeurs de process et des alarmes:**

Le système IHM peut archiver des alarmes et des valeurs de process. Cela vous permet de documenter les caractéristiques du process ou d'accéder ultérieurement à des données de production plus anciennes.

✓ **Documentation des valeurs et des alarmes:**

Le système IHM peut afficher les alarmes et les valeurs de process sous forme de protocole. Vous pouvez ainsi afficher les données de production à chaque changement d'équipe.

Gestion des paramètres du process et des machines

Le système IHM peut enregistrer les paramètres de process et des machines dans des recettes. Cela vous permet de transférer ces paramètres en une seule fois du pupitre opérateur à l'automate, par exemple pour modifier une variante de production.

III.7.2. Création une liaison entre un pupitre IHM (PC) ou un Wincc RunTime Advanced:

Pour utiliser votre PC comme un HMI, Les étapes suivantes doivent être suivies:

Double-cliquez sur (ajouter un appareil) et sélectionnez PC général puis PC station

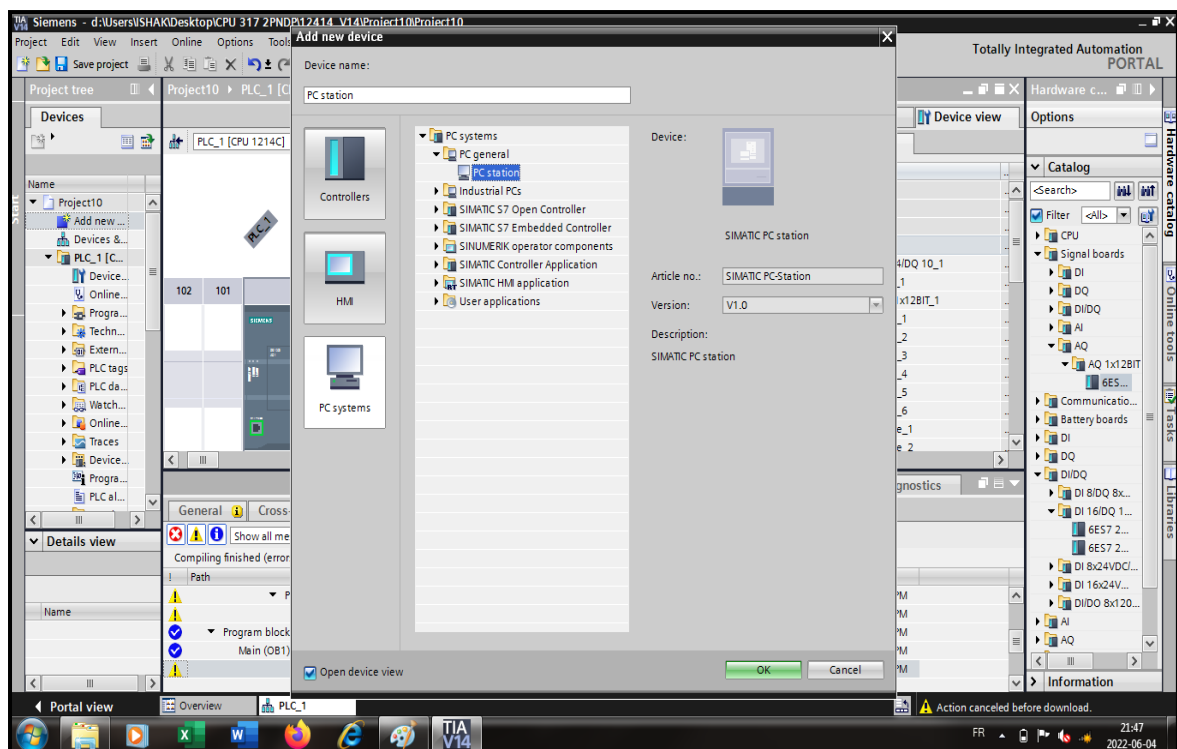


Figure III.18 : Ajouter un appareil

Dans la (vue des appareils), sélectionnez à partir du (catalogue matériel), un module de communication générale (IE GENERAL) et double-cliquez dessus pour l'ajouter à votre station PC.

Allez dans les propriétés la carte (IE GENERAL) que vous venez d'ajouter.

Dans la partie (général) interface profinet addresses Ethernet.

Saisissez l'adresse IP et le masque de sous-réseau de la station runtime

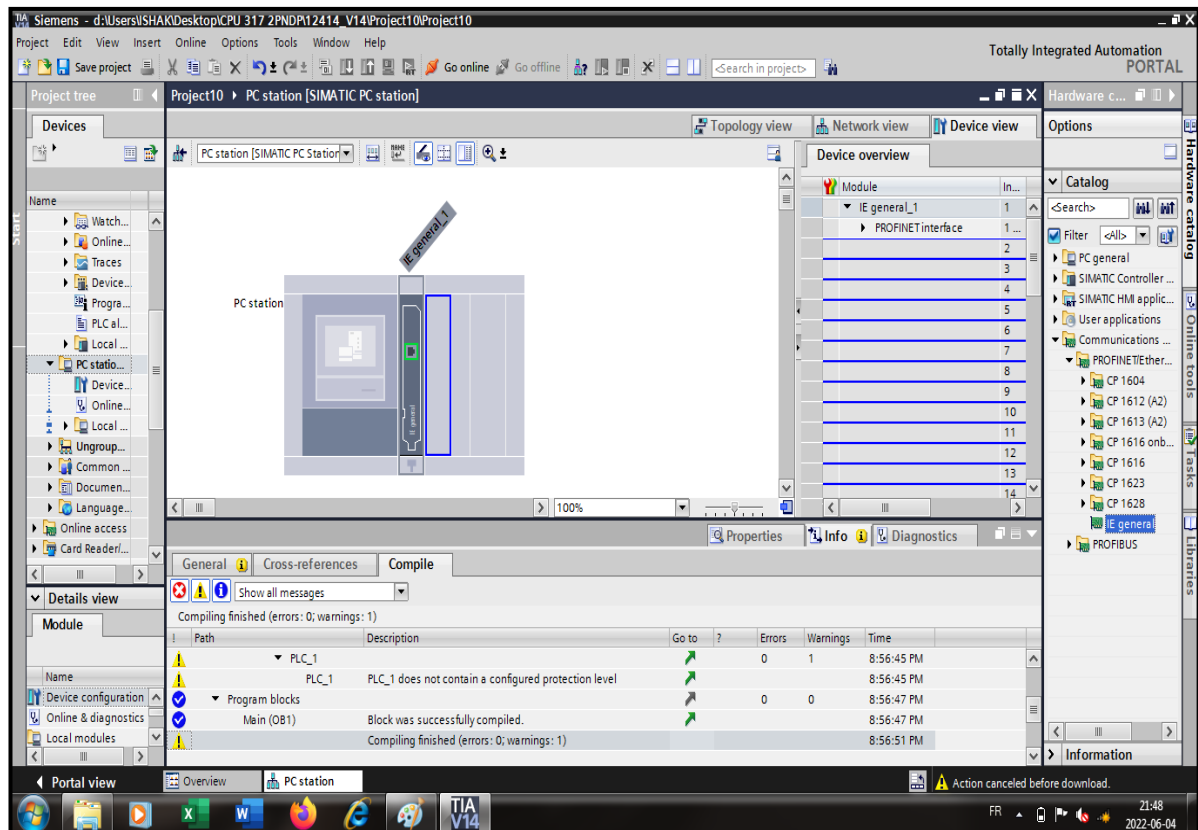


Figure III.19 : Configuration de la station runtime

Il faut d'abord créer une liaison HMI entre la CPU et l'HMI, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate.

Pressez dans la vue du réseau et activez les (liaisons) pour insérer une liaison IHM.

Connectez l'interface des automates s7-1200 à celle de la station PC runtime.

