

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté de génie Electrique et Informatique

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Domaine : Sciences et technologie

Filière : Electronique

Spécialité : Electronique industriel

Mémoire de Fin d'Etude de Master professionnel

Thème :

**Automatisation et supervision de la chaine de production de
carrlage mono-couche OPA 1400-6 T2 CIOMAT**

Présenté par :

AMIAR MAHMOUD

ASSOUS MOURAD

Dirigé pa

ATTAF YUCEF

Mémoire soutenu publiquement le 30/06/2025 devant le jury composé de :

Mr

Président, Garde, UMMTO

Mr Attaf Youcef

Encadreur, Professeur, UMMTO

Mr

Examineur, Garde, UMMTO

Mr Ouaghdi Kamel

Encadreur, Ingénieur, CIOMAT

Année universitaire 2024/2025

Table des matières

Introduction générale	1
1 Généralités	3
1.1 Préambule	3
1.2 Présentation complexe CIOMAT	4
1.2.1 Situation géographique	5
1.2.2 Missions et objectifs	5
1.3 Différents organes constituant le complexe CIOMAT	6
1.4 Les unités de production	6
1.4.1 Préparation et mélange des matières premières	7
1.4.2 Mise en forme	7
1.4.3 La ventouse	7
1.4.4 Séchage et durcissement	8
1.4.5 Finition	9
1.4.6 Contrôle qualité	9
1.4.7 Emballage	10
1.5 Discussion	10
2 Description de la PRESSE AUTOMATIQUE OPA 1400/6 T2	11
2.1 Préambule	11
2.2 Définition de la presse OPA 1400/6 T2	11
2.3 Les stations de la presse OPA 1400/6 T2	12
2.3.1 Caractéristiques de construction	15
2.3.2 Dimensions et poids	16
2.3.3 Puissance installée	16
2.4 Fondation	16
2.5 Branchement au réseau hydrique	16
2.6 Alimentation en huile	17
2.7 Branchement au réseau électrique	17
2.8 conclusion	17

3	Choix et présentation de l'automate siemens S7-300	18
3.1	Introduction	18
3.2	Définition de l'automate programmable industriel :	18
3.3	Les systèmes automatisés :	19
3.3.1	La partie opérative (PO)	19
3.3.2	La partie commande (PC)	22
3.3.3	La partie relation (PR)	22
3.4	Avantages et Inconvénients de l'automatisation	24
3.5	Structure interne des automates programmables	24
3.5.1	Le processeur	25
3.5.2	Les mémoires	26
3.5.3	Les modules entrées/sorties	27
3.5.4	L'alimentation	28
3.5.5	Les modules de communication	28
3.6	Fonctionnement	29
3.7	Réseaux d'automates	30
3.8	Les types d'automates programmables industriels (API)	31
3.9	Programmation des automates :	34
3.10	Choix d'un automate par rapport à une autre solution :	35
3.10.1	Pourquoi choisir un automate (API) ?	35
3.10.2	Critères de choix d'un automate	35
3.10.3	Exemples concrets de comparaison	36
3.11	Choix de l'API SIEMENS S7-300 :	36
3.11.1	Choix du constructeur :	36
3.12	Présentation du S7-300 :	37
3.13	Modularité du S7-300 :	37
3.13.1	Le nombre d'entrées/sorties (E/S) – TOR et analogiques :	38
3.13.2	Le type de processeur et sa capacité de traitement :	38
3.13.3	Module d'alimentation :	39
3.13.4	Modules de communication du S7-300 (CP) :	39
3.13.5	Module de fonction (FM) :	39
3.13.6	Module d'extension (UR) :	40
3.13.7	Interface Homme-Machine (IHM)	40
3.14	Discussion	41
4	Programmation et simulation	42
4.1	Préambule	42
4.2	Définition d'un GRAFCET	42
4.2.1	Les concepts de base d'un GRAFCET	42

4.2.2	Règles d'évolution du Grafcet :	43
4.2.3	Sélection de séquences et séquences simultanées :	44
4.3	Réalisation du grafcet de la machine	46
4.3.1	grafcet Doseur	46
4.3.2	grafcet vibreur plongeant	47
4.3.3	grafcet presse	48
4.3.4	grafcet démoulage et ventouse	49
4.4	SIMATIC Manager	50
4.4.1	Qu'est-ce que SIMATIC Manager ?	50
4.4.2	Station SIMATIC	51
4.5	Le logiciel de programmation STEP 7	51
4.5.1	Qu'est-ce que STEP 7 ?	51
4.5.2	Les applications disponibles	52
4.5.3	Création d'un projet STEP 7	52
4.5.4	Gestionnaire des projets SIMATIC	54
4.5.5	Configuration matérielle (Partie Hardware)	54
4.5.6	Edition des programmes	55
4.5.7	Editeur de mnémonique	57
4.5.8	Le simulateur des programmes PLCSIM	58
4.6	WinCC flexible	60
4.6.1	Utilisation de SIMATIC WinCC flexible	60
4.6.2	WinCC flexible Runtime	61
4.6.3	La liaison WinCC avec PLCsim	61
4.6.4	Etablissement de la liaison entre l'automate et SIMATIC multi pa- nel de WinCC	62
4.7	Simulation de projet à l'aide de WinCC flexible	62
4.7.1	Vues de système	62
4.8	Discussion	66
	Conclusion générale	67
	Bibliographie	69

Table des figures

1.1	usine CIOMAT	5
1.2	Situation géographique du complexe CIOMAT	5
1.3	type de carreaux	6
1.4	Organigramme du complexe	6
1.5	mélangeuse	7
1.6	machine OPA 1400/6 T2	8
1.7	La ventouse	8
1.8	les tunnels à séchage	9
1.9	la machine à lissage	9
1.10	la machine à emballage	10
2.1	le Doseur	12
2.2	le vibreur plongeant	13
2.3	Pressage hydraulique	14
2.4	Le démouleur	14
3.1	Automate programmable industriel.	19
3.2	Structure d'un système automatisé.	20
3.3	Distributeur contacteur	20
3.4	Les actionneurs (Moteur, vérin)	21
3.5	Les actionneurs (les capteurs)	22
3.6	Automate programmable associe avec ordinateur	23
3.7	Pupitre de commande	23
3.8	Structure interne d'un API.	24
3.9	module de CPU	25
3.10	La mémoire	26
3.11	schéma de principe de module de TOR	27
3.12	module d'alimentation	28
3.13	module De communication	29
3.14	Fonctionnement cyclique d'un API	30
3.15	Temps de scrutation vs Temps de réponse	30

3.16	Exemple d'une structure de contrôle et gestion de production	31
3.17	Interconnexion simple (Entrées/Sorties) entre deux automates (API) . . .	31
3.18	Automate Siemens S7-200	32
3.19	Automate Siemens S7-400	32
3.20	Automate Siemens S7-1200	33
3.21	Automate Siemens S7-1500	34
3.22	Automate Siemens S7-300	37
3.23	CPU S7 313	38
3.24	alimentation PS 307 / 10A	39
3.25	Interface Homme-Machine	41
4.1	les éléments de bases d'un GRAFCET :	43
4.2	Représentation graphique d'une sélection de séquence	44
4.3	Représentation graphique d'une sélection de séquence	45
4.4	grafcet Doseur	46
4.5	grafcet vibreur plongeant	47
4.6	grafcet presse	48
4.7	grafcet démoulage et ventouse"part 1"	49
4.8	grafcet démoulage et ventouse"part 2"	50
4.9	Station PC et PG/PC	52
4.10	Applications disponibles dans STEP 7	52
4.11	SIMATIC Manager	53
4.12	Création d'un projet avec SIMATIC Manager.	53
4.13	Configuration matérielle.	54
4.14	Edition des programmes.	55
4.15	table de mnémoniques.	57
4.16	Le simulateur S7 PLCSIM	58
4.17	Exemple de simulation de notre programme.	60
4.18	Schéma de principe de l'application.	61
4.19	Liaison entre l'automate et WinCC	62
4.20	vue du page principale.	63
4.21	Une vue d'une table et moules.	63
4.22	Une vue du doseur.	64
4.23	Une vue du doseur.	64
4.24	Une vue du pressage.	65
4.25	Une vue du demouleur et chariot.	65

Introduction générale

L'évolution technologique continue et l'essor de l'industrie moderne ont conduit à une transformation radicale des méthodes de production. La compétitivité industrielle repose aujourd'hui en grande partie sur la capacité des entreprises à automatiser leurs processus afin de gagner en efficacité, en qualité et en réactivité. Ce changement de paradigme a profondément modifié le paysage industriel, plaçant l'automatisation au cœur des stratégies de développement des entreprises. Dans ce contexte, les systèmes automatisés, pilotés par des automates programmables industriels (API), sont devenus des éléments incontournables dans la gestion des lignes de production, particulièrement dans les secteurs tels que la fabrication de matériaux de construction.

La présente étude s'inscrit dans cette dynamique de modernisation et de transition technologique. Elle a pour but de mettre en lumière l'application concrète de l'automatisation industrielle dans le domaine spécifique de la fabrication des carreaux monocouches à travers un cas réel : celui de la société CIOMAT. Fondée en 1999 à Tizi Ouzou, CIOMAT (Compagnie Industrielle des Ouvrages en Matériaux de Construction) est une entreprise algérienne spécialisée dans la production de matériaux de construction, notamment des carreaux de sol en ciment monocouche. En modernisant ses installations avec l'intégration d'une presse automatique OPA 1400/6 T2 et d'un automate programmable Siemens S7-300, CIOMAT illustre parfaitement l'importance d'investir dans des solutions techniques robustes pour optimiser sa productivité.

Le choix du carrelage monocouche comme produit industriel d'étude n'est pas anodin. Ce matériau présente de nombreux avantages techniques et économiques : fabrication à faible coût, résistance élevée à l'abrasion et aux intempéries, facilité de pose et entretien simplifié. De plus, son procédé de fabrication requiert une extrême précision dans le dosage, la compression, le démoulage et le séchage des matériaux, d'où l'intérêt d'y appliquer des systèmes d'automatisation rigoureux et bien programmés.

Ce mémoire s'articule autour de plusieurs objectifs majeurs. D'abord, il s'agit d'analyser les procédés de production mis en œuvre chez CIOMAT, en mettant l'accent sur la structure, les équipements, et l'organisation des différentes unités. Ensuite, l'étude se

penchera sur la description détaillée de la presse OPA 1400/6 T2, pièce maîtresse du processus de fabrication automatisé, en expliquant son fonctionnement, ses composantes, et ses performances. Le cœur de cette recherche réside toutefois dans l'exploration du fonctionnement de l'automate Siemens S7-300, son architecture, ses modules, ainsi que sa programmation via les outils logiciels STEP 7, WinCC Flexible et SIMATIC Manager. Enfin, une modélisation complète par GRAFCET du cycle de production permettra de simuler le comportement de la presse et d'optimiser son fonctionnement.

Au-delà de l'aspect technique, ce travail se veut également une contribution pédagogique à destination des étudiants, ingénieurs et techniciens en formation. Il illustre l'application des théories de l'automatisme industriel à un cas concret, intégrant la modélisation, la simulation et la mise en œuvre pratique. Cette démarche vise à démontrer que la réussite d'un projet d'automatisation repose non seulement sur le choix du matériel, mais aussi sur la rigueur de l'analyse fonctionnelle, la qualité de la programmation, et la bonne compréhension des interactions homme-machine.

En résumé, ce mémoire ambitionne de présenter une étude complète, à la fois descriptive, analytique et expérimentale, de l'intégration d'un système automatisé dans un contexte industriel réel. Il témoigne de l'importance de l'automatisation dans les industries de production contemporaine et met en valeur le potentiel des nouvelles technologies pour améliorer les performances industrielles. À travers l'exemple de CIOMAT, il met en lumière l'impact positif d'une automatisation bien conçue sur la compétitivité, la qualité et la durabilité industrielle.

Chapitre 1

Généralités

1.1 Préambule

Le carrelage monocouche apparaît en Europe et en Afrique du Nord dans les années 1950-1960, pour répondre à la nécessité d'un revêtement extérieur solide, économique, à climats variés. Il se compose, à la différence des carreaux stratifiés, d'une couche uniforme d'un matériau (ciment, sable, colorant), comprimé à haute pression. Cette simple technique de fabrication peu coûteuse le rendait tout naturellement adéquat dans les pays en développement ou pour rebâtir.

Au fil du temps, les procédés de fabrication se sont distingués : matériel plus efficace, mélanges plus complexes, et mise en place de normes de qualité pour renforcer la durée de vie, la résistance au gel et les qualités antidérapantes du produit.

Les carreaux monocouches sont souvent appréciés pour leur :

- Facilité de pose.
- Résistance à l'abrasion.
- Entretien facile.
- Aspect esthétique, avec un large choix de couleurs et de motifs.

En raison de sa structure dense, il est souvent utilisé dans les zones à fort trafic, mais il est aussi employé dans des applications résidentielles pour des extérieurs comme des terrains de sport ou des allées de jardin. Le carrelage monocouche s'est progressivement distingué par :

- Sa facilité de fabrication à faible coût.
- Sa haute résistance aux conditions climatiques et aux variations de température.
- Son aspect esthétique qui permet des finishes variés et un design moderne pour les espaces publics.

- L'intégration de nouveaux matériaux, comme des additifs pour améliorer l'adhérence et la résistance aux produits chimiques ou à l'humidité.

C'est grâce à des entreprises comme la CIOMAT en Algérie ou la Scae-BTP en Afrique du Nord que le carrelage monocouche est aujourd'hui produit, alliant processus traditionnel et production économique. La CIOMAT (Compagnie Industrielle des Ouvrages en Matériaux de Construction) est l'une des principales entreprises du secteur industriel algérien, contribuant à l'économie par l'emploi, la formation et l'accompagnement des secteurs stratégiques. Elle œuvre également à la création des API (Agrégations de Partenariats Industriels), visant à accroître la production locale, à réduire les importations, à accroître la compétitivité et à encourager le transfert de technologies.

1.2 Présentation complexe CIOMAT

CIOMAT (Compagnie Industrielle des Ouvrages en Matériaux de Construction) est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée par des fonds privés et a été fondée le 21 février 1999. Son complexe de production se situe à Tizi Ouzou (Oued-Aissi) et s'étend sur une superficie de 14500 m^2 .

CIOMAT est une entreprise spécialisée dans la fabrication de carreaux monocouche avec plus de 25 années d'expérience, comptant plusieurs clients satisfaits et plus de 200000 cas réussis. Initialement, CIOMAT utilisait des carreaux bicouche, mais en 2012, elle a modernisé sa production en intégrant la machine **OCEM1400** pilotée par un automate API Siemens S7-300, ce qui a permis d'améliorer la qualité et la capacité de fabrication. L'usine dispose d'une capacités de production et de transport importantes, lui permettant de répondre à toute commande sans restriction quantitative, qualitative ou géographique.

CIOMAT propose une gamme riche et variée comprenant des carreaux de sols de toutes dimensions et épaisseurs, monocouche, avec une cinquantaine de nuances différentes. Elle fabrique également des carreaux spéciaux antidérapants adaptés aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur (comme pour les salles de bains), ainsi que des plinthes assorties aux carrelages. La qualité de ses produits est attestée par des certificats reconnus, garantissant une porosité nulle, une absorption d'eau dix fois meilleure que la norme, ainsi qu'une haute résistance à la flexion et à la compression.[1]



FIGURE 1.1 – usine CIOMAT

1.2.1 Situation géographique

Group CIOMAT industrie est située sur la route de Tizi Ouzou (Oued Aissi), à proximité de la RN 15 (Figure 2.2)



FIGURE 1.2 – Situation géographique du complexe CIOMAT

1.2.2 Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des carreaux et des plinthes à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Les objectifs visés par CIOMAT peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national et internationale.
- Offre un produit riche et variée comprenant des carreaux de sols de toutes dimensions et épaisseurs.
- Répondre aux besoins des clients publics et privés.
- Contribuer à l'aménagement urbain et au développement local.