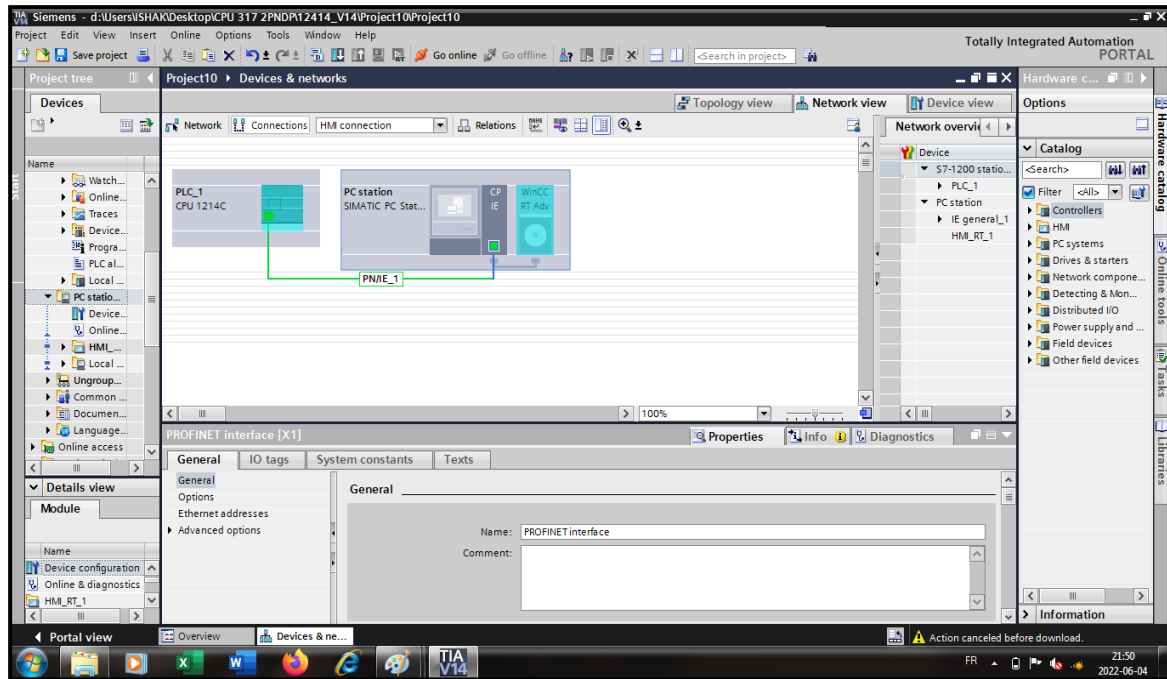


Figure III.20 : La communication entre PLC et Pc-System

III.7.3. Variables HMI

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

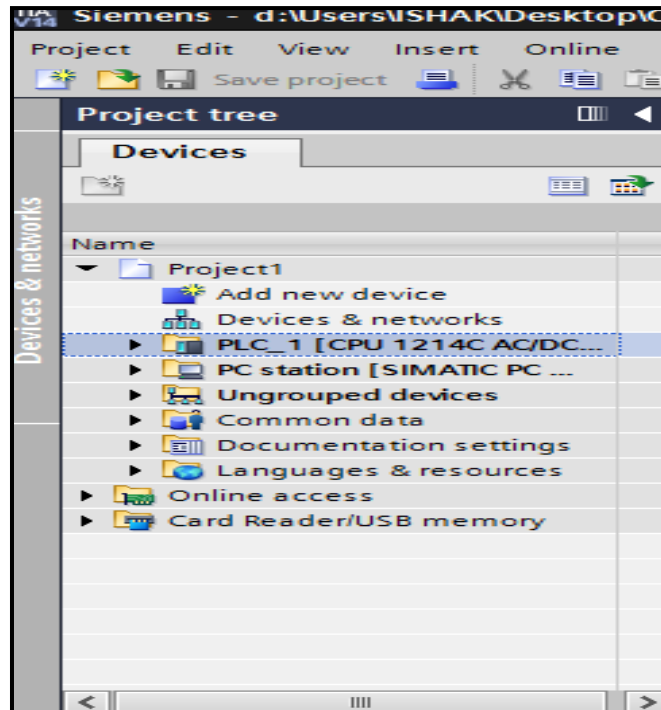
- ✓ Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- ✓ Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre. [27]

III.7.4. Navigateur du projet

L'arborescence du projet (Project tree) est l'élément central pour le traitement du projet. Tous les éléments constitutifs et tous les éditeurs disponibles du projet sont affichés dans une arborescence et ils peuvent être ouverts à partir de cette fenêtre.

A chaque éditeur est lié un symbole avec lequel vous pouvez identifier les objets qui lui sont associés. Seuls les éléments que le pupitre opérateur prend en charge sont affichés dans la fenêtre du projet.

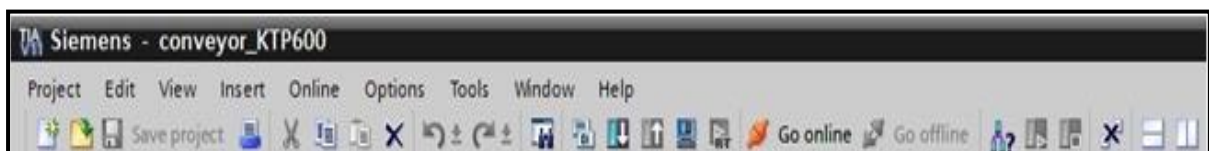
Dans cette fenêtre, les paramètres des différents appareils du pupitre opérateur sont consultables. [31]



III.7.5. Barre de menus et boutons

Toutes les fonctions dont vous avez besoin pour configurer le pupitre opérateur se trouvent dans les menus et les barres d'outils. Si un éditeur est activé, un menu de commandes pour l'éditeur correspondant et une barre d'outils apparaissent.

Passer la souris sur une commande pour obtenir une info-bulle sur chaque fonction. [31]



III.7.6. Zone de travail

La zone de travail sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC sont arrangés autour de cette zone.

On y édite les données du projet soit sous la forme de tables (par exemple, variables), soit de manière graphique (par exemple, vue de process).

La partie supérieure de la zone de travail contient une barre d'outils.

Ici, on trouve par exemple la police, la couleur de la police ou des fonctions comme Rotation, Aligner.etc...[31]

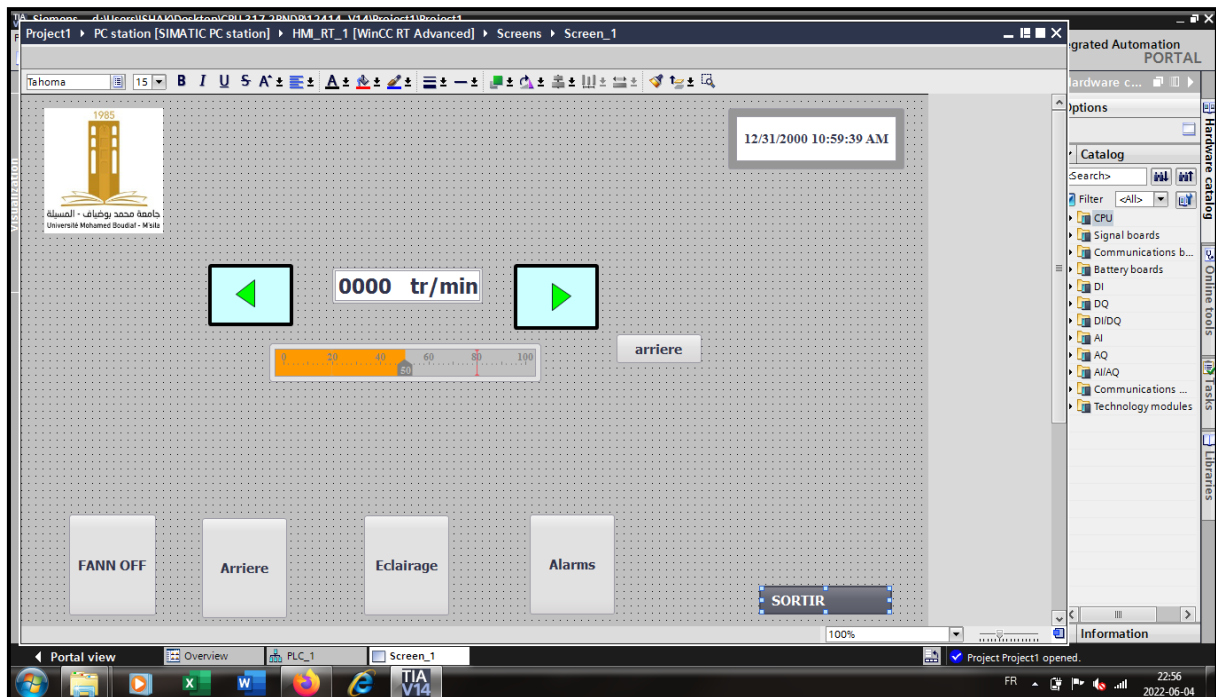


Figure III.21 : Zone de travail.

III.7.7. Outils

La fenêtre des outils fournit une liste d'objets que vous pouvez insérer dans vos écrans, par exemple des objets graphiques ou des éléments de commande. Elle comprend également des bibliothèques contenant des objets et un ensemble de blocs d'affichage.

Les objets sont glissés et déposés dans la zone de travail. [31]

III.7.8. Fenêtre des propriétés

Les propriétés des objets sont éditées dans la fenêtre des propriétés, par exemple la couleur des objets de vue.

Cette fenêtre n'est disponible que pour certains éditeurs.

La fenêtre des propriétés affiche les propriétés de l'objet sélectionné classées par catégories.

Aussitôt que vous quittez une zone de saisie, les modifications de valeurs effectuées sont actives. Si vous entrez une valeur incorrecte, le champ devient coloré.

Une info-bulle indique p.ex. l'intervalle de valeurs admissibles.

Dans cette fenêtre, des animations et des événements sont également configurables pour l'objet sélectionné. par exemple, passer à un autre écran en relâchant le bouton. [31]

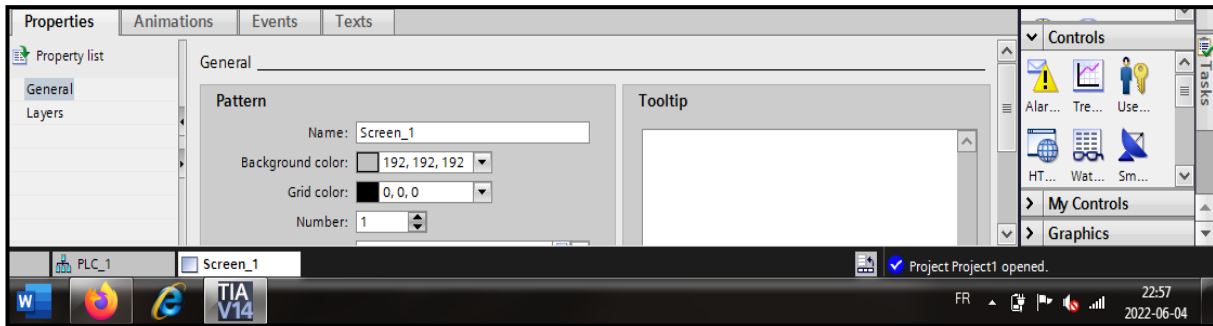


Figure III.22 : Fenêtre des propriétés

III.7.9. Vue détaillée

La vue détaillée affiche des renseignements supplémentaires sur l'objet sélectionné dans le navigateur.

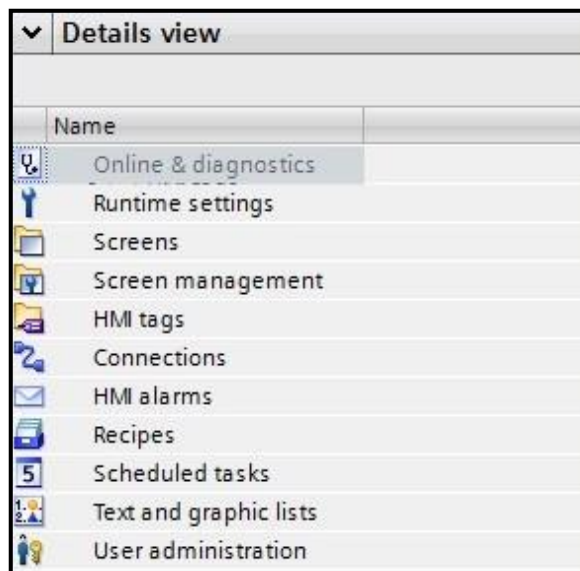


Figure III.23 : Vue détaillée

III.7.10. Vues de commande et connexions

Une vue peut se composer d'éléments statiques et dynamiques.


Les éléments statiques, tels que les textes et les graphiques, ne sont pas mis à jour par l'automate. Les éléments dynamiques sont connectés à l'automate et visualisent les valeurs en cours qui se trouvent en mémoire. La visualisation peut être sous la forme d'affichages alphanumériques, de courbes et de barres. Les données saisies sur le pupitre opérateur et écrites dans la mémoire de l'automate sont aussi des éléments dynamiques. Elles communiquent avec l'automate grâce aux variables (tags). [31]

III.7.10. Vue racine ou vue initiale

Cette vue a été créée automatiquement et a été définie comme vue initiale. Ici, l'installation est représentée entièrement. [31]

III.8. Paramétrage de l'interface PG/PC pour la simulation Runtime

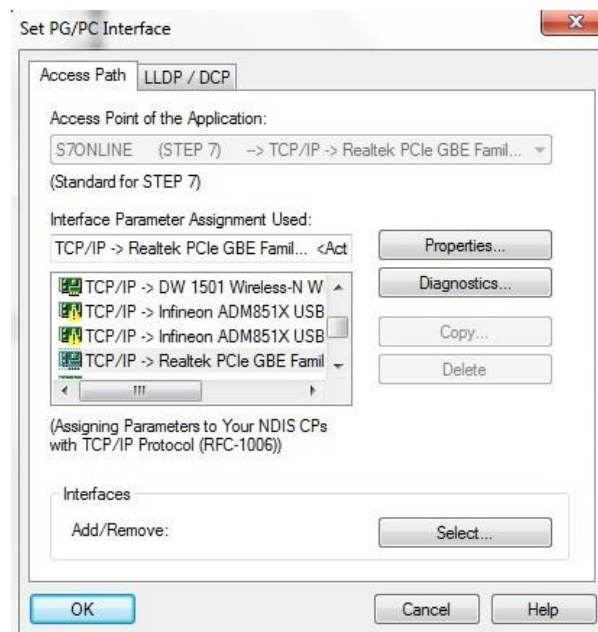
Pour établir la connexion entre la simulation Runtime sur le PG/PC et la CPU S7-1200, nous devons d'abord paramétrer l'interface PG/PC pour TCP/IP. [31]

N°	Marche à suivre :
1	<p>Ouvrir le panneau de configuration via "Démarrer > Panneau de configuration" (menu Démarrer pour un accès simplifié aux programmes sous Windows XP), ou via "Démarrer > Paramètres > Panneau de configuration" (dans le menu Démarrer classique comme pour les anciennes versions de Windows).</p>
2	<p>Dans le panneau de configuration, double-cliquer sur l'icône "Paramétrage de l'interface PG/PC".</p> <div style="text-align: center;">  <p>PG/PC-Schnittstelle einstellen</p> </div>

Définir les paramètres suivants dans l'onglet "Chemin d'accès":

- 1- Sélectionner "S7ONLINE [STEP 7]" pour le point d'accès de l'application dans la liste déroulante.
- 2- Sélectionner dans la liste de paramétrage d'interface utilisée l'interface "TCP/IP(Auto) -> avec votre carte réseau qui est directement connectée avec le Panel et l'automate, par exemple 3Com EtherLink XL.
- 3- Cliquer ensuite sur OK puis confirmer également le message suivant en cliquant sur OK.

3



III.8. Conclusion :

La description précédente de l'outil de développement TIA Portal, prépare le terrain en vue de l'application « Réalisation et gestion d'un d'un système automatisé d'une machine de contrôle de tissu à base d'automates programmables SIEMENS », et pendant laquelle une mise en œuvre complète sera décrite pour élaborer une interface Homme/machine.

Utilisation de PLC pour la machine de contrôle de tissu

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, ce le cœur de notre travail, on va présenter en détaille les différentes parties réalisées notamment la partie de commande et la partie opérative.

Dans ce chapitre, nous allons réaliser un système automatisé d'une machine de contrôle de tissu, ainsi que sa gestion effectuée à base d'un automate programmable Siemens. Cette application est présentée la commande, la technique et la gestion afin de développer le programme qui sera implémenté au sein de l'automate pour répondre au dit cahier de charge.

Les étapes de réalisation de notre projet s'articulent sur la :

- Détermination des éléments de l'application pour finaliser le cahier de charge.
- fixer le type de commande du variateur de vitesse selon les possibilités offertes par ce dernier.
- Paramétrage de la communication.
- Ecriture du programme pour la gestion de l'installation

IV.2. Présentation des éléments de l'installation

La réalisation de notre installation a été élaboré suivant les phases d'un projet, ces phases sont le design, le développement et la construction. Le design de cet équipement a été réalisé sur le principe de fonctionnement des installations de contrôle de tissu existantes, et son aspect final a été l'aboutissement de plusieurs idées afin de se rapprocher le plus du fonctionnement d'une véritable station de contrôle de tissu en optimisant au plus son encombrement, sa mobilité et son assemblage.

Les éléments et composants utilisés pour la construction de notre projet, ont été choisis fonction des paramètres, qualité, disponibilité et coût.

IV.3. Description du Prototype de la machine

La Figure (26) donne une vue générale de la réalisation, qui permet de vérifier et contrôler de tiss en l'exposant a un faisceau de lumière a l'aide d'un moteur principal (moteur d'appel de tissu) et un autre (2^{ième} moteur) d'aspiration de poussière.

Une station de commande est mise à disposition ainsi qu'un PC.

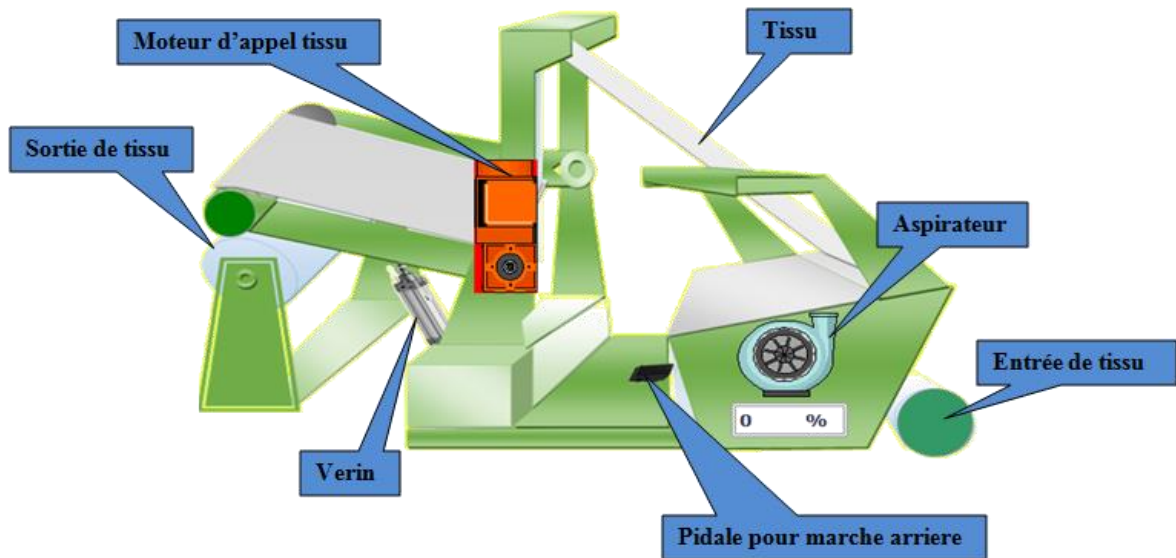


Figure IV.1: Disposition des éléments dans la machine réalisée

Le principe de fonctionnement sera décrit plus en détail dans le cahier de charge établie. L'ensemble des éléments et les caractéristiques du prototype réalisé sont présentés comme suit:

- Un automate S7-1214C, doté d'une mémoire de travail 50 Ko, d'un module d'entrées logiques DI14/DO10; d'un module d'entrées/sorties analogiques AI2/AO1 intégrées et de port RJ45.
- Un variateur de vitesse de type SIEMENS V20 pour varier la vitesse de moteur principale (appel du tissu).
- Un deuxième variateur de vitesse de type HITACHI L100 pour varier la vitesse de moteur d'aspirateur.
- Un PC de supervision et diagnostique est mis à disposition configuré selon le besoin et programmée avec le logiciel TIA portal, pour la vision des états de chaque élément et le diagnostic pour toute l'installation.
- Un câbled de communication Ethernet, pour la télétransmission avec S7-1200 par le protocole profinet.
- Un moteur d'appel tissu asynchrone triphasé ; 3 kw; 1350 tr/min.
- Et un deuxième moteur d'aspirateur asynchrone triphasé; 2.2 kw; 2885 tr/min.
- Un capteur photocellule (Emetteur / recepteur) avec sortie TOR alimenté en 24V.
- Un capteur de préssion avec sortie TOR alimenté ev 24V
- Un relais de phase avec sortie TOR alimenté en 24V.

D'une manière générale, la figure qui suit illustre la disposition de chaque élément:



Figure IV.2: différents matériels utilisés dans la station réalisée

IV.4. Développement du projet pour la gestion

L'étape suivante consiste à créer et développer le programme de contrôle et de commande qui sera implémenté dans l'automate afin de gérer notre installation.

Le développement de notre projet, qui consiste à la création du projet, la configuration matérielle, l'écriture du programme ainsi que la création de l'interface Homme/Machine. Le programme développé traduit le cahier des charges établies pour un fonctionnement optimal de notre projet. L'étape finale consiste au paramétrage du variateur et aux tests du programme.

IV.5. Définition du cahier des charges

Le cahier des charges a été défini comme suit:

- ✓ Si toutes les conditions sont réunies de pression et de tension pour démarrer la machine, on remarque que le voyant bleu clignote.
- ✓ Avant d'appuyer sur le bouton de démarrage, vous devez appuyer sur le bouton d'alarme pour avertir les autres que la machine va démarrer.
- ✓ Lorsqu'en appuyant sur le bouton «Marche» le moteur de la rouleuse doit démarrer à la vitesse variable à une vitesse initiale de 10 HZ...et est modifiée au gré de l'utilisation.


- ✓ Lors qu'en appuyant sur le bouton « Marche arrière sur HMI » le moteur de la rouleuse doit démarrer en marche arrière à une vitesse fixe 10 HZ... et est non modifiable par l'utilisateur.
- ✓ Lorsque qu'en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence, le voyant rouge clignote.
- ✓ En l'absence d'une des conditions (pression et voltage), on constate que la lumière bleue ne s'allume pas.
- ✓ Lorsqu'en appuyant sur le bouton « Marche aspirateur sur HMI » le moteur de l'aspirateur fonctionne à deux vitesses selon le tissu (léger ou lourd).
- ✓ 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 dernières et déclenché un buzzer.