Parmi les produits phares de CIOMAT, on trouve des modèles tels que : **HONG KONG BLANC**, **NEOS NOIR**, **GRT** [1]

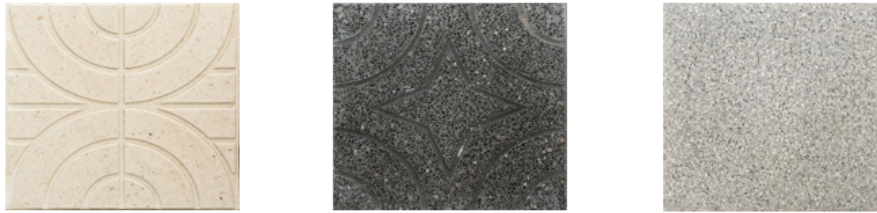


FIGURE 1.3 – type de carreaux

1.3 Différents organes constituant le complexe CIOMAT

Dans ce chapitre, il est question de faire une présentation de l'organisation administrative et technique de l'entreprise. L'entreprise de CIOMAT emploie au niveau de son unité de fabrication industrielle de carlage plusieurs dizaines de collaborateurs dans différents services (Figure 1.4).

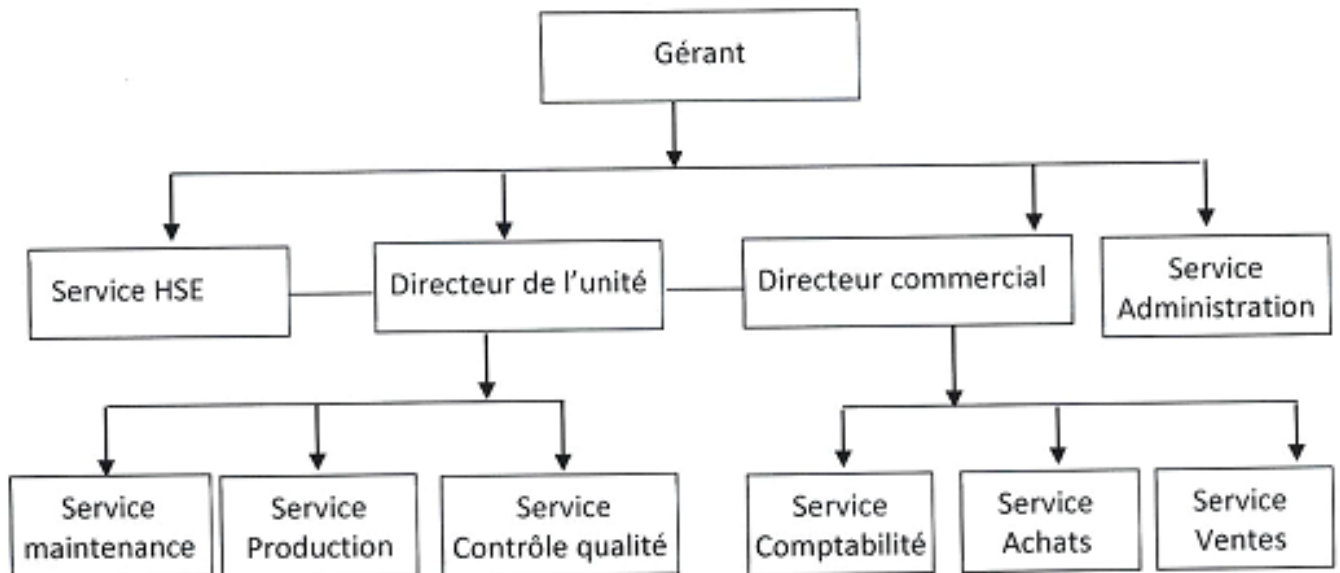


FIGURE 1.4 – Organigramme du complexe

1.4 Les unités de production

Le complexe CIOMAT est composé de plusieurs unités de production :

1.4.1 Préparation et mélange des matières premières

Les matières premières (ciment, sable, granulats, eau, adjuvants et éventuellement pigments) sont pesées et mélangées dans des malaxeurs pour obtenir une pâte homogène. Ce mélange est crucial pour garantir la qualité et la résistance du produit final.



FIGURE 1.5 – mélangeure

1.4.2 Mise en forme

La pâte est ensuite acheminée vers une presse hydraulique (**la machine OPA1400/6 T2**) (Figure 1.6), où elle est soumise à une forte pression pouvant atteindre 1400 bar. Elle y est comprimée dans des moules afin de former les carreaux monocouches, garantissant ainsi leur densité et leur forme précise.

1.4.3 La ventouse

La ventouse est un dispositif utilisé pour transférer les carreaux depuis la table de démoulage vers les chariots de séchage. Grâce à une pompe à vide, elle saisit les carreaux sans les abîmer, les soulève et les dépose avec précision sur les étagères des chariots (Figure 1.7).



FIGURE 1.6 – machine OPA 1400/6 T2

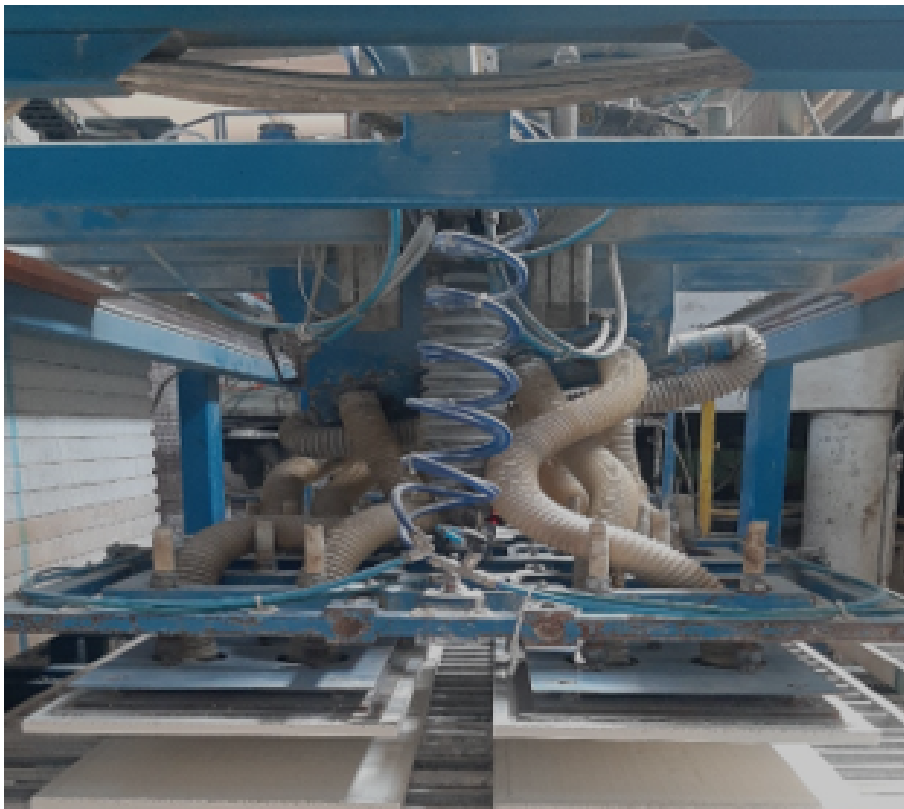


FIGURE 1.7 – La ventouse

1.4.4 Séchage et durcissement

Les carreaux passent par une phase de séchage pour éliminer l'humidité résiduelle, souvent dans des tunnels de séchage ou des chambres climatisées pendant 24 heures (Figure 1.8). Pour certains produits, un autoclavage (cuisson sous vapeur à haute pression) est effectué pour améliorer les propriétés mécaniques et la stabilité dimensionnelle.



FIGURE 1.8 – les tunnels à séchage

1.4.5 Finition

Après le séchage, Les carreaux subissent des opérations de finition comme le ponçage, le polissage, l'application d'émaille ou de traitements de surface pour améliorer l'esthétique, la résistance à l'usure et l'étanchéité (Figure 1.9).



FIGURE 1.9 – la machine à lissage

1.4.6 Contrôle qualité

Chaque lot est soumis à des tests de résistance mécanique, absorption d'eau, dimensions et apparence pour garantir la conformité et qualité aux normes et exigences clients.

1.4.7 Emballage

Les carreaux finis sont emballés soigneusement, souvent sur palettes, avec des protections pour éviter les chocs et faciliter le transport. L'emballage est adapté pour préserver la qualité jusqu'à la livraison finale (Figure 1.10).



FIGURE 1.10 – la machine à emballage

1.5 Discussion

Ce premier chapitre a présenté de manière générale l'usine CIOMAT ainsi que l'ensemble de sa chaîne de production. Il a permis de survoler les différentes étapes de fabrication du carrelage monocouche, en évoquant brièvement les machines utilisées, de la préparation du mélange jusqu'à l'emballage final.

Chapitre 2

Déscription de la PRESSE AUTOMATIQUE OPA 1400/6 T2

2.1 Préambule

Dans le domaine de la fabrication industrielle du carrelage, l'automatisation occupe une place centrale pour répondre aux exigences croissantes en matière de qualité, de productivité et de régularité. Les machines de pressage automatiques représentent un maillon essentiel dans ce processus, car elles permettent de transformer un mélange de matériaux bruts en carreaux finis avec une grande précision.

L'évolution technologique a permis de développer des presses performantes, capables d'assurer un cycle de production rapide, fiable et optimisé. C'est dans ce contexte que s'inscrit la presse automatique OPA 1400/6 T2, une machine moderne conçue pour la production de carreaux monocouches ou bicouches en ciment, et dotée d'un système entièrement automatisé qui garantit un rendement élevé et une excellente qualité de fabrication.

2.2 Définition de la presse OPA 1400/6 T2

La presse automatique OPA 1400/6 T2 est une machine industrielle conçue pour la fabrication de carreaux monocouche par compression de matières sèches. Pilotée par un automate programmable S7-300, elle garantit un cycle de production précis, rapide et entièrement automatisé. Elle se compose de quatre stations principales assurant le bon déroulement du processus :

- Le doseur STAR 825 TETRA, qui assure le remplissage précis des moules en matières granulaires ;
- Le vibreur plongeant PLUS/T avec presseurs PVC, chargé de étendre la matière

pour garantir l'uniformité et la densité du carreau ;

- La presse hydraulique, qui applique une force de compression élevée de 320 à 350 bars pour la formation définitive du carreau ;
- Le démouleur hydraulique sans crochets, qui permet l'éjection du carreau sans détériorer sa forme, garantissant une transition en douceur vers l'étape suivante.

Grâce à l'intégration de ces composants, l'OPA 1400/6 T2 offre une productivité élevée, une grande précision de fabrication et une excellente fiabilité industrielle.

2.3 Les stations de la presse OPA 1400/6 T2

Pour avoir un produit de qualité, on doit passer par plusieurs stations qui sont les suivantes :

Station 1 : Doseur

Le doseur est un composant important dans la fabrication du carrelage monocouche, car il nous permet d'avoir le dosage exacte, et ceci grâce à des cheminées de tailles différentes pour chaque type de carrelage. Ces dernières se trouvent sur une table dite **tetra**, une fois ces cheminées remplies, la table **tetra** se ferme et une deuxième table dite **doseur** qui se trouve en dessous de cette dernière s'ouvre pour que les cheminées se vident dans les moules adéquats pour chaque type de carrelage.

Une fois que cette étape est terminée, la table **doseur** se referme et la table **tetra** s'ouvre pour que les cheminées se remplissent à nouveau.



FIGURE 2.1 – le Doseur

Station 2 : Vibreur plongeant

Cette étape est très importante pour la réalisation du carrelage, car le vibreur nous permet d'éliminer les bulles d'air qui se trouve dans le ciment et de l'étaler afin qu'il épouse la forme exacte des moules.



FIGURE 2.2 – le vibreur plongeant

Station 3 : Pressage hydraulique

Dans cette étape la machine exerce une grande pression sur les carreaux qui atteint $1400 \text{ tonne}/\text{m}^3$ et ceci grâce à une centrale hydraulique qui est composée de trois pompes qui marchent avec trois moteurs de différentes puissances. La presse nous permet d'éliminer l'eau présente dans les carreaux et l'aspirer au même temps via une pompe pour avoir au final un matériau solide et résistant (Figure 4.24).

Station 4 : Démoulage

Le démoulage est une étape essentielle du cycle de production des carreaux monocouches. Cette opération intervient après le pressage et consiste à retirer le carreau formé du moule sans l'endommager. La ventouse, en coordination avec le système d'éjection, soulève le carreau démoulé et le déplace vers la station suivante (généralement le chariot extracteur) (Figure 2.4).



FIGURE 2.3 – Pressage hydraulique



FIGURE 2.4 – Le démouleur

2.3.1 Caractéristiques de construction

La presse automatique OPA 1400/6 T2 est apte à produire des carreaux monocouche en utilisant un doseur pour le chargement de la première couche. La presse est équipée d'une table rotative avec moules dans lesquels les opérations sont exécutées l'une après l'autre jusqu'au démoulage sur pelle. La procédure est la suivante :

1. Versage du mélange dans le moule au moyen du doseur planétaire qui assure l'homogénéité constante du mélange et verse la quantité prédéterminé dans les cavités du moule.
2. La vibration et l'étalage du mélange sur 3 stations consécutives permettent de répartir le mélange uniformément dans le moule au moyen de vibreurs électriques et éventuellement de dispositif pneumatiques d'étalage supplémentaires.
3. Pressage pour obtenir un produit déjà solide.
4. Expulsion : le carreau est démoulé et déposé délicatement sur une pelle extractrice horizontale afin d'éviter aucun courbure et cassure.

La presse est formée par les groupes principaux suivants :

— **a) groupe central de pressage et de démoulage :**

- Composé d'un pont supérieur (cylindre de pressage) et d'un pont inférieur (support des enclumes).
- Les deux ponts sont reliés par trois colonnes métalliques assurant la stabilité.

— **b) table rotative à 6 stations :**

- Montée sur une colonne centrale avec roulements à billes.
- Chaque station comprend :
 - 1 moule
 - 1 plaque vibrante
 - 1 plaque porte-fonds en caoutchouc
 - 2 vérins pneumatiques pour ouvrir/fermer le moule.
- Le démoulage se fait par élévation pneumatique du moule et abaissement hydraulique du vérin.

— **c) chariot extracteur**

- Extrait la pelle contenant le carreau après démoulage.
- Se déplace jusqu'à la zone d'enlèvement.
- Fonctionne par un système de guidage à manchons à billes et barres trempées chromées.
- Mouvements motorisés via motoréducteur avec inverter.

— **d) doseur du mélange**

2.3.2 Dimensions et poids

1. **Corps de la presse :**

- Longueur : 4.330 mm
- Largeur : 2.200 mm
- Hauteur : 3.360 mm
- Poids : 41.000 kg

2. **Poids total de la presse (moules exclus) :** 43.000 kg

3. **Doseur Poids :** 2.900 kg

4. **Série de moules Poids :** 3.600 kg

2.3.3 Puissance installée

1. **Presse**

- Centrale hydraulique : 107,0 kW
- Rotation de la table : 11,0 kW
- Vibreur des moules (chacun) 2,2 kW
- Chariot extracteur 2,2 kW

2. **Doseur**

- Centrale hydraulique : 4,0 kW
- Agitateur : 7,0 kW

2.4 Fondation

La fondation de la presse OPA 1400/6 doit être réalisée selon le plan technique 41L6, à une hauteur de 64,2 cm du sol. Elle doit être composée de béton de haute qualité (minimum 200 RCK), armée avec des éléments métalliques et un treillis électro-soudé.

L'épaisseur minimale requise est de 76 cm, afin de supporter une charge statique de 52 000 kg, en plus des effets dynamiques. Ces caractéristiques s'appliquent aux sols pouvant supporter une pression comprise entre 3 et 5 kg/cm². Si le sol n'est pas aussi résistant, il faut refaire le calcul de l'épaisseur.

2.5 Branchement au réseau hydrique

Les centrales hydrauliques de la presse et du doseur sont dotées d'échangeurs de leur eau-huile pour le refroidissement de l'huile en circulation.