IV.6. Description des différents matériels utilisés





La paire Automate/Variateur constitue les deux éléments principaux pour la gestion et l'entraînement dans installation. Pour cette application nous avons utilisé un automate doté des caractéristiques suivant:

- Référence: **6ES7 214-1BE30-0XB0**
- Mémoire de travail: **50kb**
- Alimentation: **120/240 VAC**
- **14 Di x 24VDC / 10 DQ relais et 2AI**
- Profinet interface pour le programmation, communication avec HMI et entre PLC et PLC

★ **Tableau IV.1:** Description des différents matériels utilisés

Matériels	Caractéristiques
<p style="text-align: center;">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: 24DC - Courant de sortie: 6.25A - Puissance nominale: 150W

<p style="text-align: center;">SM 1223 DI16/DQ16x24VDC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Référence: 6ES7 223-1BL30-0XB0 - Module E/S digital DI16/DQ16x24VDC
<p style="text-align: center;">Les signaux analogiques SB</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Référence: 6ES7 232-4HA30-0XB0 - Signal board AQ1x12bits - Output: 0-10v/0-20mA
<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 (2 bobines) - Bobine: 24DC - Pression: 10 bar max
<p style="text-align: center;">Capteur photoélectrique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie: PNP - Détection: par réflexion - Tension: 24VDC - 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> 	<p>Technologie : PNP</p> <p>Détection : par barage</p> <p>Tension : 24VDC</p> <p>Branchement:</p> <p>Emetteur : 2 fil (1^{ère} pour +24, 2^{ème} fil pour 0V)</p> <p>Récepteur : 3 fil le 3^{ème} (1^{ère} pour +24, 2^{ème} fil pour 0V et le 3^{ème} NO (Noir)).</p>

<p>Moteur électrique avec réducteur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Type : Asynchrone triphasé - Réf : M590-502 - Puissance nominale : 3K W - Tension : 380V - Courant : 7.5 A - Fréquence : 50 Hz - Vitesse : 1350 tr/min - Nombre des pôles : 5 fils - Réducteur : 100 K
<p>Moteur électrique a spirateur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Type: Asynchrone triphasé - Réf: M590-502 - Puissance nominale: 2.2KW - Tension: 380V - Courant: 4.7A - Fréquence: 50Hz - Vitesse: 2885 tr/min
<p>Variateur de vitesse SIEMENS V20</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Model: SINAMICS V20 - Puissance: 3Kw - Entrée: 50-60 HZ / 380-480 / 3 PH - Sortie: 0-550 HZ / 400-480V / 3 PH
<p>Variateur de vitesse HITACHI L100</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Model: L100IP-040HFE 510 - Puissance: 4 Kw - Entrée: 50-60 HZ / 380-460V / 3 PH - Sortie: 1-360 HZ / 380-460V / 3 PH

IV.7. Variateurs de vitesse

IV.7.1. Configuration variateur dr vitesse SIEMENS V20

IV.7.1.1. Panneau de commande de V20

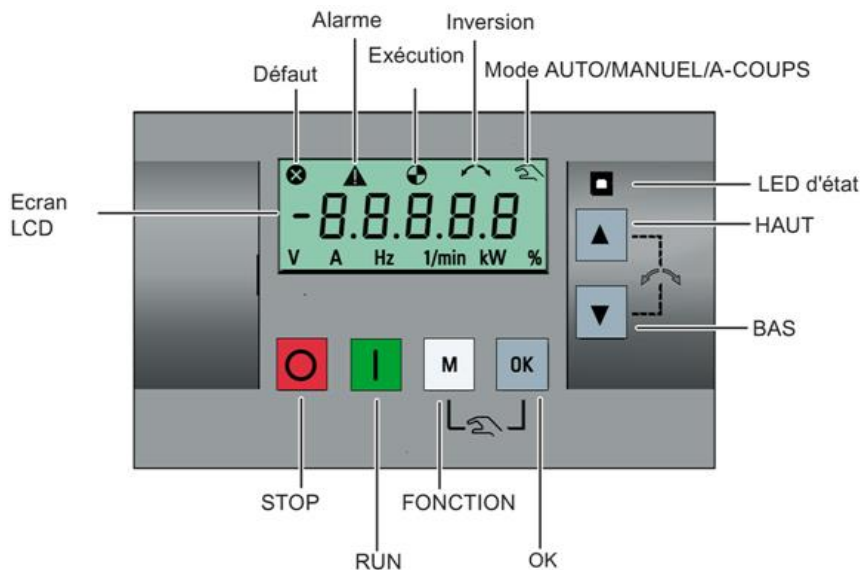


Figure IV.3: Panneau de commande de V20 [33]

IV.7.1.2. Fonctionnalité du menu de configuration

Le menu de configuration vous guide à travers les étapes requises pour réaliser une mise en service rapide du système de variateur. Il se compose des quatre sous-menus suivants:

1- Réglage des paramètres moteur

Définit les paramètres nominaux du moteur pour une mise en service rapide, ces paramètres se trouvent dans la plaque signalétique du moteur.

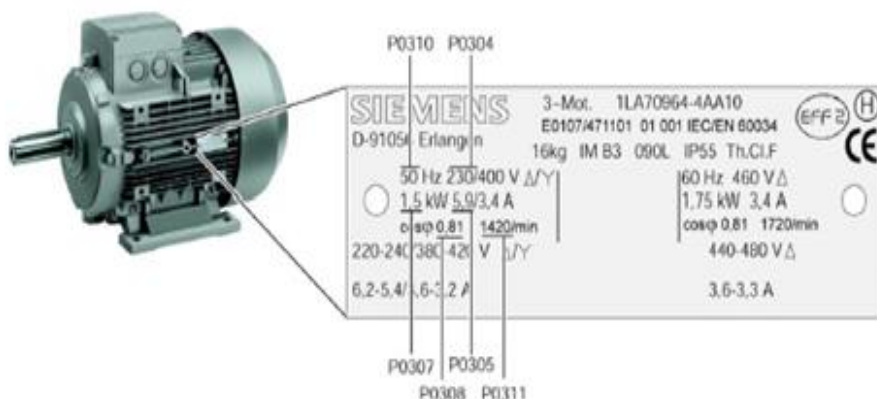


Figure IV.4: Plaque signalétique du moteur

★ Tableau IV.2: Configuration variateur de vitesse SIEMENS V20[33]

Paramètre	Fonction
p0100	Sélection 50/60 Hz =0: Europe [kW], 50 Hz (réglages d'usine) =1: Amérique du Nord [hp], 60 Hz =2: Amérique du Nord [kW], 60 Hz
p0304	Tension assignée du moteur [V] Noter que les données de la plaque signalétique entrées doivent correspondre au câblage du moteur (étoile/triangle)
p0305	Courant assigné du moteur [A] Noter que les données de la plaque signalétique entrées doivent correspondre au câblage du moteur (étoile/triangle).
p0307	Puissance assignée du moteur [kW/hp] Si p0100 = 0 ou 2, unité de puissance du moteur = [kW] Si p0100 = 1, unité de puissance du moteur = [hp]
p0308	Facteur de puissance assigné du moteur (cosφ) Visible uniquement lorsque p0100 = 0 ou 2
p0309	Rendement assigné du moteur [%] Visible uniquement lorsque p0100 = 1 Le réglage 0 entraîne un calcul interne de la valeur.
p0310	Fréquence assignée du moteur [Hz]
p0311	Vitesse assignée du moteur [tr/min]
p1900	Sélection de l'identification du paramètre moteur = 0: Désactivé = 2: Identification de tous les paramètres à l'arrêt

2- Sélection des macros de connexion

Définit les macros requises pour les configurations de câblage standard

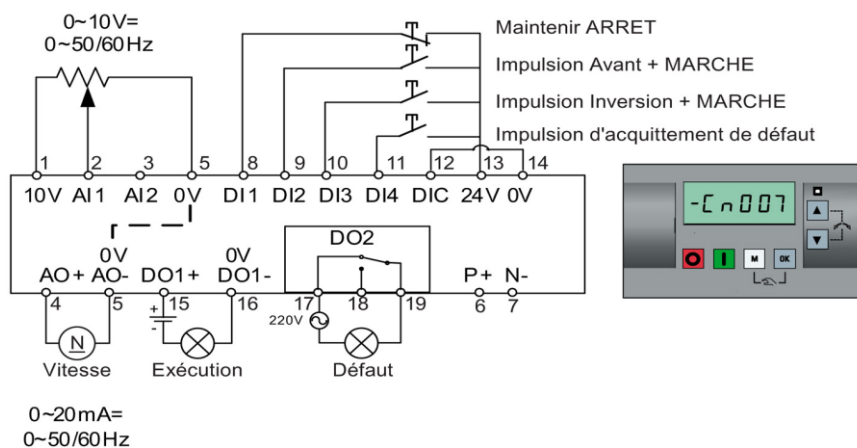


Figure IV.5: Mode de connexion de variateur SIEMENS V20

IV.7.2. Configuration variateur de vitesse HITACHI L100

★ Tableau IV.3: Configuration variateur de vitesse HITACHI L100[32]

Parametre	Valeur	Etat
C 01	00	Marche / Arrêt
C 02	02	Frequence fixe 1
C 03	03	Frequence fixe 2
C 04	18	Reset

IV.8. Création du projet par TIA Portal

Le projet est crée comme selon la procédure vue dans le chapitre III. Après insertion de la station SIMATIC 1214C ainsi qu’une station HMI pour la supervision telle qu’il est montré dans la figure suivante:

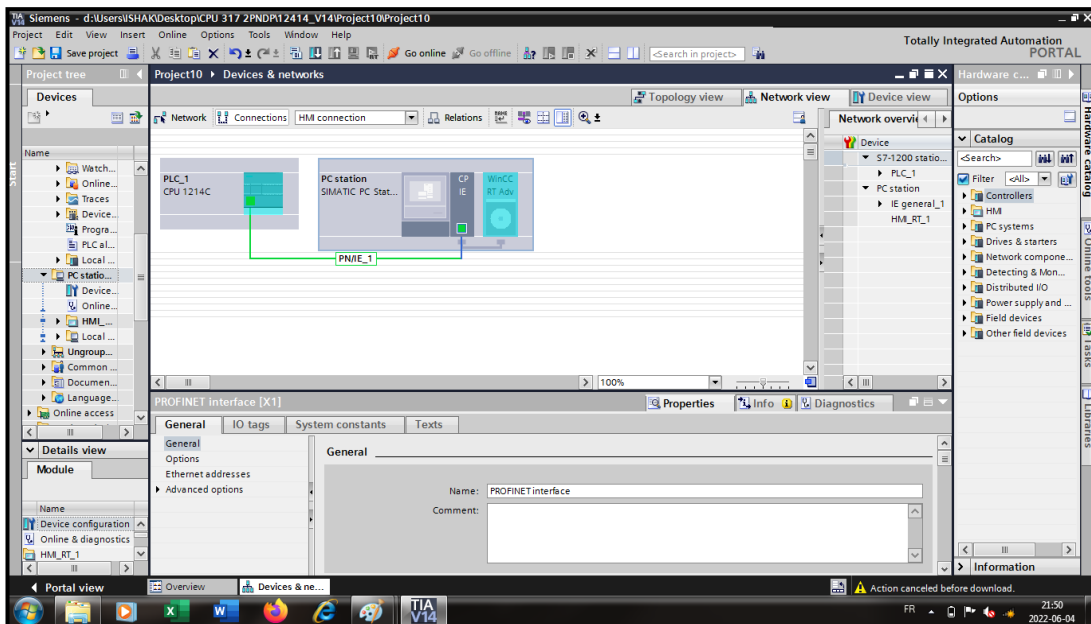


Figure IV.6: Création du projet par TIA Portal

IV.9. Programmation d'API par TIA Portal

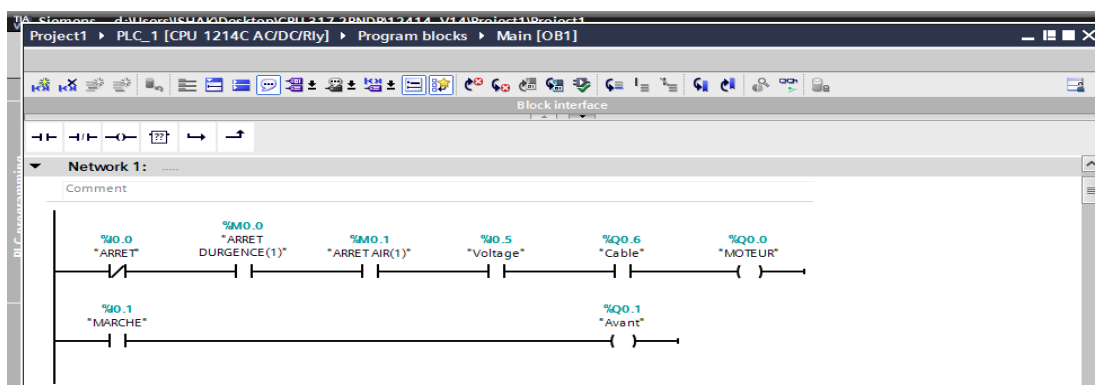
On a utilisé un langage de programmation graphique appelé langage à contact (CONT). Il permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts les éléments complexes et les bobines.

IV.9.1. Blocs d'utilisateur

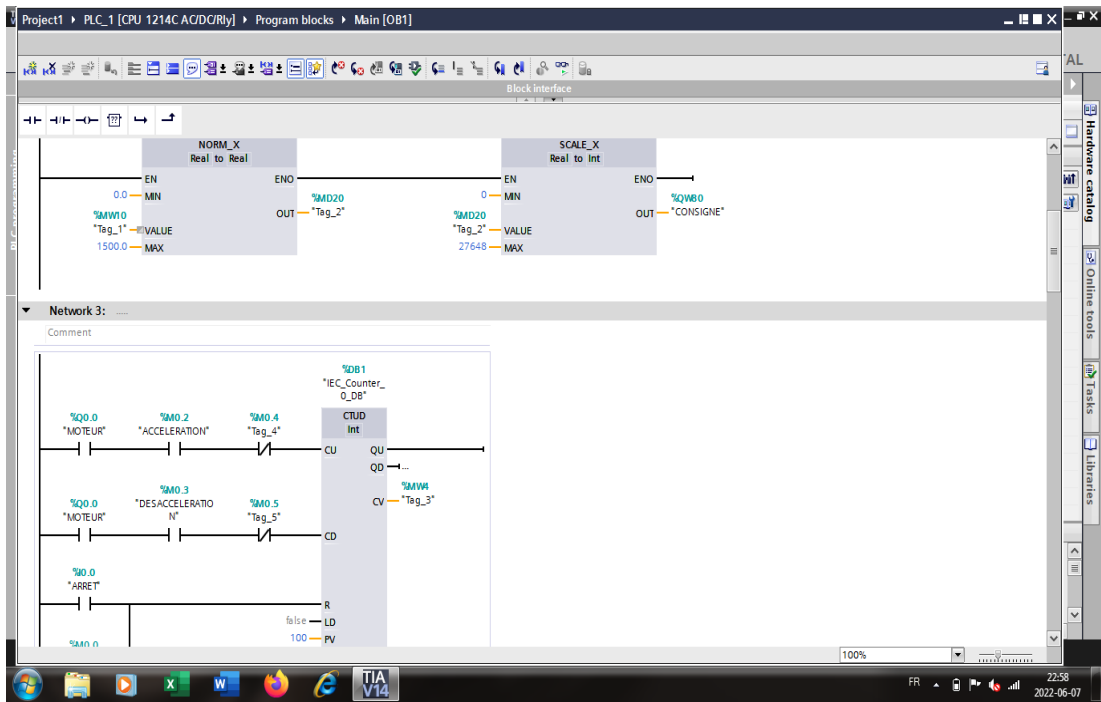
- **OB (bloc d'organisation):** les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système OB d'exploitation et le programme utilisateur. L'ensemble peut être concaténé dans un seul bloc OB1 (programme linéaire) appelé de manière cyclique par le système d'exploitation ou être structuré dans plusieurs blocs (programme structuré)
- **FB (bloc fonctionnel):** le FB dispose d'une zone mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données DB au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB. On peut affecter plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autre FB et FC dans un bloc fonctionnel via des instructions d'appels de blocs.
- **FC (fonction):** une fonction ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autre FB et FC dans une fonction via des instructions d'appel de blocs.
- **DB (bloc de données):** les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variable types données. Il existe deux types de blocs de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données en registrées ou écrire des données et les BD d'instance qui sont affectés à un FB donné.