En conséquence, elles doivent être branchées au réseau hydrique au moyen des connexions pertinentes. **La pression de l'eau doit être de 1-1,5 bar.**

2.6 Alimentation en huile

Les centrales hydrauliques de la presse et du doseur doivent être remplies d'huile jusqu'au niveau MAX indiqué sur les réservoirs.

2.7 Branchement au réseau électrique

La presse OPA 1400/6 T2 est livrée avec une armoire électrique prête à être raccordée au réseau. L'alimentation électrique doit être connectée aux bornes R.S.T (phases de l'alimentation triphasée) via le sectionneur QS1 (disjoncteur principal de mise sous/hors tension).

Les câbles d'alimentation doivent être séparés de ceux de la presse pour éviter les interférences. Les principales caractéristiques électriques sont : 400 V, 50 Hz, 138 kW de puissance et 250 A de courant.

La ligne d'alimentation doit être dimensionnée en conséquence, avec une protection assurée par l'utilisateur. Des bornes X1 à X14 (points de connexion des différents équipements de la machine : moteurs, commandes, capteurs, vérins, etc.) sont prévues pour raccorder tous les composants de la machine. Une mise à la terre correcte est indispensable pour la sécurité et pour éviter les perturbations électromagnétiques.

2.8 conclusion

Ce chapitre a permis de détailler le fonctionnement de la presse automatique OPA 1400/6 T2 en décrivant ses principales stations : le doseur, le vibreur plongeant, le système de pressage, le démouleur et la ventouse. Les caractéristiques techniques telles que l'alimentation électrique, le réseau hydraulique et les branchements ont également été abordés. Cette analyse constitue une base essentielle pour comprendre l'intégration de l'automatisation dans le processus de fabrication

Chapitre 3

Choix et présentation de l'automate siemens S7-300

3.1 Introduction

Les automates programmables industriels (API) sont apparus en 1969 grâce à MODICON aux États-Unis, marquant le début d'une industrie mondiale en pleine expansion. De nombreux fabricants comme SIEMENS, SCHNEIDER et TOSHIBA ont ensuite développé divers types d'automates avec des langages variés. Aujourd'hui, l'API est largement utilisé dans l'industrie pour son adaptabilité, sa souplesse et ses capacités d'interconnexion.

L'automatisation permet d'améliorer la rapidité et la fiabilité des systèmes tout en remplaçant les tâches manuelles. Dans un projet spécifique, le choix s'est porté sur l'automate SIMATIC S7-300 de SIEMENS, reconnu pour ses performances et sa flexibilité. La programmation a été effectuée avec TIA Portal v13, un logiciel intégré de nouvelle génération centralisant toutes les tâches d'automatisation.. [2]

3.2 Définition de l'automate programmable industriel :

L'API, également connu sous le nom de PLC en anglais (Automate Programmable Industrial), est un système de contrôle destiné à gérer des processus logiques en temps réel. En d'autres termes, une API est conçue pour superviser et principalement contrôler un processus.

En garantissant l'ajustement requis entre la section de puissance et la section de commande, on assure la conformité industrielle. L'automate programmable opère en suivant un cycle continu du programme. Le cycle inclut trois étapes consécutives : la lecture, le

traitement et la commande. En générale un automate programmable se constitue essentiellement d'un module d'alimentation, d'une unité centrale, de modules d'entrée/sortie, de modules de communication et auxiliaires. [3]



FIGURE 3.1 – Automate programmable industriel.

3.3 Les systèmes automatisés :

un système automatisé comprend toujours une unité de commande (PC) et une unité opérationnel (PO). Pour assurer le fonctionnement de ce système, l'opérateur (l'individu qui gère le système) transmet des instructions à la partie PC, celle-ci va

Transformer ces instructions en ordres qui seront mis en œuvre par la (PO). Après l'exécution des commandes, la PO les rapporte à la PC (dans un compte-rendu) qui, à son tour, informe l'opérateur. Ce dernier peut alors confirmer que le travail a été correctement effectué. [4]

3.3.1 La partie opérative (PO)

C'est l'unité qui assure le fonctionnement du système automatisé, elle est essentiellement constituée d'un ordinateur intégrant un programme dans sa mémoire. Elle envoie les instructions aux actionneurs de la section opérative à partir de : [5]

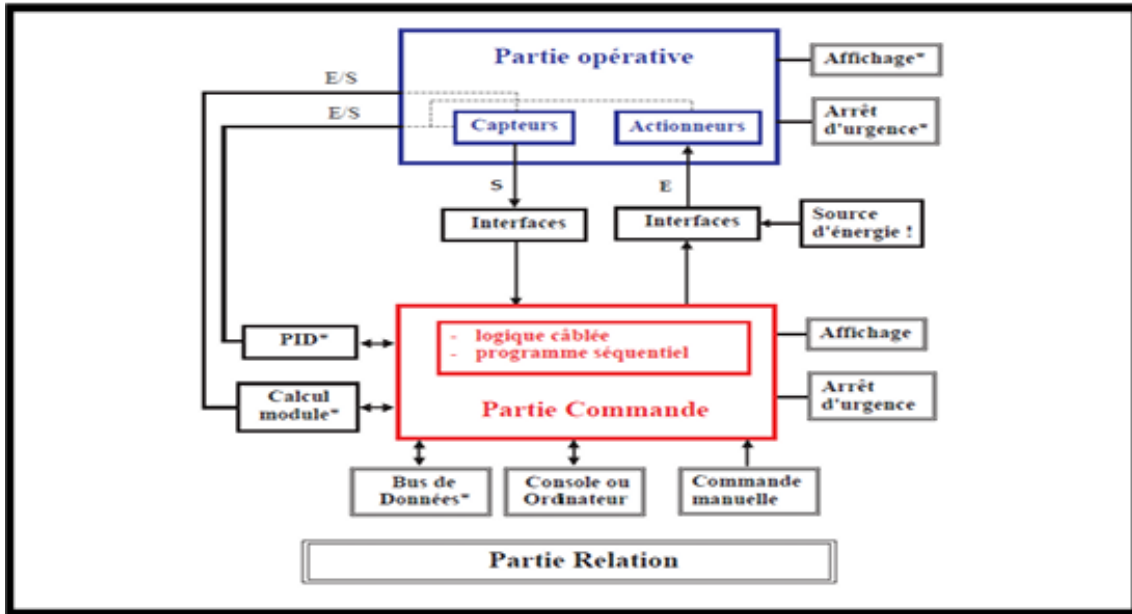


FIGURE 3.2 – Structure d'un système automatisé.

- ◆ Du programme qu'elle contient.
- ◆ Des informations reçues par les captures.
- ◆ Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

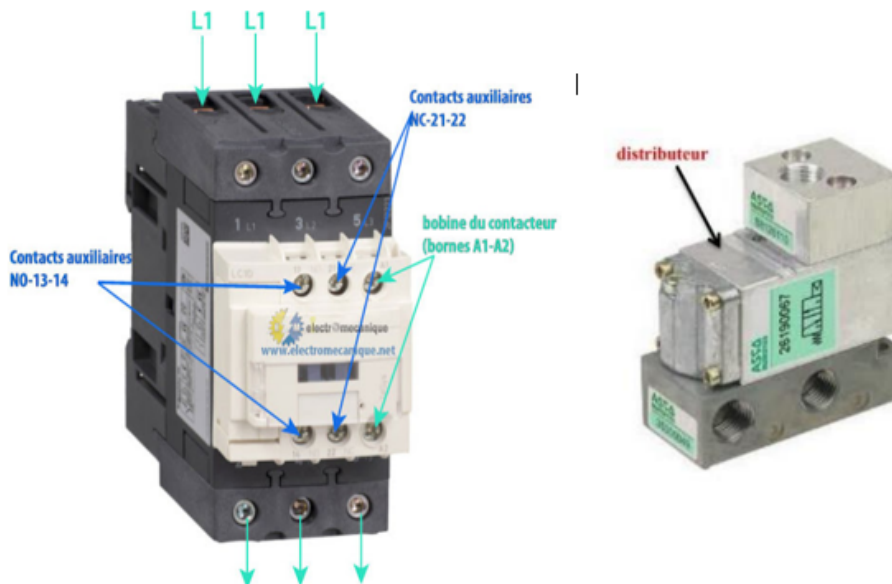


FIGURE 3.3 – Distributeur contacteur

Les pré-actionneurs

Les actionneurs (comme les vérins ou moteurs) ont pour rôle d'exécuter les ordres transmis par le système de commande. Leur fonction principale est de convertir une forme

d'énergie qu'elle soit pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique afin de produire un mouvement.

Ils peuvent se présenter sous différentes formes selon l'application, telles que :

- Vérins pneumatiques ou hydrauliques.
- Moteurs électriques rotatifs ou linéaires,
- Servomoteurs pour les mouvements de haute précision.

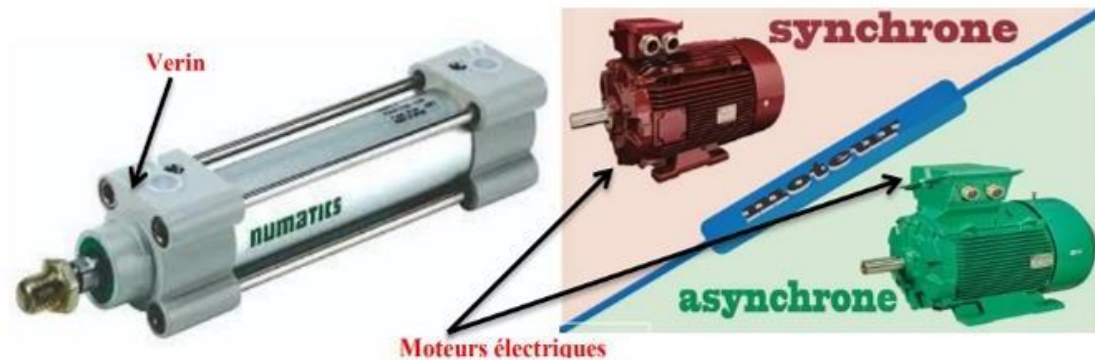


FIGURE 3.4 – Les actionneurs (Moteur, vérin)

Les actionneurs :

Les capteurs ont pour rôle de fournir des informations à la partie commande concernant l'état d'avancement ou l'exécution du travail.

Ils permettent au système de réagir en fonction des conditions réelles du processus.

Il en existe plusieurs types, selon la nature de la grandeur mesurée :

- Capteurs mécaniques.
- Capteurs pneumatiques.
- Capteurs électriques
- Capteurs magnétiques montés sur les vérins,
- Capteurs pneumatiques à chute de pression.

Les capteurs :

Dans un système de production automatisé, cette zone de détection sert de service de supervision et d'information pour le mécanisme. Il supervise, évalue, surveille et communique à la PC l'évolution du système.



FIGURE 3.5 – Les actionneurs (les capteurs)

3.3.2 La partie commande (PC)

Ce domaine de l'automatisation assure la gestion méthodique et séquentielle des opérations à effectuer. Il reçoit des données provenant des capteurs de la Partie Opérative, et les renvoie vers cette même Partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs (Figure 3.6). Généralement, elle inclut un boîtier (bâti) qui renferme :

- ◆ Des actionneurs (convertissant l'énergie reçue en énergie fonctionnelle : moteur, vérin, lampe).
- ◆ Des détecteurs (convertissant le changement des grandeurs physiques associé au fonctionnement de l'automatisme à travers les signaux électriques : capteur de position, de température et bouton poussoir [5]).

3.3.3 La partie relation (PR)

Sa complexité est fonction de la signification du système. Elle contient les différentes commandes indispensables au fonctionnement convenable du processus, notamment l'activation/l'arrêt, l'arrêt d'urgence, le fonctionnement automatique, etc. Le Guide est le nom donné à l'outil de description (Figure 3.7). [5]

GEMMA : Étude des Modes de Marche et d'Arrêts. Les techniciens de maintenance et les automaticiens emploient les instruments graphiques, à savoir le GRAFCET et le GEMMA.

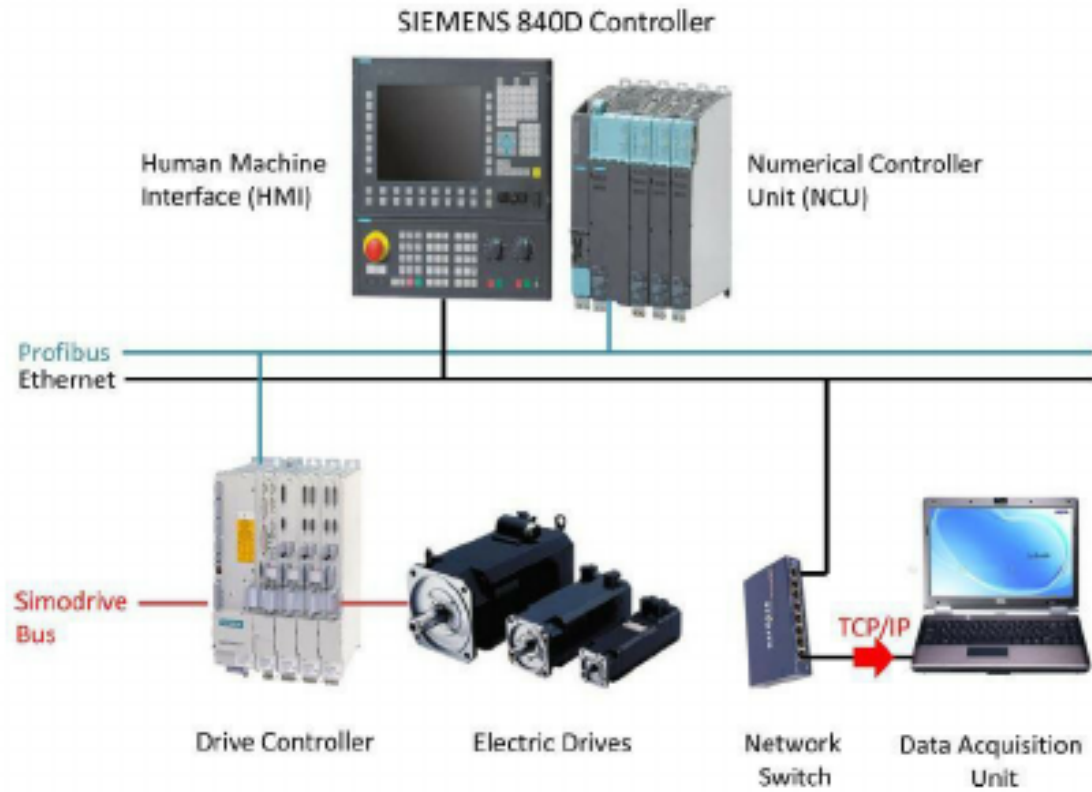


FIGURE 3.6 – Automate programmable associe avec ordinateur



FIGURE 3.7 – Pupitre de commande

3.4 Avantages et Inconvénients de l'automatisation

Les avantages de l'automatisation des processus sont multiples mais on peut résumer quelques avantages dans les points suivants :

- La capacité de production accélérée.
- La souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens.
- Réduction des coûts.
- Amélioration de la précision.
- S'adapter à des contextes particuliers.
- Augmenter la sécurité

Par contre, l'automatisation des processus possède certains inconvénients dont on citer entres autres :

- Le coût élevé du matériel principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois.

3.5 Structure interne des automates programmables

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma suivant (Figure 3.8).