IV.9.2. Les programmes step7

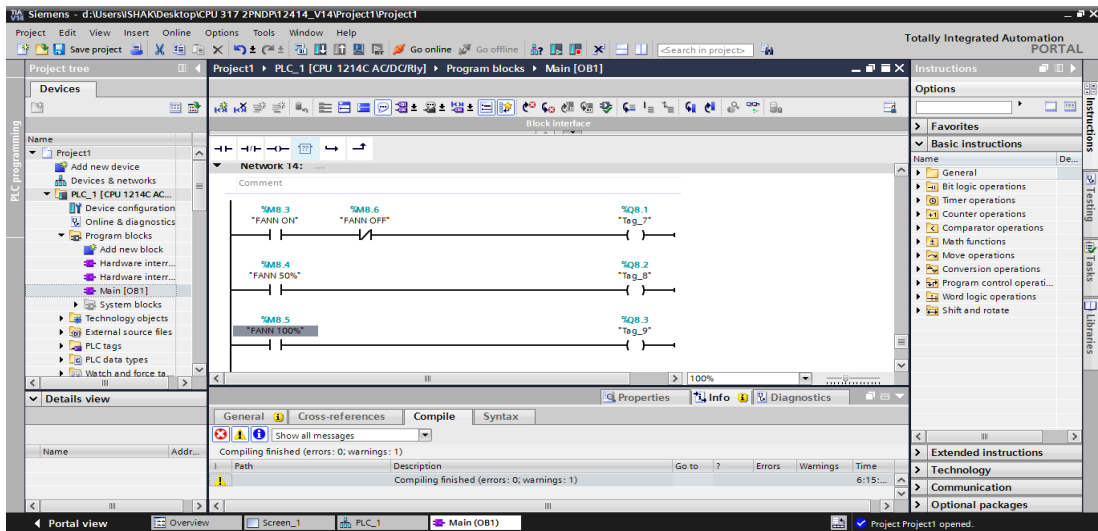
☆ MARCHE / ARRET



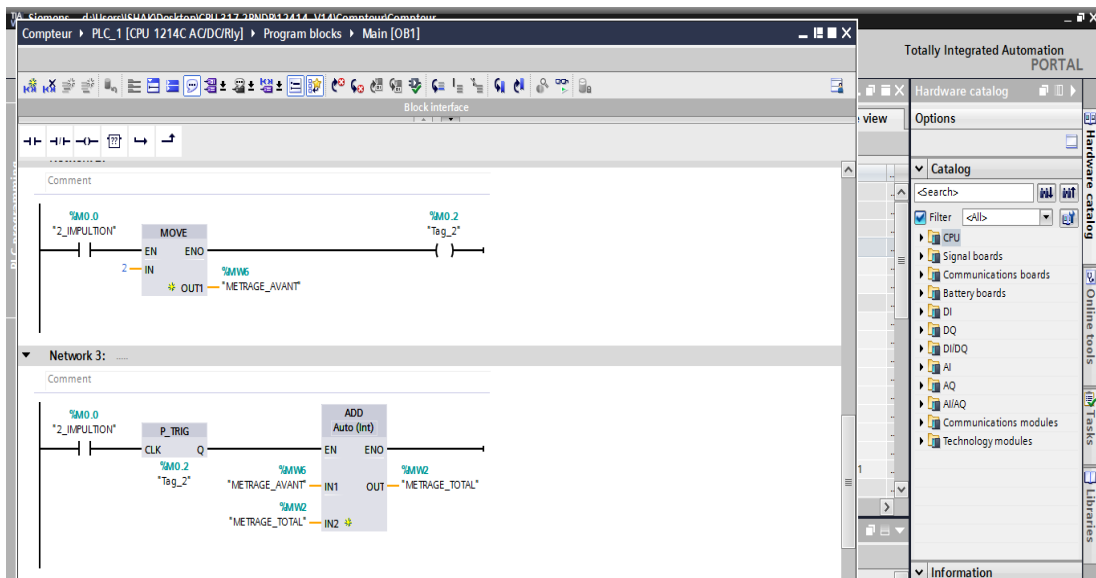
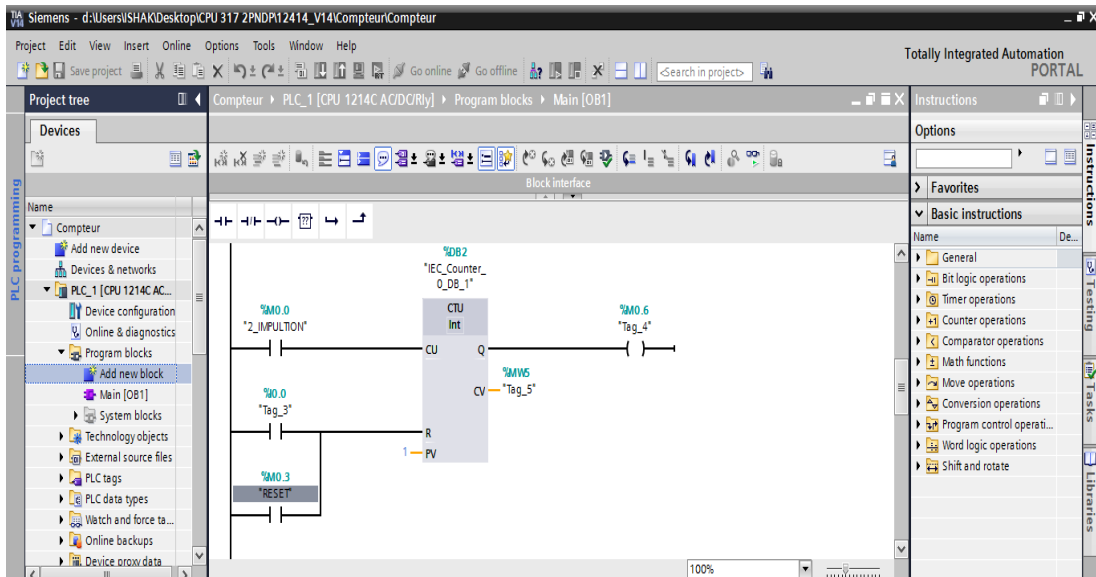
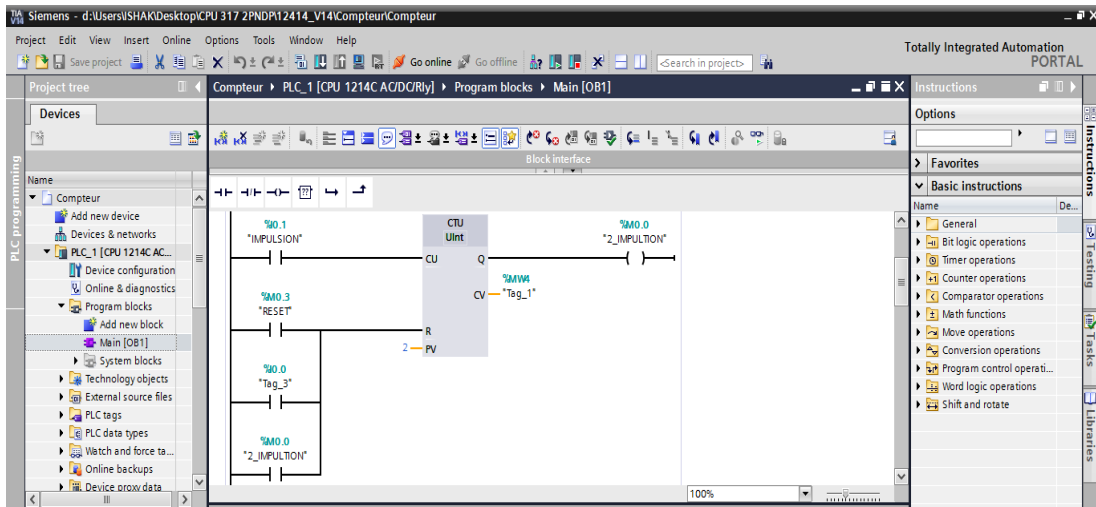
★ Variateur de vitesse SIEMENS V20



★ Variateur de vitesse HITACHI L100 (Ventilateur)



★ Compteur



IV.10. La supervision par WINCC Runtime[5]

WinCC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriel SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation. Le SIMATIC WinCC dans le TIA portal fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solution de commande, de visualisation d'entraînement, c'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec basic panels aux applications SCADA pour système multipostes basé sur PC.







Figure IV.7: Supervision par WINCC Runtime

IV.11. Création de L'interface homme machine HMI

Dans notre projet on introduit un nouvel objet qui est la station HMI en choisissant le type de pupitre sur lequel, les informations seront transmises, pour notre application on utilise un PC (HMI) en liaison avec l'automate qui a l'adresse 192.168.1.1. Pour la gestion de cette station on crée les vues suivantes.

- Une vue nommée « FANN OFF/ON » pour Allumer et éteindre l'aspirateur
- Une Vue nommée « Arrière » pour Faire fonctionner la machine à l'envers
- Une Vue nommée « compteur » pour calculer le métrage du tissu
- Une Vue nommée « Eclairage » qui Allumez les lumières de surveillance
- Une Vue nommée « Alarms » qui Afficher le type d'erreur lorsque la machine s'arrête.

- Lorsque la machine est en marche, la couleur du (moteur, aspirateur, rouleau avant et rouleau arrière va change de rouge a vert sur HMI.
- En utilisant les boutons   pour augmenter et déminuer la vitesse de la machine
- Affichage de vitesse de la machine 
- Affichage le métrage du tissu visité 

III.12. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons développé une application complète et intégrée qui respecte dans les moindres détails le cahier des charges initialement imposé. En particulier, les tests en conditions réelles ont montré que le système de supervision répond au programme de l'automate.

.

.

Conclusion générale

Conclusion générale

La fonction d'un ingénieur doit être l'optimisation de technique permettant d'aboutir à l'objectif avec simplicité et performance.

Notre contribution s'est portée sur la réalisation d'un système automatisé pour machine de contrôle de tissu, ainsi que l'élaboration du cahier de charge, du programme principal et de supervision, en optimisant la simplicité de compréhension et la précision du résultat.

L'automatisation, la télétransmission, le traitement de l'information et l'analyse de paramètres ont été traités durant ce projet.

La gestion et l'aboutissement d'un microprojet, comme le nôtre, dépend de plusieurs facteurs techniques et humain tel que :

- La bonne planification des tâches en fonction des délais et la durée du microprojet.
- Le bon choix et la compatibilité des éléments utilisés, et aussi la préparation de l'environnement de travail.
- Une bonne entente et un travail de groupe.

La programmation a été réalisée à l'aide du logiciel TIA portal, afin d'arriver à la création d'une plateforme de supervision grâce au logiciel WinCC flexible, qui me permet de réaliser des vues dans le but de contrôler l'état de fonctionnement du système machine visiteuse avec rouleuse. Cependant la réalisation d'un bon système de supervision, l'importance de la connaissance de certaines notions intégrées dans des technologies nouvelles de l'informatique.

Perspectives

A la lumière des résultats obtenus, de nombreuses perspectives s'ouvrent à nous :

- Mettre en œuvre des commandes avancées au niveau du variateur de vitesse, tel que la commande vectorielle.
- Traiter en plus approfondi « la télégestion » dans le milieu industriel.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]] <https://www.copadata.com/fr/industries/usineintelligente/smart-factory-insights/automatisation-du-controle-des-procedes-de-production-copa-data/>
- [2] C.Jossin, “BUTS de l’automatisation.” [En ligne]. Disponible: http://lycees.ac-rouen.fr/modeste/leroy/spip/IMG/pdf/_Buts_de_l_automatisme.pdf. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [3] H.Hamdi, les métiers du génie électrique, doc. Edition.
- [4] “Les automates programmables industriels.” [En ligne]. Disponible: <https://www.technologuepro.com/cours-automatismes-industriels/chapitre-1-les-automates-programmables-industriels.pdf>. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [5] A.Simon, “Automate programmables industriels Niveau1“,Edition l’Elan-liège ,1991.
- [6] “Les Automates Programmables Industriels (API).” [En ligne]. Disponible: <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [7] William Bolton, “Automates programmables industriels“, 2nd ed.Dunod, 2019.
- [8] Sofiane Doudou, “Automates Programmables Industriels.” [En ligne]. Disponible: <https://www.exoc-lmd.com/microprocesseurs-et-api/cours-automates-programmables-industriels-api/?action=dlattach;attach=7853>. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [9] “Avantages de l’automatisation-industrielle.” [En ligne]. Disponible: <http://www.donsangi.org/editorial/72-avantages-de-lautomatisation-industrielle.html>. [Accédé: 17-May-2020].
- [10] L.Bergougnoux, “API automate programmable industriel.” [En ligne]. Disponible: <https://fr.slideshare.net/Baudosky/cours-api>. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [11] Alain GONZAGA, “Les automates programmables industriels.” [En ligne]. Disponible: https://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_pour_GEEA.pdf. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [12] “Document de formation pour une solution complète d’automatisation.”[En ligne]. Disponible:<https://www.automation.siemens.com/scestatic/learning-training-documents/classic/basics-programming/a03-startupfr.pdf>. [Accédé: 12-Jul-2020].
- [13] “Automate programmable industriel.” [En ligne]. Disponible:https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel. [Accédé: 10-Jun-2020].
- [14] “Automatique Système Asservi.” [En ligne]. Disponible:<https://www.cpge-brizeux.fr/wordpress/wp-content/uploads/Cours-Automatique-Système-Asservi-Prof.pdf>. [Accédé: 05-May-2020].
- [15] T.Kais, “Support du cours automatisme industrielle.” [En ligne].Disponible: https://www.espacetechnologue.com/wpcontent/uploads/2017/03/Support_cours_automatisme_1.pdf. [Accédé: 21-Apr-2020].

Références bibliographiques

- [16] A.Mehdi, "First Step with Step 7." [En ligne]. Disponible: <http://www.automation-sense.com/medias/files/siemens-step7-managertutorial.pdf>. [Accédé: 13-Jun-2020].
- [17] "Croiser un câble réseau RJ45." [En ligne]. Disponible: <https://www.faclic.com/croiser-cable-reseau-rj45-539.html>. [Accédé: 13-Jul-2020].
- [18] "Network solutions for PROFIBUS." [En ligne]. Disponible: http://www.aainy.com/pdf/profibus_iec61158_61784_february2011.pdf. [Accédé:13-Jul-2020].
- [19] L.Ayadi, H.Bensidhoum, "Automatisation et supervision d'une station de purification des eaux usées," Mémoire Master, Université Béjaia, 2014.
- [20] "Automation and PLC Knowledge center." [En ligne]. Disponible: <https://www.automation-sense.com/blog/led-cpu-siemens-s7-300-signalisation-sfrun-stop.html>. [Accédé: 13-Jul-2020].
- [21] "Multi-Point Interface." [En ligne]. Disponible: https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-Point_Interface. [Accédé: 04 Apr-2020].
- [22] Prince Cadel, "Machine de distribution gasoil pilotée par une Machine de refroidissement Moteur." [En ligne]. Disponible: <https://hal.univlorraine.fr/hal-01824005/document>. [Accédé: 13-Jul-2020].
- [23] Communication avec SIMATIC - Siemens Industry Online ...
- [24].mémoire Etude et simulation d'un système de supervision automatisé basé sur le bus PROFIBUS
- [25].mémoire Thème : TELEGESTION DANS L'INDUSTRIE DE L'EAU PAR LES TECHNOLOGIES DU WEB
- [26] MÉMOIRE DE MASTER(Réseaux industriel PROFINET basé sur les automates SIMENS S7-1200 Présenté et soutenu par :Bahamma karima année : 2019
- [27] mémoire Réseaux industriel PROFINET basé sur les automates SIMENS S7-1200 Présenté par :Bahamma karima 2019
- [28] Programmation de l'API SIMATIC S7-1200 avec TIA Portal VX / Initiation-1-TIA-Portal-MS1.doc
- [29] Supports d'apprentissage/de formation Siemens Automation Cooperates with Education (SCE) | À partir de la version V14 SP1
- [30] Thème : Automatisation et supervision d'une station de Thermolaquage par un automate S7-1200 Présenté par : Mr Chikh Baelhadj Brahim9 2017-
- [31] TIA Portal HMI Panel KTP600 avec simatic S7-1200 Présenté par :Ridha MAHJOUB
- [32] Variateurs de fréquence HITACHI Manuel d'instruction et de programmation Série L100-..NFE/HFE
- [33] Variateur SINAMICS V20 - Siemens Industry Online Support
- [34] mémoire Automatisation de Système de traitement de l'Eau Usée (CILAS) Présenté par : Chetti Walid(2019)

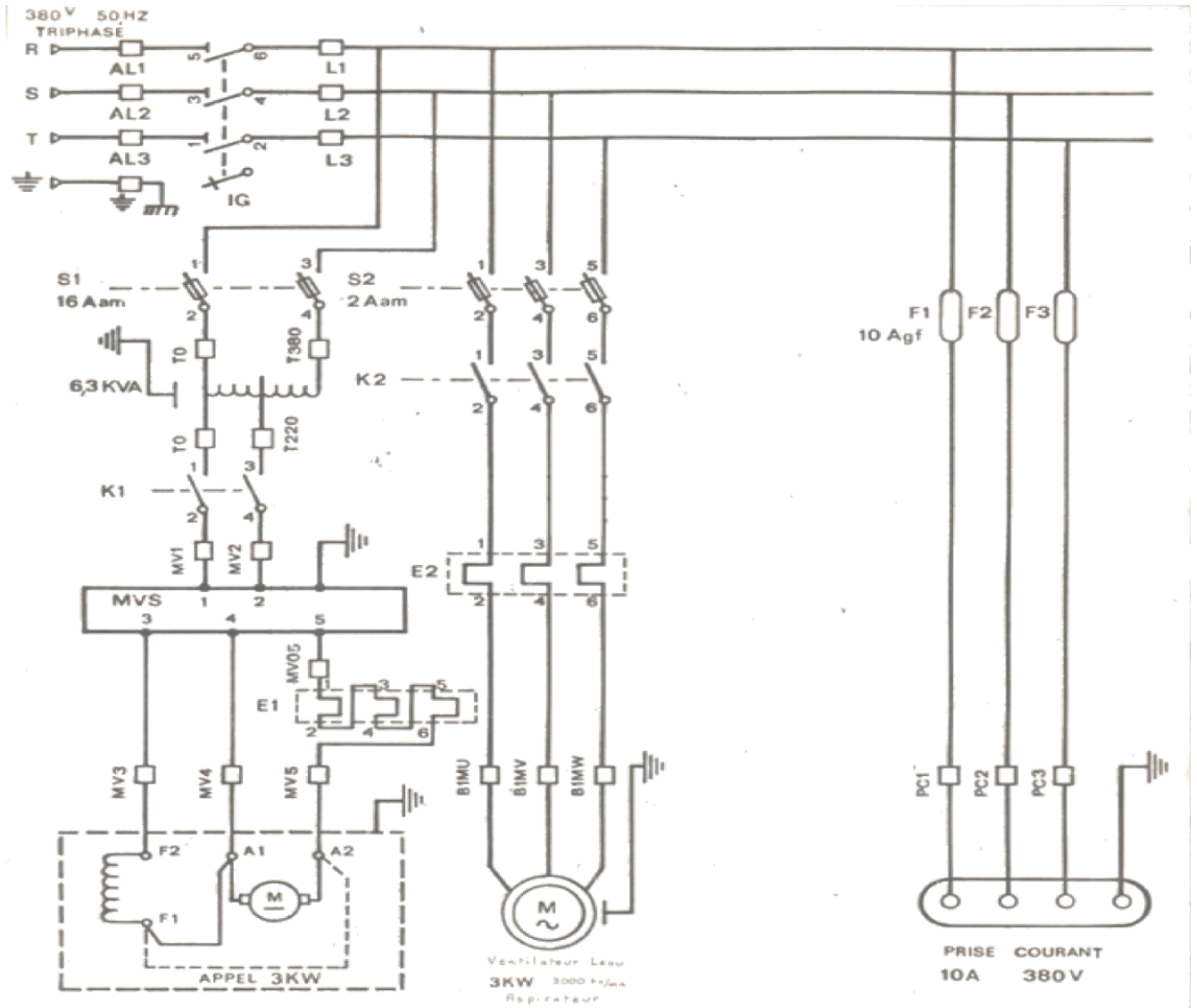
Annexe

ANNEX

☆ Annexe 'A'

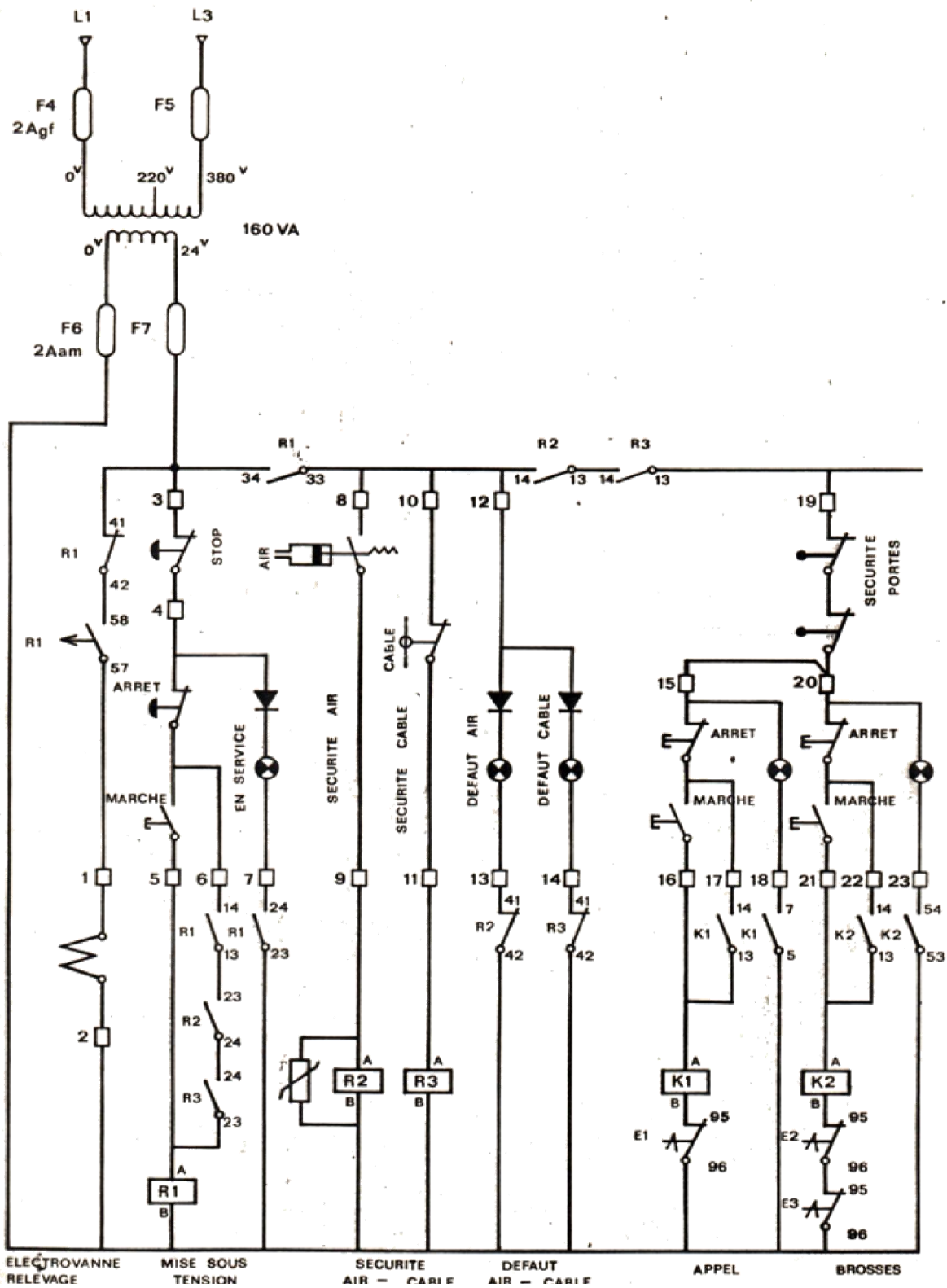
- Schémas de la machine avant la modification