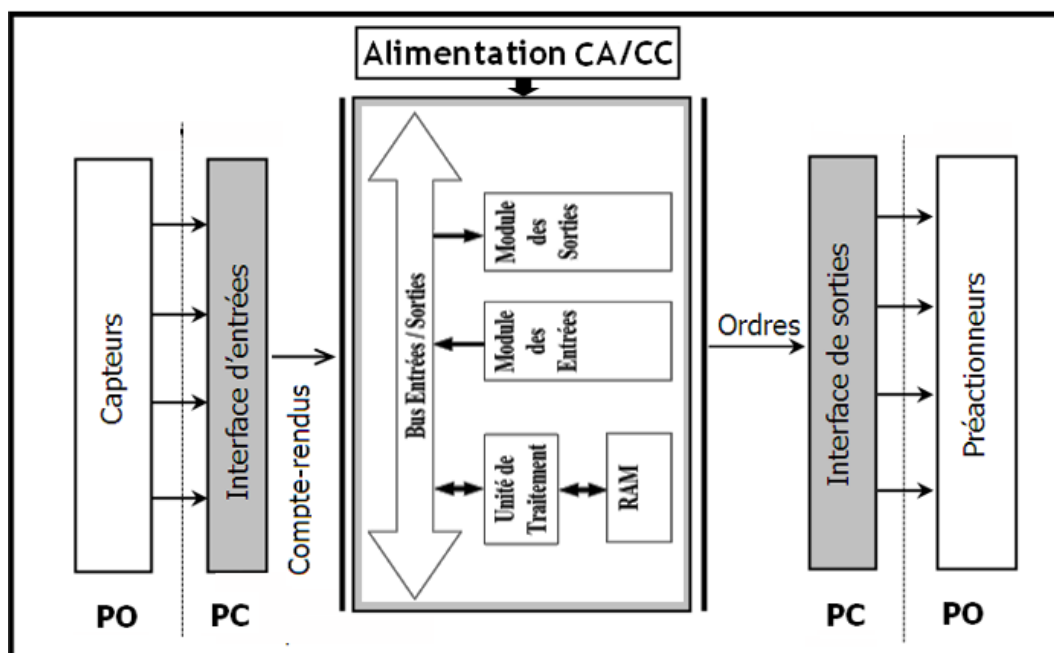


FIGURE 3.8 – Structure interne d'un API.

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

3.5.1 Le processeur

Le processeur, souvent appelé CPU (Central Processing Unit) (Figure 3.9), est le cœur de l'automate programmable.

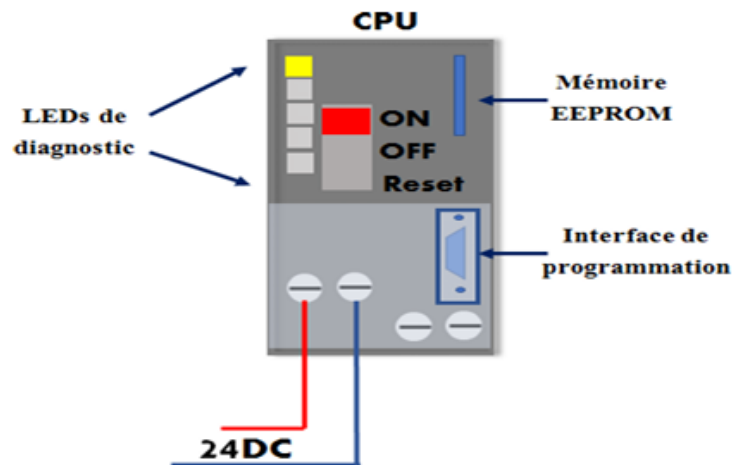


FIGURE 3.9 – module de CPU

Il joue un rôle central dans le fonctionnement de l'API et assure la gestion de l'ensemble du système d'automatisation, Son principal rôle est :

1. **Exécution du programme utilisateur** : Le processeur lit en continu le programme logique enregistré dans sa mémoire (généralement écrit en LAD, STL ou FBD). Il effectue un cycle de traitement :
 - Lecture des entrées
 - Traitement logique selon le programme
 - Mise à jour des sorties
2. **Gestion des entrées/sorties**
 - Le CPU reçoit les informations des capteurs (ex. : boutons, fins de course, capteurs analogiques).
 - Il commande les actionneurs (ex. : moteurs, voyants, vérins) en fonction de la logique du programme.
3. **Gestion du temps et des interruptions**
 - Le CPU gère les temporisations, comptages, et les interruptions d'événements urgents ou prioritaires (arrêt d'urgence, détection de défauts).
4. **Surveillance et diagnostic**
 - Il surveille en permanence l'état de l'automate :
 - Détection d'erreurs matérielles ou logicielles.

- Mise en sécurité en cas de défaut.
- Enregistrement d'alarmes et messages de diagnostic.

5. Sauvegarde et redémarrage

- Le CPU peut redémarrer automatiquement le programme après une coupure de courant.
- Il conserve les données critiques grâce à une mémoire retentive ou une carte MMC [5].

3.5.2 Les mémoires

Les mémoires jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement d'un automate programmable industriel (API).

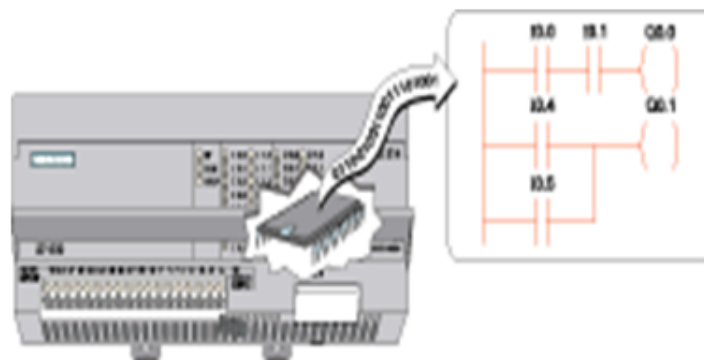


FIGURE 3.10 – La mémoire

Elles permettent à l'automate de stocker les programmes, les données de travail, ainsi que les informations d'état de l'automatisation en cours (Figure 3.10). On distingue plusieurs types de mémoire dans un API, chacune ayant une fonction bien précise : [6]

1. **Mémoire du programme (ROM : mémoire morte)** : La mémoire Langage où est stocké le langage de programmation. Elle contient le programme utilisateur, c'est-à-dire le code qui pilote la machine ou le processus.
2. **Mémoire de travail (RAM)** : Elle sert à stocker les données temporaires, comme les états des capteurs/actionneurs, les variables intermédiaires, les compteurs, les temporisateurs,
3. **Mémoires d'entrées/sorties (E/S)** : Elles permettent de mémoriser l'état des signaux reçus depuis les capteurs (entrées) et de préparer les commandes à envoyer vers les actionneurs (sorties).
4. **Mémoire de sauvegarde (EEPROM / batterie)** : Utilisée pour sauvegarder les programmes et les données critiques (comme les recettes de production, les paramètres de configuration)

5. **Mémoire système** :Gérée par l'API lui-même, elle contient des informations internes comme l'état du processeur, des erreurs, les diagnostics, Utilisée pour la supervision ou le débogage.

3.5.3 Les modules entrées/sorties

Ils jouent le rôle d'intermédiaire entre le processeur et le processus, collectant les informations relatives à l'état de ce dernier et régulant les actions. Il existe différents types de modules sur le marché en fonction de l'utilisation prévue (Figure 3.11).

Modules TOR (Tout Ou Rien) : l'information traitée ne peut avoir que deux états possibles (vrai/faux, 0 ou 1, etc.). C'est le genre d'information fourni par un capteur photoélectrique, un interrupteur à bouton.

Modules analogiques : les informations manipulées sont continues et possèdent une valeur qui varie dans un intervalle strictement défini. C'est le genre de renseignement fourni par un détecteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre).

Modules spécialisés : l'information traitée est représentée sous forme de mots codés en binaire ou en hexadécimal. C'est le genre de renseignements fournis par un ordinateur ou un module intelligent. [6]

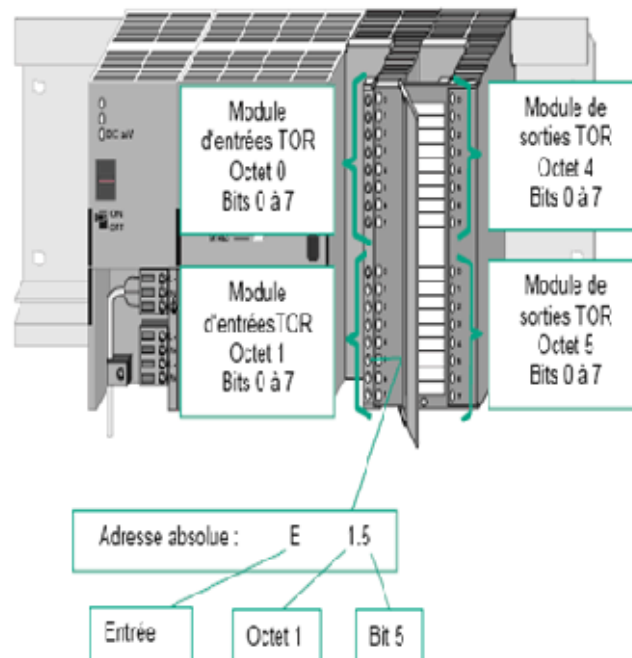


FIGURE 3.11 – schéma de principe de module de TOR

3.5.4 L'alimentation

Elle est chargée de fournir les tensions continues nécessaires aux composants, notamment en ce qui concerne les micro interruptions du réseau électrique qui constituent la source d'énergie primaire (Figure 3.12). L'alimentation peut se faire avec une tension de 5volts, 12 volts ou 24 volts.

Il se peut que d'autres sources d'alimentation soient requises pour les châssis d'extension ainsi que pour les modules d'entrée/sortie. L'utilisation d'un onduleur est indispensable pour prévenir les risques de coupures non permises. [7]



FIGURE 3.12 – module d'alimentation

3.5.5 Les modules de communication

Dans les systèmes de contrôle modernes, les automates programmables industriels (API) ne fonctionnent plus de manière isolée. Ils font partie d'un réseau plus large de composants connectés, ce qui nécessite des modules de communication capables d'échanger des données efficacement entre les différentes parties d'un système automatisé (Figure 3.13). Pour cela, plusieurs protocoles de communication industriels sont utilisés afin d'assurer l'interconnexion fiable des équipements. Il assure les échanges de données avec :

1. **CC-Link** : Protocole développé par Mitsubishi Electric, utilisé principalement dans l'industrie japonaise pour l'automatisation et le contrôle des processus.

2. **Ethernet** : Technologie de communication universelle (norme IEEE 802.3), largement utilisée dans les réseaux informatiques. Elle sert aussi de base à de nombreux protocoles industriels comme PROFINET.
3. **IHM** : interfaces homme-machine.
4. **SCADA** : système de supervision .

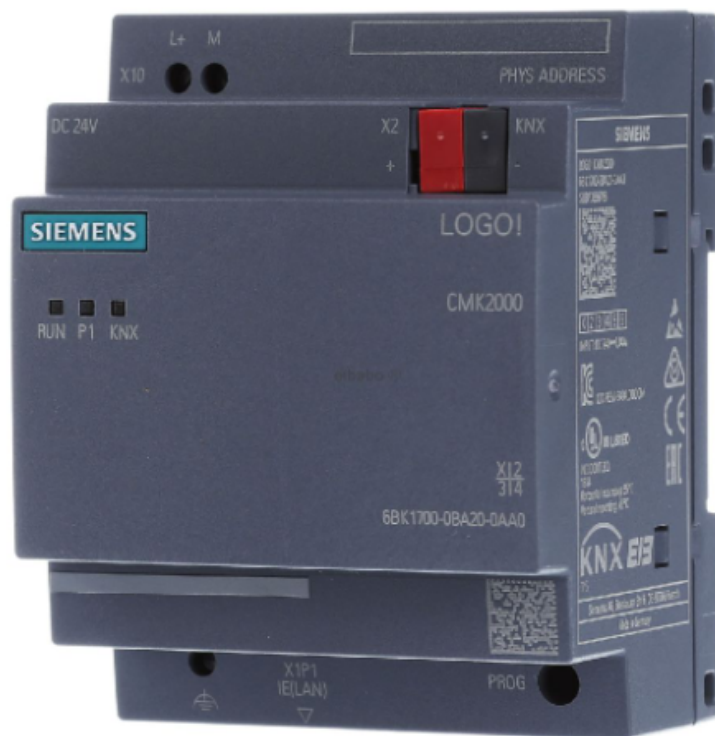


FIGURE 3.13 – module De communication

3.6 Fonctionnement

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique . Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire.. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle [7] (Figure 3.14). .

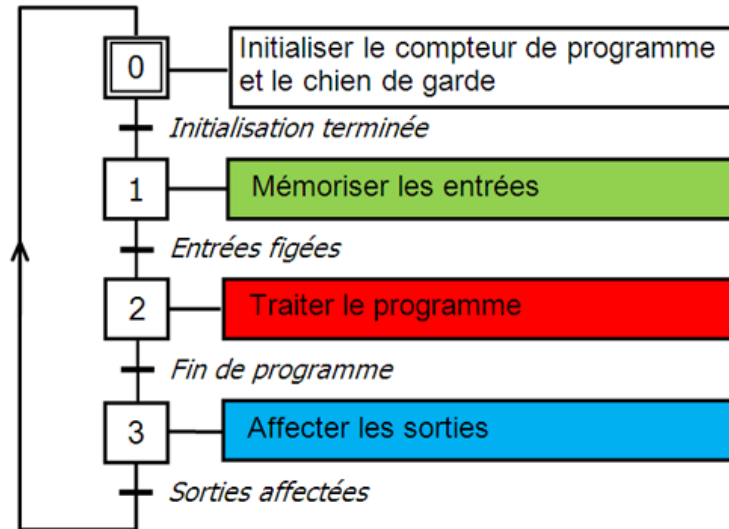


FIGURE 3.14 – Fonctionnement cyclique d'un API

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms) (Figure 3.15). [6].

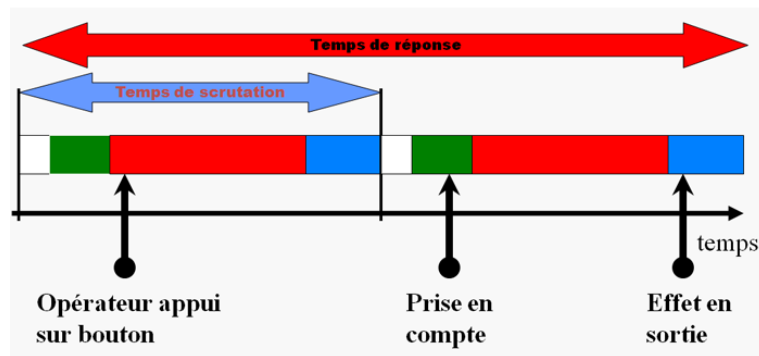


FIGURE 3.15 – Temps de scrutation vs Temps de réponse

3.7 Réseaux d'automates

Avec le développement des systèmes automatisés et de l'électronique, la recherche de la baisse des coûts et la nécessité actuelle de pouvoir gérer au mieux la production et à partir du moment où tous les équipements sont de type informatique, il devient intéressant de les interconnecter à un mini-ordinateur ou à un automate de supervision [6].

L'interconnexion entre deux automates peut être réalisée très simplement en reliant une ou plusieurs sorties d'un automate à des entrées de l'autre et vice-versa. [6]

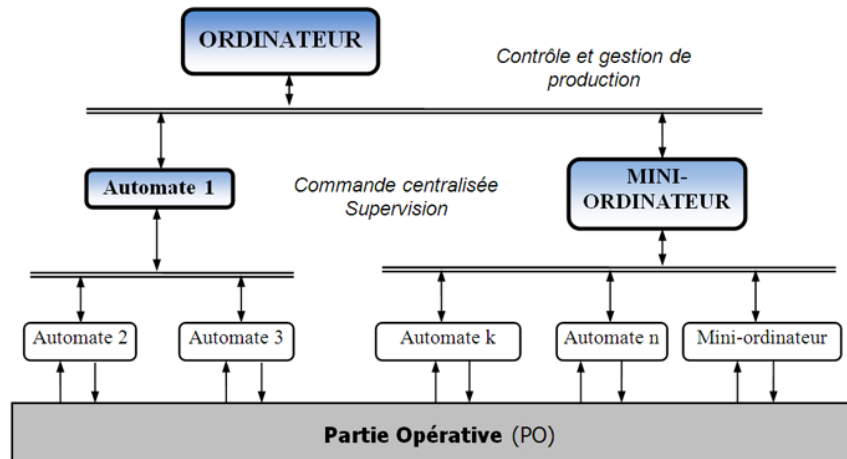


FIGURE 3.16 – Exemple d’une structure de contrôle et gestion de production

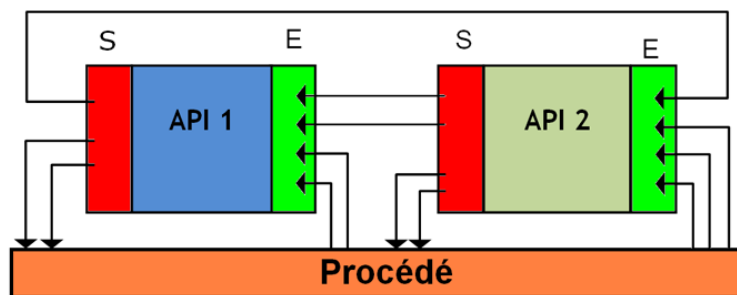


FIGURE 3.17 – Interconnexion simple (Entrées/Sorties) entre deux automates (API)

3.8 Les types d’automates programmables industriels (API)

Il existe plusieurs types d’automates programmables industriels, notamment.

1. Automate Siemens S7-200

- **Caractéristique :**

Il est caractérisé d’un logiciel de programmation convivial appelé STEP 7-MICRO/WIN Qui est facile à développer et le débogage des programmations pour l’automate.(Figure 3.18).

- **La capacité :** il dispose de différentes variantes de CPU avec des spécifications différentes. Les modèles de base peuvent avoir un nombre limité d’entrées/s orties (E/S) intégrées.
- **Langage :** Le langage de programmation n (LD). Instruction List (IL). Le langage graphique GRAFCET
- **Protocole :** Protocol RS 485. Profibus DP. PPI (point- to point interface) [8]



FIGURE 3.18 – Automate Siemens S7-200

2. Automate Siemens S7-400 :

- **Caractéristique** : Le S7-400 dispose d'une mémoire interne plus grande que le S7-300, ce qui permet de stocker des programmes plus volumineux (Figure 3.19).
- **La capacité** : Il offre une capacité de traitement élevée pour prendre en charge des systèmes complexes et des processus à grande échelle.
- **Langage** : Le langage Ladder Diagramme (LD) Instruction List (IL) Structure Texte (ST) Fonction Block Diagramme (FBD) Séquentiel Fonction Chart (SFC)
- **Protocole** : Profibus DP Profinet MPI ETHERNET [8]



FIGURE 3.19 – Automate Siemens S7-400

3. Automate Siemens S7-1200 :

- **Caractéristique** : Il est conçu pour être compact Il basé sur une architecture modulaire(Figure 3.20).
- **La capacité** : Certains modèles d'automates S7- 1200 offrent une mémoire interne de 50 Ko, 100 Ko, 150 Ko ou 200 Ko pour le programme.

- **Langage** : Protocole Le langage Ladder Diagramme (LD) Instruction List (IL) Structure Texte (ST) Fonction Block Diagramme (FBD) Séquentiel Fonction Chart (SFC).
- **Protocole** : Profinet modbus TCPP/IP. [8]



FIGURE 3.20 – Automate Siemens S7-1200

4. Automate Siemens S7-1500 :

- **Caractéristique** : Il offre des fonctionnalités avancées pour répondre aux besoins complexes de l'automatisation industrielle. Il est disponible dans différentes configurations avec un large éventail de modules d'E/S intégrés et optionnels (Figure 3.21).
- **La capacité** : La capacité de l'automate S7- 1500 et peut aller de 750 Ko à plusieurs Mo.
- **Langage** : Protocole le langage Ladder Diagramme (LD) Instruction List (IL) Structure Texte (ST) Fonction Block Diagramme (FBD) Séquentiel Fonction Chart (SFC)
- **Protocole** : Profinet Profibus modbus TCPP/IP OPC UA.[8]



FIGURE 3.21 – Automate Siemens S7-1500

3.9 Programmation des automates :

Pour la programmation de l'automate, l'automaticien a la possibilité d'utiliser :

- une console de programmation offrant l'avantage d'une portabilité.
- Un ordinateur offrant une programmation plus simple, se connectant à l'automate par le moyen d'une liaison série RS232.

➔ **RS232** : est une liaison série unidirectionnelle ou bidirectionnelle entre 2 équipements (exemple : PC <> API).

Elle utilise des niveaux de tension asymétriques :

- +12 V = bit logique "0".
- -12 V = bit logique "1"

Il y a pas de gestion de "biais" automatique : on transmet les bits avec des tensions fixes.

RS232 ne gère qu'un seul émetteur et un seul récepteur.

3.10 Choix d'un automate par rapport à une autre solution :

3.10.1 Pourquoi choisir un automate (API) ?

Dans un système automatisé, il existe plusieurs façons de piloter une machine ou un processus :

- ⇨ Avec un automate programmable industriel (API).
- ⇨ Avec un ordinateur industriel (PC industriel)
- ⇨ Avec un système câblé à relais
- ⇨ Ou même avec des microcontrôleurs / Arduino / Raspberry Pi dans certains cas simples.

Le choix de l'automate dépend donc de plusieurs critères techniques, économiques et fonctionnels. [9]

3.10.2 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur :

1. **Nombre d'entrées / sorties** : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
2. **Type de processeur** : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
3. **Fonctions de communication** : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).
4. **Robustesse et fiabilité** : Les API sont conçus pour fonctionner 24h/24 dans des environnements industriels hostiles (poussière, chaleur, vibrations).
5. **Modularité** : Possibilité d'ajouter facilement des modules d'entrées/sorties, communication, analogiques.
6. **Maintenance facilitée** : Les API permettent un diagnostic clair des pannes, des remplacements simples.
7. **Cycle rapide et temps réel** : Les API exécutent des cycles de quelques millisecondes, parfaits pour le contrôle temps réel.
8. **Compatibilité industrielle** : Connexion directe aux capteurs/actionneurs standards, communication avec d'autres équipements via des protocoles comme Profibus, Modbus.

9. **Sécurité et sûreté** : Les API peuvent intégrer des fonctions de sécurité certifiées (ex : API de sécurité).
10. **Coût global** : Moins cher à long terme que des solutions PC ou microcontrôleur si on inclut fiabilité, maintenance et mise à niveau.

3.10.3 Exemples concrets de comparaison

- **Exemple 1** : Automate vs PC industriel

Pour le pilotage d'une presse hydraulique (comme la machine OPA 1400/6-4), un automate S7-300 est plus adapté qu'un PC :

- ✓ Car il gère mieux les signaux d'entrée/sortie rapides.
- ✓ Il est plus robuste en milieu industriel.
- ✓ Il offre une maintenance simplifiée.

- **Exemple 2** : Automate vs Arduino

- ✓ Une carte Arduino ne suffirait pas : manque d'isolation électrique, pas de diagnostic, pas de communication industrielle.
- ✓ Un automate Siemens avec modules d'E/S et Profibus serait beaucoup plus fiable et évolutif.

3.11 Choix de l'API SIEMENS S7-300 :

3.11.1 Choix du constructeur :

Le choix d'un automate repose d'abord sur la sélection d'un constructeur fiable et reconnu. Dans notre cas, nous avons opté pour les automates de la marque Siemens, un acteur majeur et leader mondial dans le domaine des systèmes automatisés.

Siemens propose une large gamme de solutions d'automatisation destinées aussi bien à l'industrie manufacturière qu'à l'industrie des procédés, en passant par l'appareillage électrique d'installation. Son offre comprend également des outils logiciels puissants pour l'intégration des systèmes de production, la gestion industrielle, ainsi que l'optimisation des processus.

L'un des avantages majeurs de Siemens réside dans la richesse de ses gammes : chaque série d'automates est conçue pour répondre à des besoins spécifiques, allant des applications simples aux systèmes complexes.

Notre choix s'est orienté vers Siemens pour plusieurs raisons essentielles :

- Fiabilité éprouvée
- Robustesse adaptée aux environnements industriels

- Flexibilité dans la configuration
- Puissance de traitement
- Disponibilité des pièces de rechange

3.12 Présentation du S7-300 :

L'automate programmable industriel, S7-300 fabriqué par SIEMENS, fait partie de la gamme SIMATIC S7. C'est un automate qui constitue une plate-forme d'automatisation universelle et optimale pour les applications dans les architectures centralisées et décentralisées, destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gamme.

Le S7-300 permet la réalisation de commandes de machines, compactes et modulaires, libres de toutes contraintes de configuration. Il fonctionne sans ventilation forcée. Les modules sont accrochés et fixés par vis sur un profilé support, ce qui satisfait une constitution robuste avec ce qui suit :

- Aptitude élevée à l'environnement industriel (humidité, perturbations électromagnétique) et résistance élevée aux chocs.
- Un système destiné à travailler pour des gammes de température d'étendue allant de «-25°C» à «+60°C».

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU, du coupleur et de modules d'entrées/sortie. [9]



FIGURE 3.22 – Automate Siemens S7-300

3.13 Modularité du S7-300 :

Le S7-300 se distingue par sa conception modulaire, offrant une large gamme de modules adaptés à divers besoins. Ces modules peuvent être assemblés et configurés librement

en fonction des exigences spécifiques de l'application d'automatisation. On distingue plusieurs types de modules, notamment :

3.13.1 Le nombre d'entrées/sorties (E/S) – TOR et analogiques :

Un automate doit pouvoir gérer le nombre nécessaire d'E/S pour piloter le système :

- **E/S analogiques** : Valeurs continues (tension ou courant), utilisées pour mesurer des grandeurs physiques (ex : température, pression).
- **E/S TOR (Tout Ou Rien)** : Signaux binaires (0 ou 1), utilisés pour détecter des états (ex : bouton appuyé, capteur activé).
- **Le S7-300** peut gérer jusqu'à 512 E/S TOR et 64 E/S analogiques (avec des modules d'extension).[9]

3.13.2 Le type de processeur et sa capacité de traitement :

Le CPU (Central Processing Unit) est le cœur de l'automate :

- Les CPU du S7-300 varient (ex : CPU 312, 314, 315, 317), avec des vitesses de cycle plus ou moins rapides (temps de cycle de 0,1 à 0,03 ms/instruction). on a choisie le CPU S7 313C.

CPU S7 313 :Mémoire de travail 64 Ko; 0,1ms/kinst; DI24/DO16; AI5/AO2 intégrées; 3 sorties impulsion (2,5kHz); comptage et mesure sur 3 voies avec codeurs incrémentaux 24V (30kHz); port MPI; configuration multi-rangées jusqu'à 31 modules; firmware V2.6 (Figure 3.23) [10].



FIGURE 3.23 – CPU S7 313

3.13.3 Module d'alimentation :

Pour répondre à différents besoins, trois modules d'alimentation sont disponibles pour le S7-300 :

- PS 307 / 2A
- PS 307 / 5A
- PS 307 / 10A (Figure 3.24).



FIGURE 3.24 – alimentation PS 307 / 10A

3.13.4 Modules de communication du S7-300 (CP) :

Les modules de communication sont conçus pour gérer les échanges de données via des liaisons série. Ils permettent d'établir des connexions point à point avec différents équipements, notamment :

- Des pupitres opérateurs (interfaces homme-machine),
- D'autres automates SIMATIC (S7 ou S5),
- Ainsi que des automates d'autres marques.

3.13.5 Module de fonction (FM) :

Les modules de fonctions (FM) sont conçus pour prendre en charge des tâches complexes ou exigeantes, allégeant ainsi la charge de calcul de la CPU principale. Ils sont spécialisés dans certaines fonctions précises, telles que :

- **FM 354 et FM 357** : Modules de commande d'axe, utilisés pour le pilotage de servomoteurs.
- **FM 353** : Module de positionnement, idéal pour le contrôle de moteurs pas à pas.
- **FM 355** : Module de régulation pour le contrôle précis de processus analogiques.
- **FM 350-1 et FM 350-2** : Modules de comptage pour applications nécessitant le traitement de signaux [10]

3.13.6 Module d'extension (UR) :

Il assure le raccordement électrique entre divers module, il est constitués d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur, généralement sont installés à l'intérieurs des armoires électriques.

3.13.7 Interface Homme-Machine (IHM)

Dans la majorité des applications, les opérateurs et le personnel technique doivent accéder aux informations traitées par l'automate programmable. Pour cela, on utilise une Interface Homme-Machine (IHM), qui permet de traduire les données internes de l'automate sous une forme compréhensible et exploitable par l'utilisateur.

Les IHM, aussi appelées pupitres opérateurs, peuvent se présenter sous différentes formes :

- Panneaux d'affichage dynamiques,
- Indicateurs d'état simples (voyants, bargraphes).



FIGURE 3.25 – Interface Homme-Machine

3.14 Discussion

Ce chapitre a présenté les fondamentaux des automates programmables industriels (API), décrivant leur structure modulaire et les principaux types de modules. Il a mis en évidence les critères de sélection d'un API en fonction des exigences industrielles. Après un aperçu général des différents modèles, l'accent a été mis sur l'automate Siemens S7-300, reconnu pour sa fiabilité, sa flexibilité et ses capacités de communication, parfaitement adapté aux applications industrielles de moyenne à grande échelle.

Chapitre 4

Programmation et simulation

4.1 Préambule

Dans ce chapitre nous allons présenter la partie programmation, en débutant par l'analyse graphique GRAPHCET et la programmation avec le logiciel STEP7, suivie de la simulation de programme sur winCC FLEXIBLE.

4.2 Définition d'un GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Étape/Transition) est un outil graphique utilisé pour modéliser le fonctionnement séquentiel d'un système automatisé. Il permet de représenter de manière claire et structurée les différentes étapes d'un processus, les conditions de transition entre ces étapes, ainsi que les actions associées. Le GRAFCET facilite l'analyse, la conception et la programmation des automatismes, en servant de lien entre l'analyse fonctionnelle et le code automatisé. [11]

4.2.1 Les concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose de plusieurs éléments :

- Les étapes, auxquelles sont associées des actions ou activités spécifiques.
- Les transitions, accompagnées de réceptivités permettant de définir les conditions d'évolution.
- Les liaisons orientées, qui assurent la connexion entre les étapes et les transitions, dans les deux sens. [11]

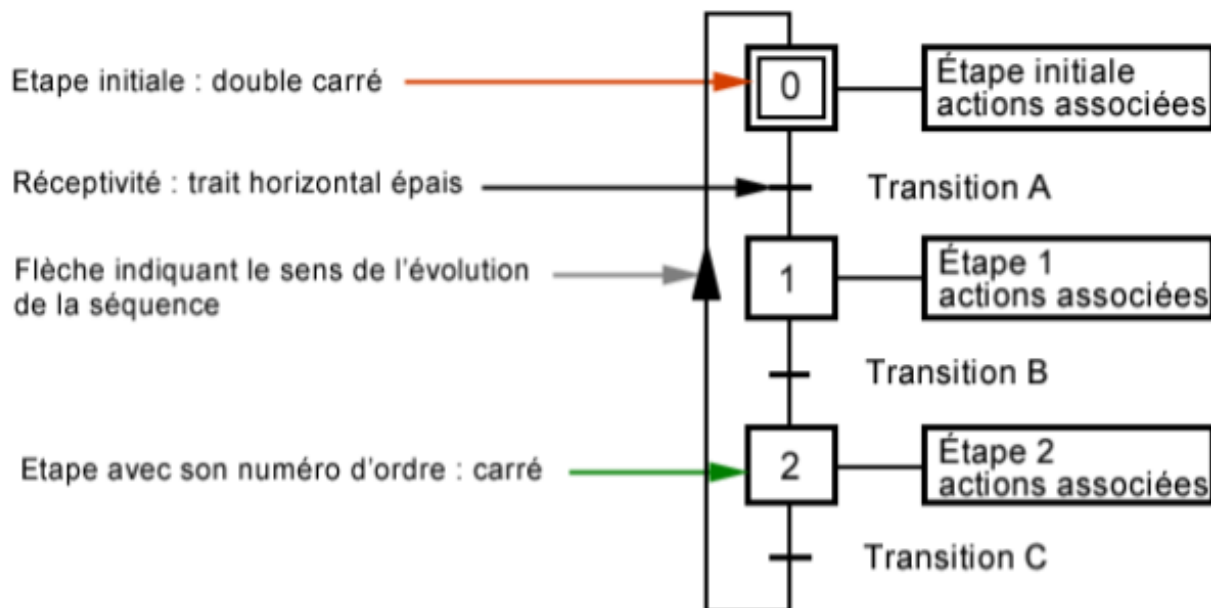


FIGURE 4.1 – les éléments de bases d'un GRAFCET :

4.2.2 Règles d'évolution du Grafcet :

Les règles d'évolution définissent les principes fondamentaux suivants :

1. États initiaux activés :

À la mise sous tension ou au démarrage, les étapes initiales du GRAFCET sont automatiquement activées.