1- Schéma de Puissance



ANNEX

2- Schéma de Commande



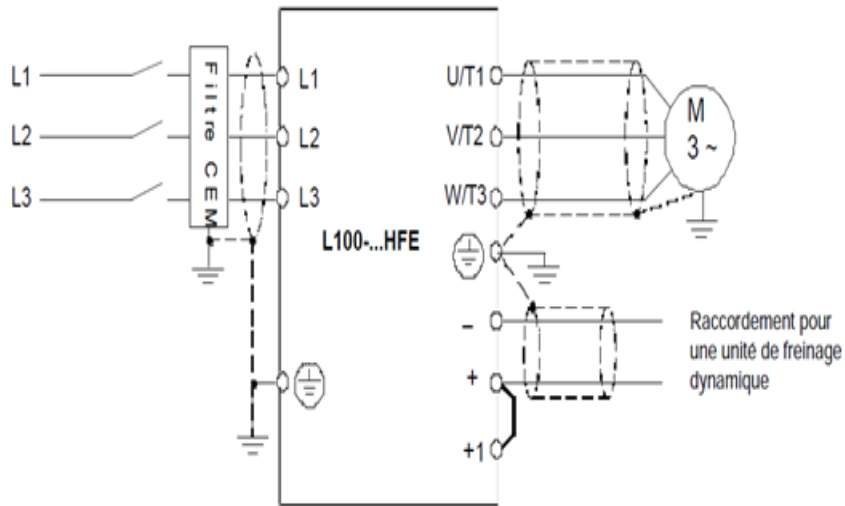
ANNEX

☆ Annexe 'B'

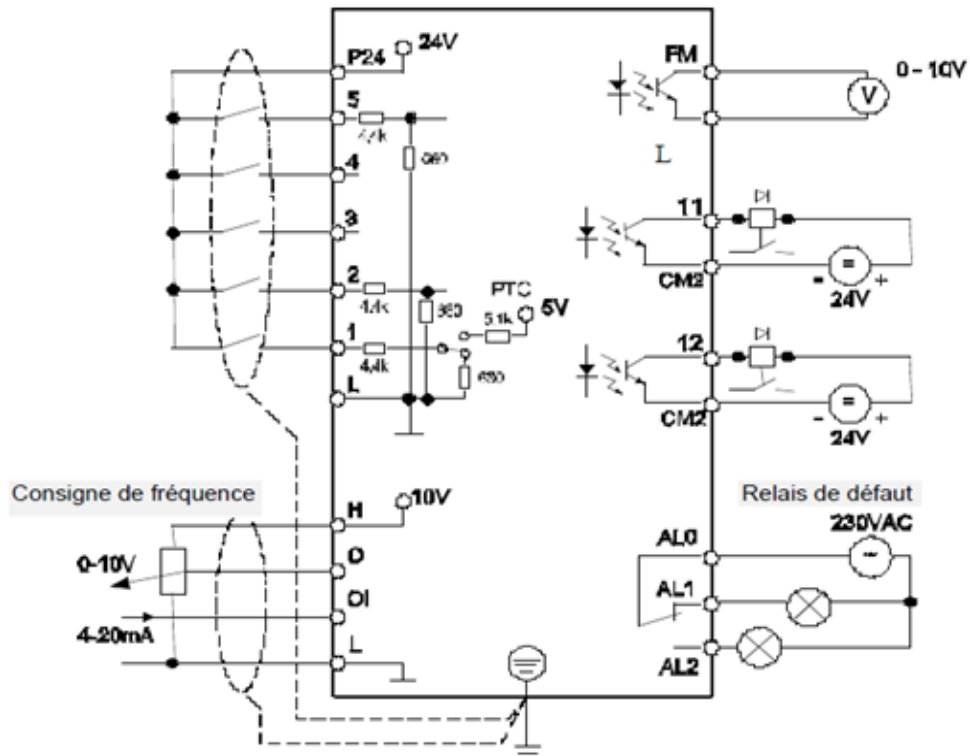
- Variateur de vitesse

1- Schéma de puissance HITACHI L100

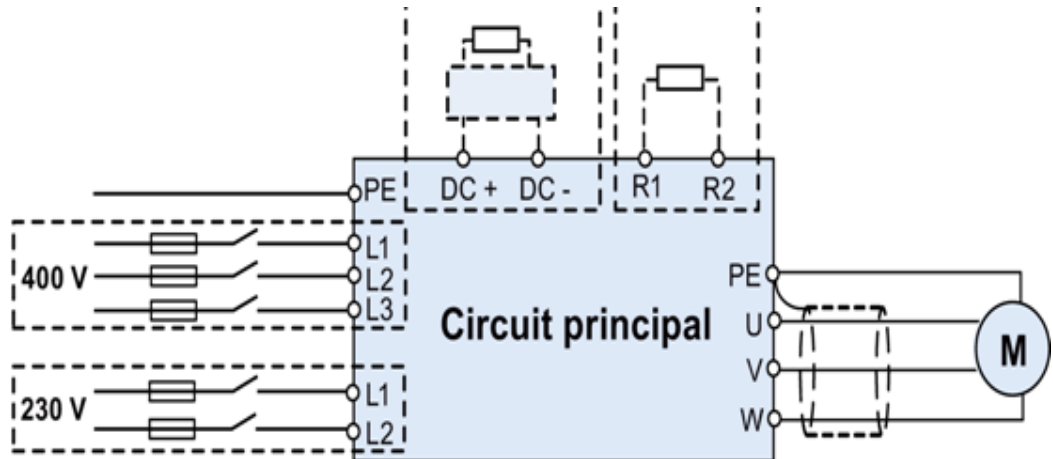
Alimentation : 3 * 380-460 V 50/60 Hz



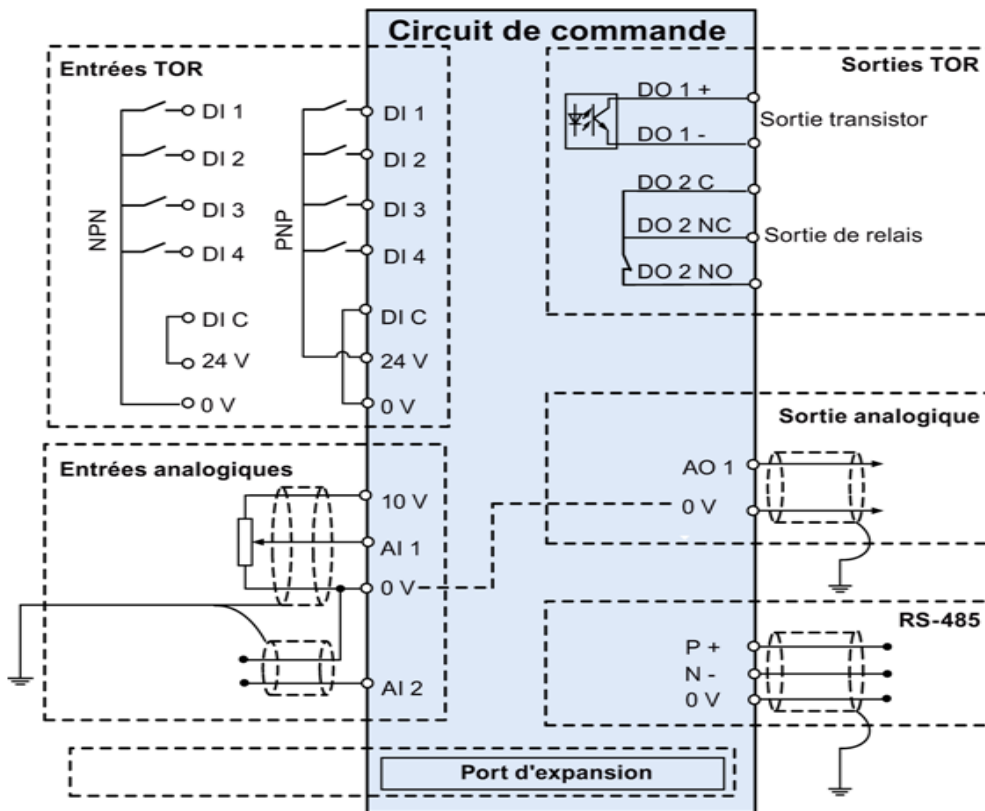
2- Schéma de commande HITACHI L100



3- Schéma de puissance SIEMENS V20



4- Schéma de commande SIEMENS V20



ANNEX

5- macros de connexion de SIEMENS V20

Macro de connexion	Description
Cn000	Réglage d'usine. Ne modifie aucun paramètre
Cn001	BOP comme unique source de commande
Cn002	Commande via les bornes (PNP/NPN)
Cn003	Vitesses fixes
Cn004	Vitesse fixe en mode binaire
Cn005	Entrée analogique et fréquence fixe
Cn006	Commande par bouton-poussoir externe
Cn007	Bouton-poussoir externe avec consigne analogique
Cn008	Régulation PID avec référence par entrée analogique
Cn009	Régulation PID avec valeur de consigne fixe
Cn010	Régulation USS
Cn011	Régulation MODBUS RTU

ANNEX

☆ Annexe 'C'

- Variables API

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. The main window shows the 'Default tag table' for a PLC project. The table contains the following data:

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibi...	Comment
1	MARCHE	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	ARRET	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ACCELERATION	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	DESACCELERATION	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	MOTEUR	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	CONSIGNE	Int	%QW80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Tag_1	Int	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Tag_2	Real	%MD20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Tag_3	Int	%MW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Tag_4	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Tag_5	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	air	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	darrire	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Avant	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Voltage	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	air	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	arret air	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	ARRET DURGENCE(1)	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	ARRET RAPIDE	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ARRET AIR(1)	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Control de Phase	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Cable	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	CABIE S	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	T	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Aspirateur	Bool	%M8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Tag_13	Bool	%Q8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

The interface also shows a search and replace dialog on the right side, with the 'Find' field empty and the 'Replace all' button visible. The status bar at the bottom indicates 'Project Project1 opened.'