2. Condition de franchissement :

Une transition entre deux étapes ne peut être franchie que si :

- L'étape précédente est active.
- La réceptivité (condition logique associée à la transition) est vraie.

3. Franchissement d'une transition :

Lorsqu'une transition est franchie :

- L'étape précédente est désactivée,
- L'étape suivante est activée,
- Les actions associées à cette nouvelle étape peuvent alors s'exécuter.

4. Actions associées aux étapes :

Une action est exécutée tant que son étape est active, sauf si elle est conditionnée (ex : actions temporisées).

5. Évolutions simultanées :

Un GRAFCET peut comporter des divergences et convergences, permettant plusieurs évolutions en parallèle (exécution simultanée de plusieurs étapes).

6. Reboucement / répétition :

Le GRAFCET peut inclure des boucles pour répéter une séquence d'actions selon une condition.

4.2.3 Sélection de séquences et séquences simultanées :

Le GRAFCET possède deux structures spécifiques : la sélection de séquences et les séquences simultanées.

1. Convergence et divergence en “OU” :

Lorsque plusieurs transitions sont reliées à une même étape dans le sens vers étape (respectivement dans le sens d'étape), on regroupe les arcs par un simple trait horizontal et l'on parle de convergence en “OU” (respectivement de divergence en ou). les transitions lors d'une divergence en “OU” doivent avoir un caractère exclusif. Cela peut apparaître, dans la réceptivité ou sur la partie opérative elle même. [11]

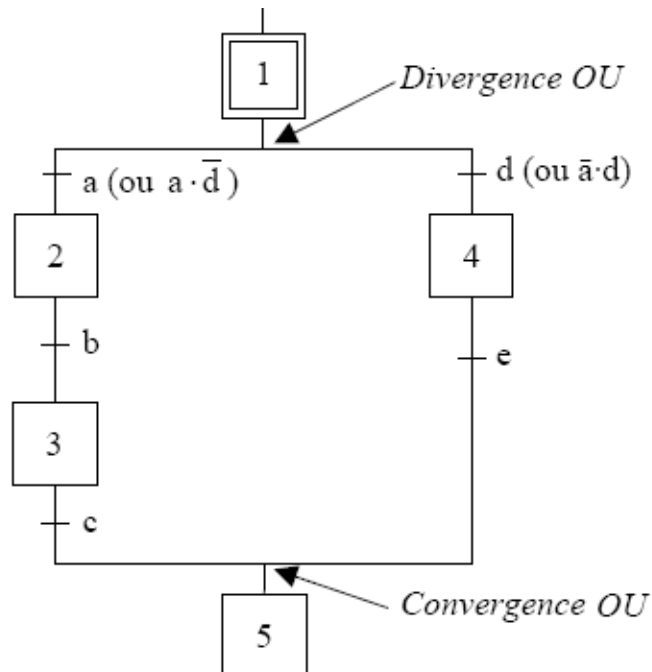


FIGURE 4.2 – Représentation graphique d'une sélection de séquence

2. **Convergence et divergence en “ ET ”** : Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée convergence en “ET”. Des étapes de synchronisation sont souvent indispensables avant la convergence, car la durée des différentes branches est très rarement synchrone. Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs vers ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale appelée divergence en “ET”. [11]

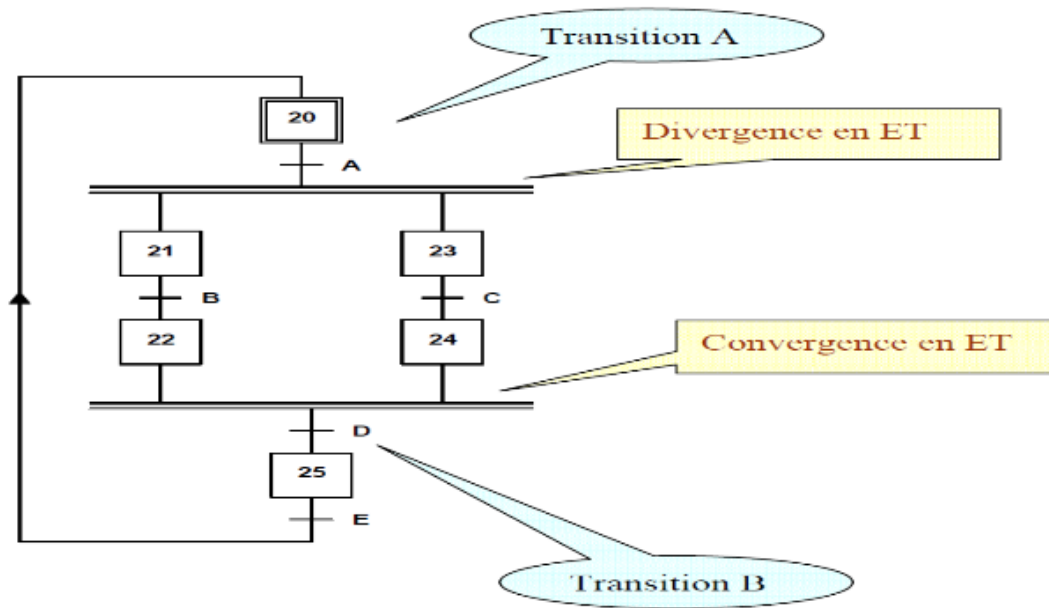


FIGURE 4.3 – Représentation graphique d’une sélection de séquence

4.3 Réalisation du grafcet de la machine

4.3.1 grafcet Doseur

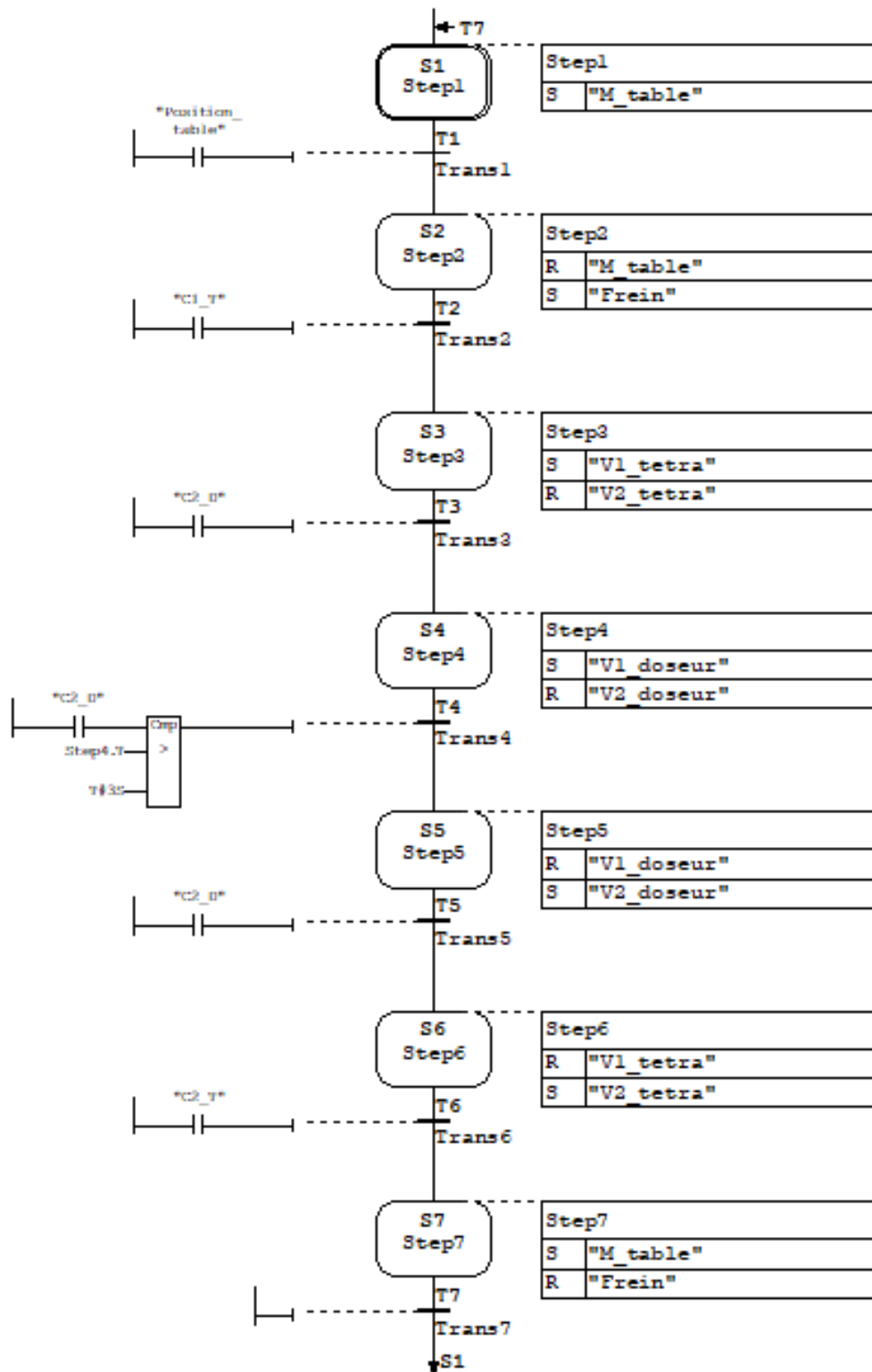


FIGURE 4.4 – grafcet Doseur

4.3.2 grafcet vibreur plongeant

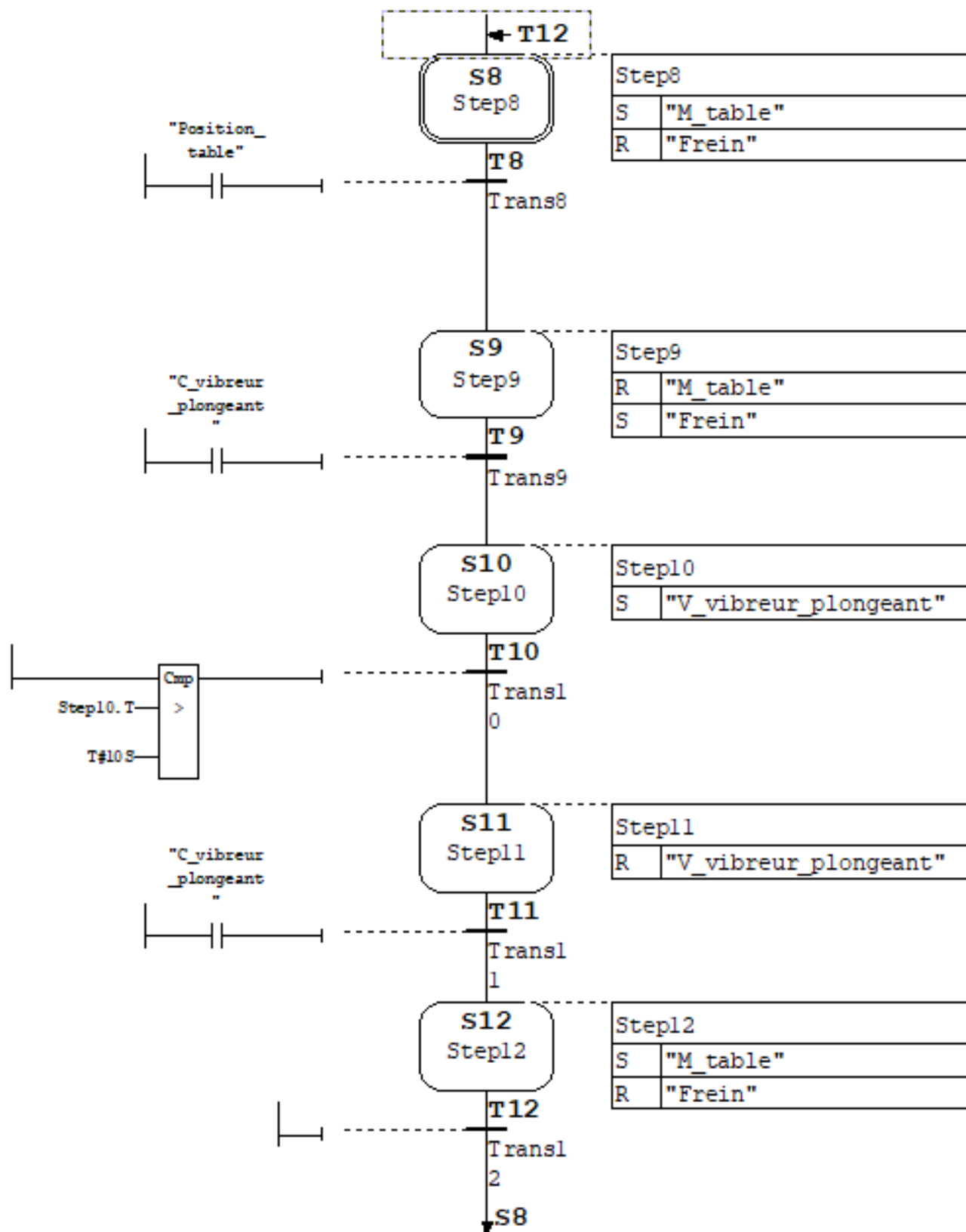


FIGURE 4.5 – grafcet vibreur plongeant

4.3.3 grafcet presse

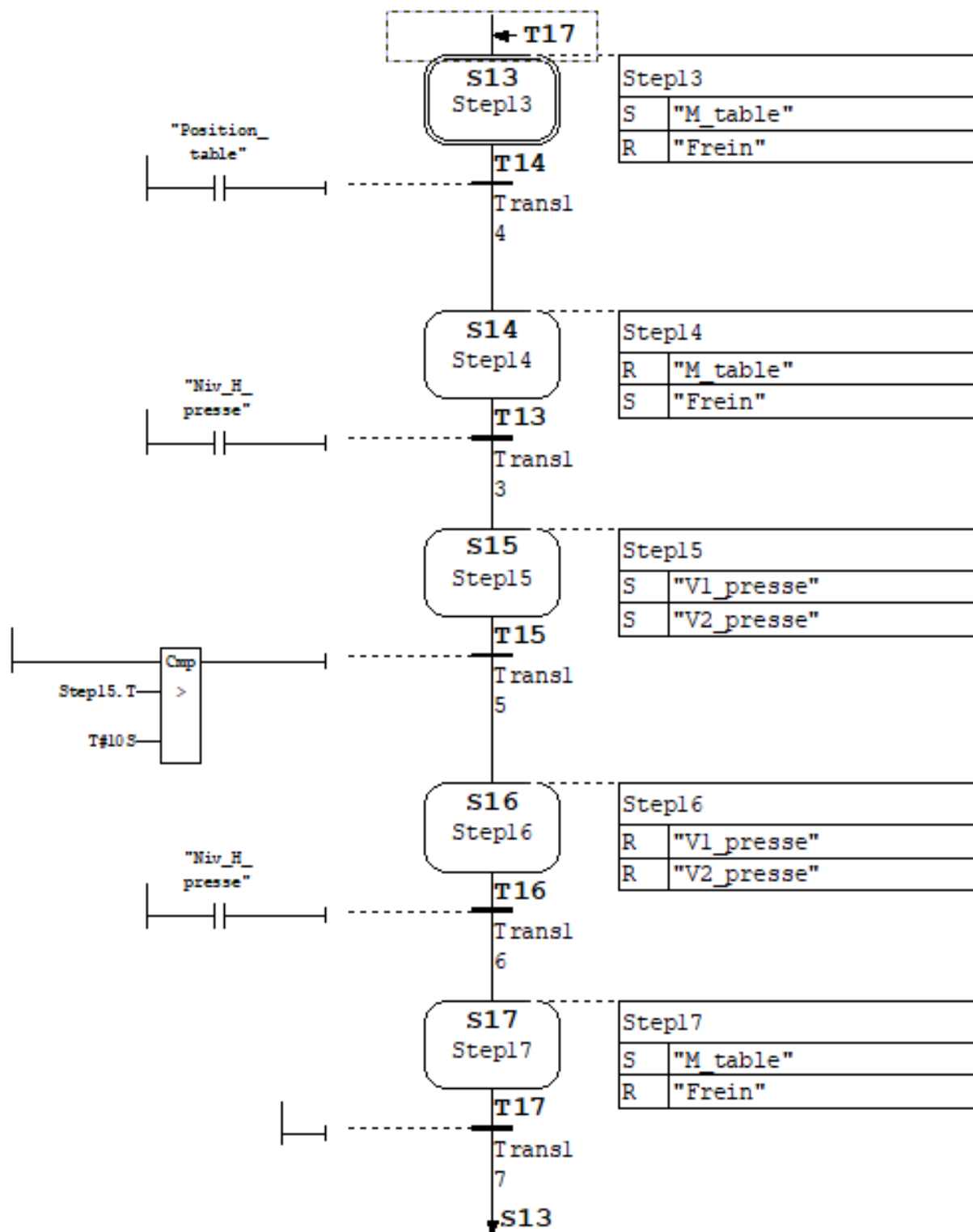


FIGURE 4.6 – grafcet presse

4.3.4 grafcet démoulage et ventouse

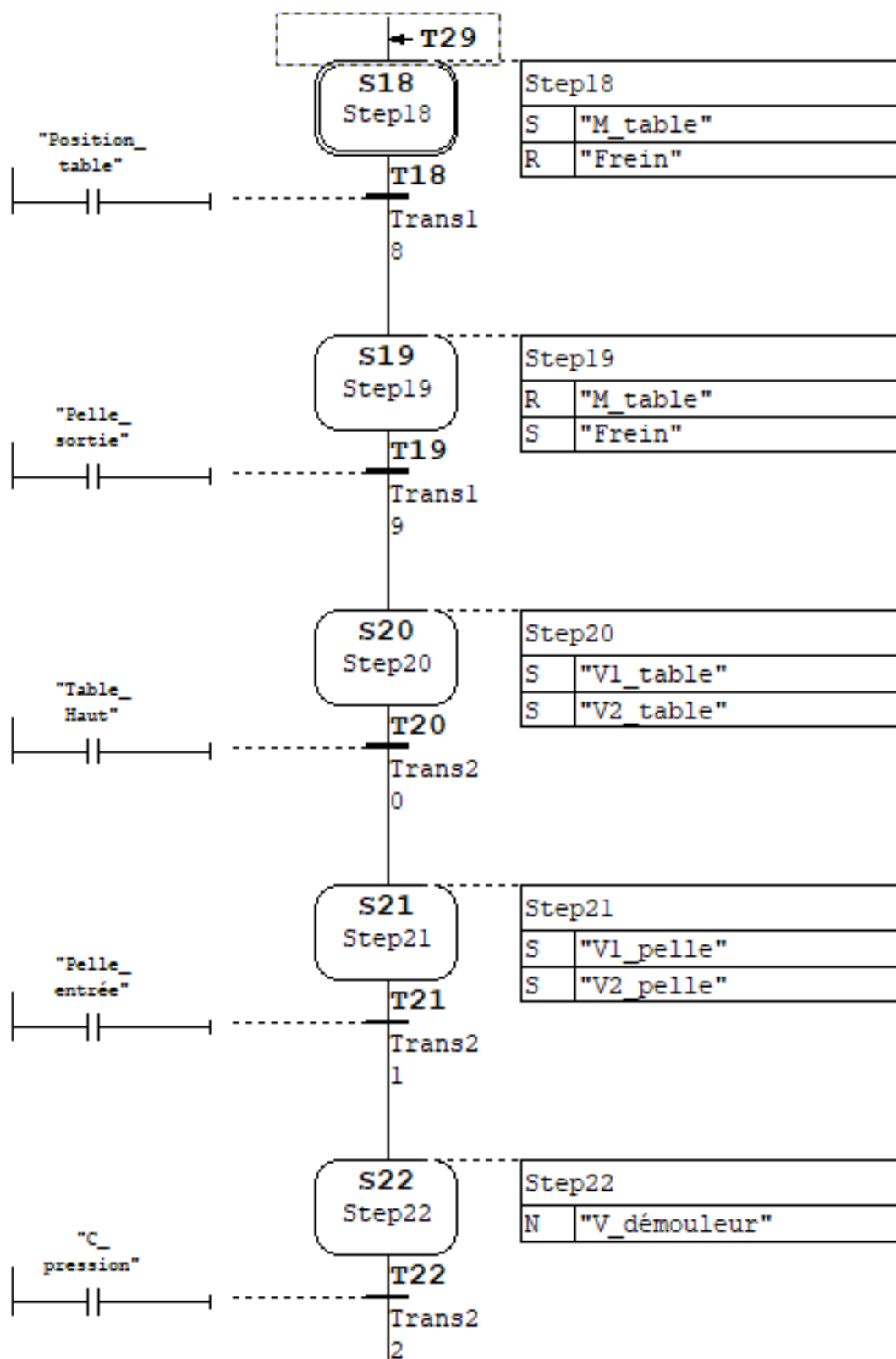


FIGURE 4.7 – grafcet démoulage et ventouse"part 1"

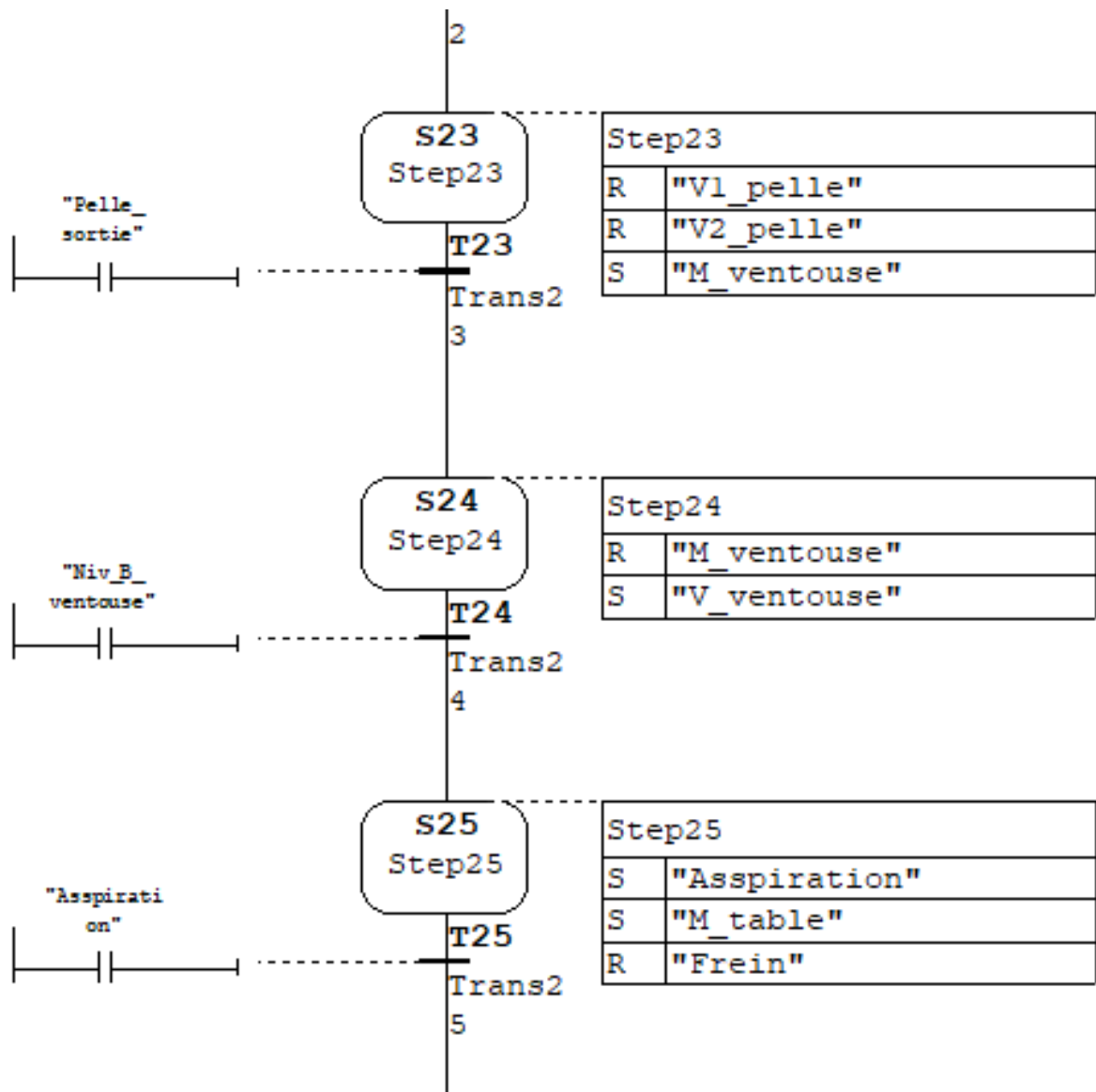


FIGURE 4.8 – grafcet démoulage et ventouse"part 2"

4.4 SIMATIC Manager

4.4.1 Qu'est-ce que SIMATIC Manager ?

SIMATIC Manager, est l'application centrale pour, ainsi, dire le "centre" de PCS7. À partir de là, vous allez ouvrir toutes les autres applications dans lesquelles, vous devez effectuer des paramétrages pour le projet PCS 7.

- ✓ SIMATIC Manager et toutes les autres applications sont "interconnectées".
- ✓ SIMATIC Manager, permet l'accès facile à toutes les données créées dans le SIMATIC Manager et les applications associées.
- ✓ En raison de la fonction centrale, représentée par SIMATIC Manager dans PCS 7, il est recommandé de familiariser dans tous les cas avec son organisation et sa

structure. [12]

4.4.2 Station SIMATIC

Une station SIMATIC, représente une configuration matérielle S7 comportant un ou plusieurs modules programmables. Il existe différents types.

✓ **SIMATIC 400 :**

Automate à performances extrêmes, adapté à l'exécution de programme de lourds calculs.

✓ **SIMATIC 300 :**

Automate à extensibilité modulaire.

✓ **SIMATIC H :**

Automate insensible aux défaillances, il se compose de 2 CPU du même type, en cas de problème elle commute de l'une vers l'autre sans perte de données.

✓ **SIMATIC PC :**

ou PG représente un PC ou une station OS contenant des composants SIMATIC : des applications (WinCC, par ex.), un automate logiciel ou une carte CPU enfichée dans le PC.

✓ **SIMATIC S5 :**

liaison vers un projet S5.

✓ **Autres stations :**

se sont soit des appareils d'autres fabricants, ou bien des stations de SIMATIC S7 contenus dans un autre projet.

- **PG/PC :** Outils de programmation pour contrôleurs SIMATIC, c'est une console de programmation compatible avec le milieu industriel [12]

4.5 Le logiciel de programmation STEP 7

4.5.1 Qu'est-ce que STEP 7 ?

STEP 7 est un logiciel de programmation développé par Siemens pour la configuration, la programmation et la maintenance des automates programmables industriels (API) de la gamme SIMATIC,

Il permet de : Créer et gérer des projets d'automatisation, Programmer les API, Configurer le matériel (HW Config), Effectuer la maintenance et le diagnostic.



FIGURE 4.9 – Station PC et PG/PC

4.5.2 Les applications disponibles

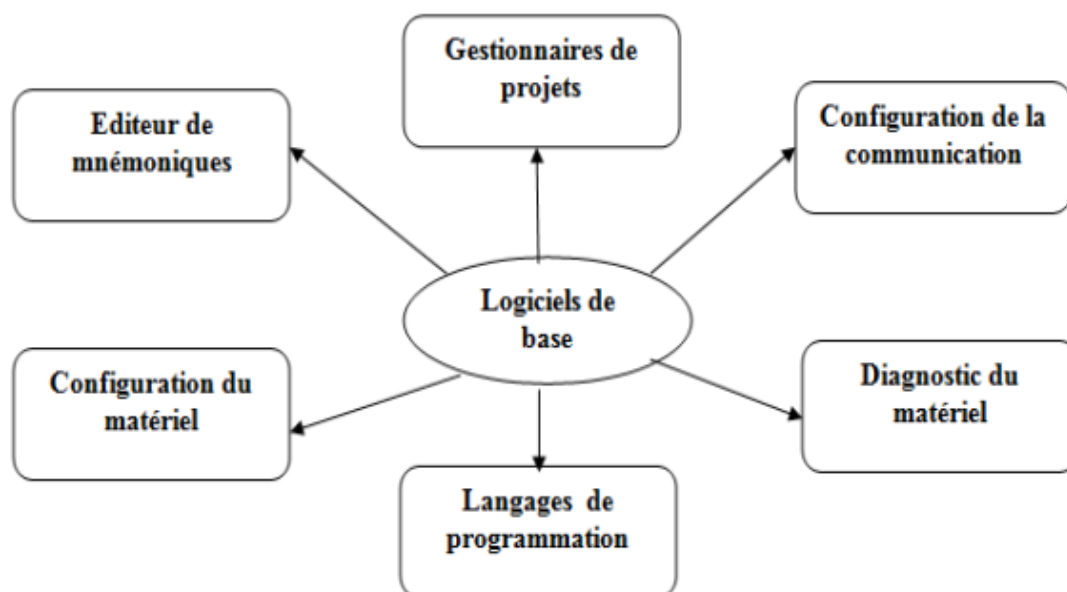


FIGURE 4.10 – Applications disponibles dans STEP 7

4.5.3 Création d'un projet STEP 7

Un projet inclut deux éléments cruciaux : les programmes et la configuration du matériel. On peut débiter par l'explication de l'une ou l'autre, mais avant tout, il est nécessaire

de lancer le programme SIMATIC Manager. Ce logiciel est l'interface graphique qui facilite la gestion du projet et l'accès aux autres programmes de STEP7.



FIGURE 4.11 – SIMATIC Manager

La figure ci-contre représente la première étape pour création d'un projet dans STEP7

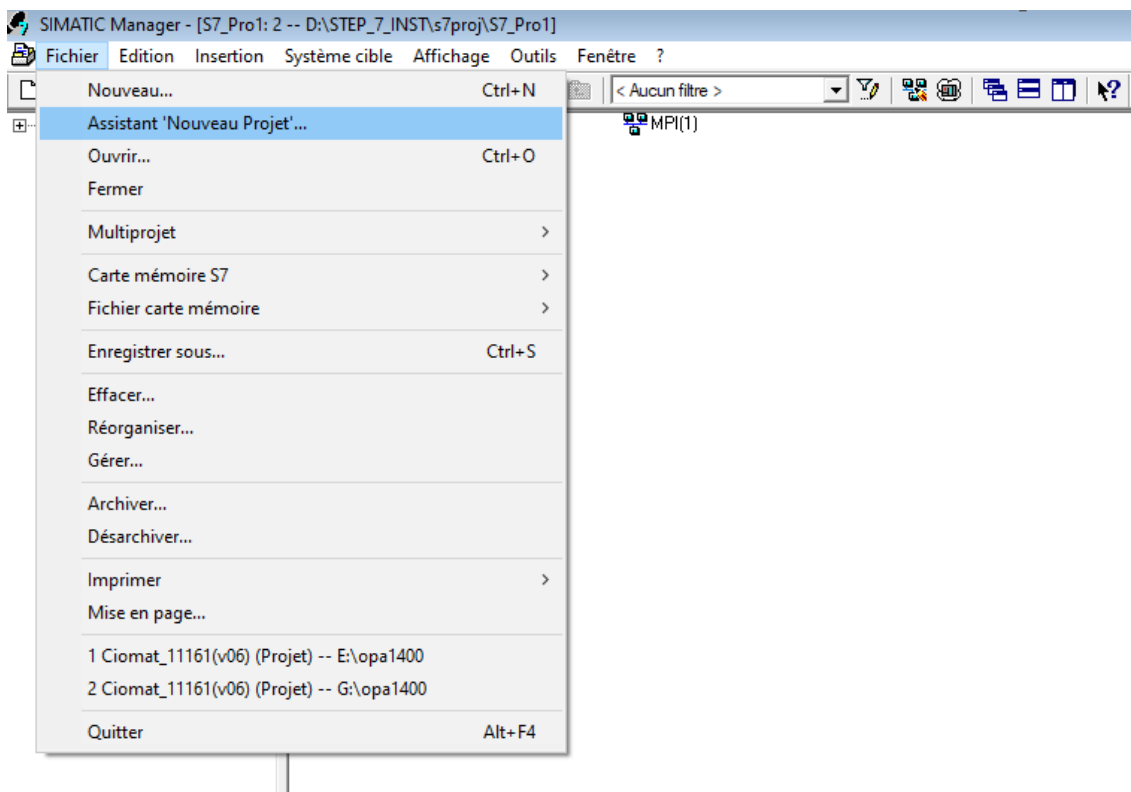


FIGURE 4.12 – Création d'un projet avec SIMATIC Manager.

Pour en créer un nouveau, il suffit de cliquer sur le bouton « Assistant 'Nouveau projet' », attribuer un nom et valider. Ensuite, il faut choisir une station de travail.

4.5.4 Gestionnaire des projets SIMATIC

Il gère toutes les informations liées à un projet d'automatisation. Il lance automatiquement les applications nécessaires pour traiter les données choisies.

4.5.5 Configuration matérielle (Partie Hardware)

Il s'agit d'une étape cruciale, qui implique la disposition des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Les modules sont livrés avec des réglages par défaut configurés en usine. Il est nécessaire de disposer d'une configuration matérielle pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses pré-réglés d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.

Par exemple, le choix du matériel SIMATIC S7 300 avec une CPU313C, nous conduit à introduire la hiérarchie suivante

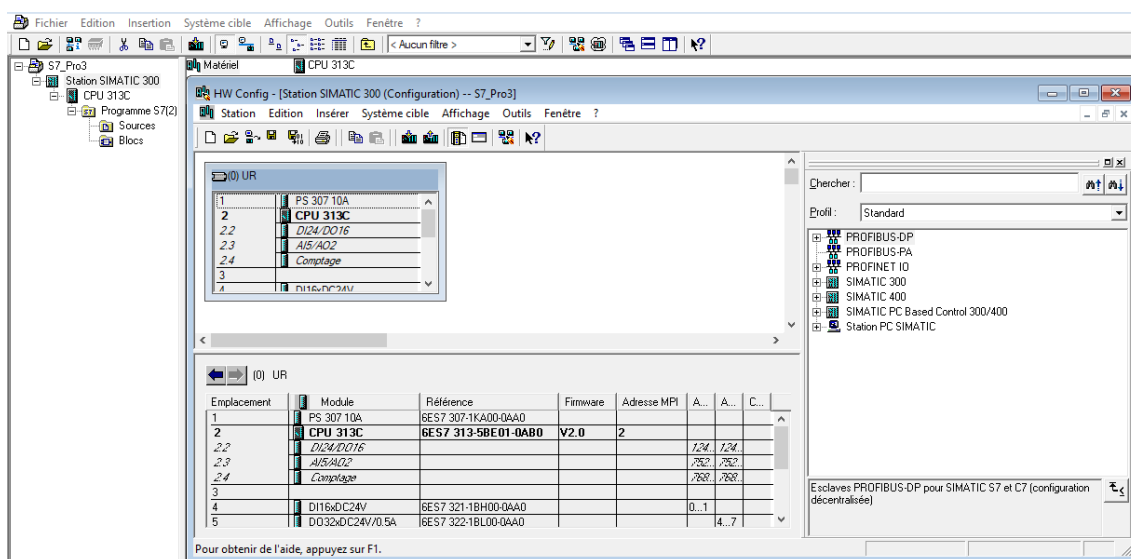


FIGURE 4.13 – Configuration matérielle.

On commence par le choix du châssis, selon la station choisie auparavant, pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis " RACK-300 " qui comprend un rail profile. Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1. Parmi celles proposées, notre choix s'est porté sur la " PS-307 10 A ". La " CPU 300 6ES7 313-5BF03-0ABO " est impérativement mise à l'emplacement n°2. L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique, pour un coupleur dans une configuration multi châssis (communication).

4.5.6 Edition des programmes

Dans la section « bloc » du SIMATIC Manager, on trouve par défaut le bloc d'organisation « OB1», qui représente le programme cyclique.

On peut rajouter d'autres blocs à tout moment, par un clic droit dans la section Bloc de SIMATIC Manager.

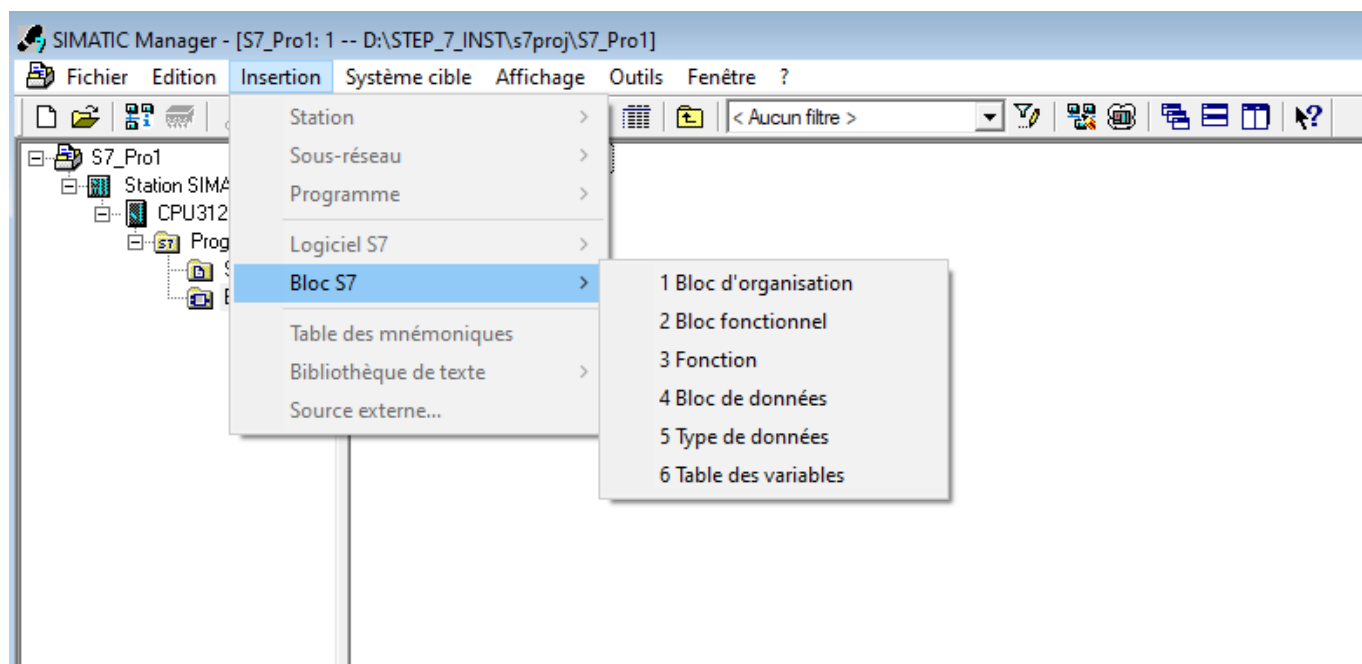


FIGURE 4.14 – Edition des programmes.

Type des blocs en STEP7

Bloc	Désignation	Rôle
OB	Bloc d'organisation	Constitue l'interface entre le système d'exploitation de la CPU S7 et le programme utilisateur. C'est ici, qu'est défini l'ordre d'exécution des blocs du programme utilisateur.
FC	Bloc fonctionnel	Est un bloc de code à données statiques. Il dispose d'une mémoire, il est possible d'accéder à ses paramètres depuis n'importe quelle position du programme utilisateur
FB	Bloc des fonctions	Ce sont des blocs de code sans mémoire. De ce fait, il faut que les valeurs calculées soient traitées aussitôt après l'appel de la fonction
DB	Bloc des données	Est une zone servant à mémoriser les données utilisateur. On distingue les DB globaux, auxquels tous les blocs de code ont accès et les DB d'instance, qui sont associés à un appel de fb déterminé
UDT	Type des données utilisateur	Est un type complexe défini par l'utilisateur au besoin et qui est réutilisable. Un type de données utilisateur, peut servir à générer plusieurs blocs de données de même structure. les UDT s'emploient comme des blocs.

4.5.7 Editeur de mnémonique

Il offre la possibilité de contrôler toutes les variables globales. Cela signifie la définition de désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), des mémentos et des blocs, ainsi que l'importation et l'exportation avec d'autres.

Il est très bénéfique d'utiliser des mnémoniques, il est préférable de rédiger un programme intégralement en utilisant des symboles plutôt qu'un adressage direct, cela rend le tout beaucoup plus clair et compréhensible. Il est nécessaire de se rendre dans le tableau des mnémoniques et d'y consigner les divers éléments.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		Activation	M 2.0	BOOL	
2		Asspiration	A 5.7	BOOL	
3		C_pression	E 1.4	BOOL	
4		C_vibreur_plongeant	E 0.7	BOOL	
5		C1_D	E 0.5	BOOL	
6		C1_T	E 0.3	BOOL	
7		C2_D	E 0.6	BOOL	
8		C2_T	E 0.4	BOOL	
9		Frein	A 4.1	BOOL	
10		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
11		M_table	A 4.0	BOOL	
12		M_ventouse	A 6.0	BOOL	
13		Niv_B_ventouse	E 1.6	BOOL	
14		Niv_H_presse	E 1.0	BOOL	
15		Niv_H_ventouse	E 1.5	BOOL	
16		P_dépot	E 1.7	BOOL	
17		Pelle_entrée	E 1.2	BOOL	
18		Pelle_sortie	E 1.1	BOOL	
19		Position_table	E 0.2	BOOL	
20		START	E 0.0	BOOL	
21		STOP	E 0.1	BOOL	
22		Table_Haut	E 1.3	BOOL	
23		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
24		V_démouleur	A 5.5	BOOL	
25		V_ventouse	A 5.6	BOOL	
26		V_vibreur_plongeant	A 4.6	BOOL	
27		V1_doseur	A 4.4	BOOL	
28		V1_pelle	A 5.3	BOOL	
29		V1_presse	A 4.7	BOOL	
30		V1_table	A 5.1	BOOL	
31		V1_tetra	A 4.2	BOOL	
32		V2_doseur	A 4.5	BOOL	
33		V2_pelle	A 5.4	BOOL	
34		V2_presse	A 5.0	BOOL	
35		V2_table	A 5.2	BOOL	
36		V2_tetra	A 4.3	BOOL	
37					

FIGURE 4.15 – table de mnémoniques.

4.5.8 Le simulateur des programmes PLCSIM

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM offre la possibilité d'exécuter et de tester le programme sur un automate programmable, que ce soit dans une console de programmation ou sur un ordinateur simulé.

Comme la simulation s'effectue intégralement dans le logiciel STEP7, il n'est pas obligatoire de se connecter à un matériel S7 spécifique (CPU ou module de signaux). L'API de simulation S7 permet de visualiser des programmes conçus pour les unités centrales S7-300 et S7-400, tout en corrigeant les éventuelles fautes.

S7-PLCSim offre une interface intuitive qui permet de visualiser et de forcer les Plusieurs paramètres sont manipulés par le programme (tels que, par exemple, l'activation ou la désactivation d'entrées).

Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin de visualiser et forcer des variables.

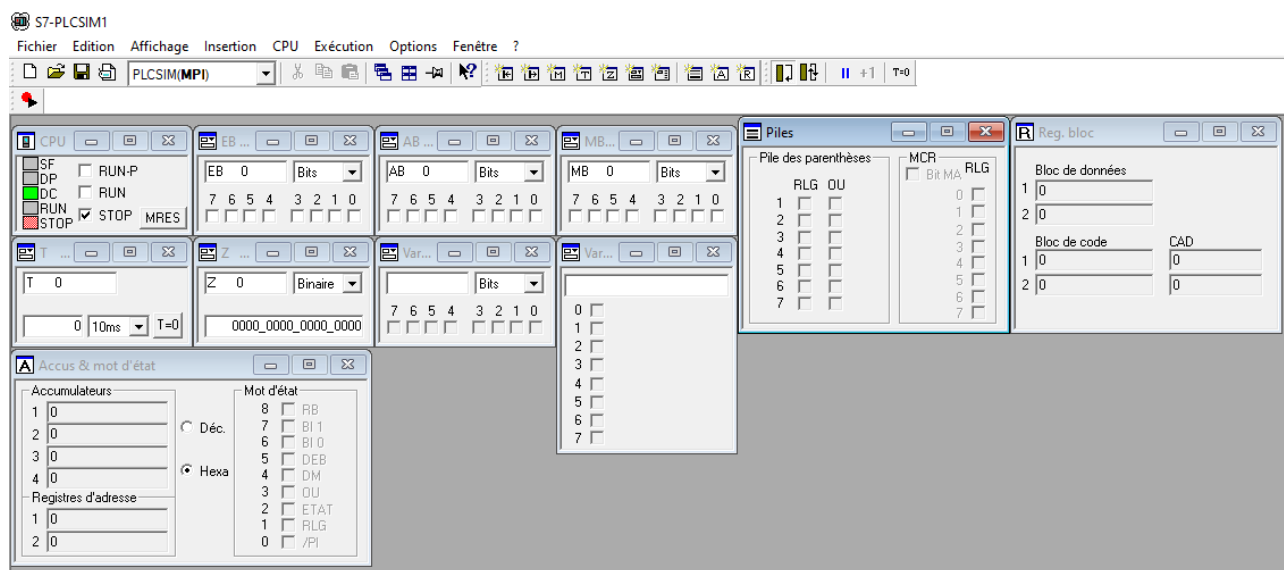


FIGURE 4.16 – Le simulateur S7 PLCSIM

1. Etats de fonctionnement de la CPU

✓ Etat de marche (RUN-P) :

Le programme est exécuté par le processeur, tout en vous offrant la possibilité de le modifier ainsi que ses paramètres. Pour pouvoir utiliser les applications de STEP 7 afin d'imposer un paramètre quelconque Pendant l'exécution du programme, il est nécessaire de passer la CPU en état RUN-P.

Dans l'application de simulation S7 PLCSIM, vous avez la possibilité d'utiliser les fenêtres générées pour ajuster une quelconque information employée par le programme.

✓ **Etat de marche (RUN)**

La CPU exécute le programme en trois étapes : elle lit d'abord les entrées, puis traite le programme, et enfin met à jour les sorties. Par défaut, lorsque la CPU est en mode exécution (RUN), il n'est pas possible de charger un nouveau programme ni d'utiliser les outils de STEP 7 pour forcer certains paramètres, comme les valeurs des entrées.

✓ **Etat d'arrêt (STOP)**

Quand la CPU est à l'arrêt (STOP), elle n'exécute pas le programme. Contrairement à une vraie CPU, les sorties ne passent pas à des valeurs de sécurité, mais gardent leur dernier état avant l'arrêt.

Pendant que la CPU est à l'arrêt, on peut y charger un programme.

Lorsque la CPU passe de l'état STOP à RUN, elle commence l'exécution du programme depuis la première instruction.

2. **Indicateurs de la CPU**

La fenêtre de la CPU affiche plusieurs indicateurs, qui représentent les voyants lumineux (LED) qu'on retrouve sur une vraie CPU physique :

- ✓ **SF** : Le voyant SF (System Fault = erreur système) s'allume pour vous avertir que la CPU a détecté une erreur, ce qui peut modifier son mode de fonctionnement.
- ✓ **DP** : ce voyant montre si la communication fonctionne bien entre la CPU et les modules d'entrées/sorties situés à distance.
- ✓ **DC (alimentation)** : ce voyant indique si la CPU est sous tension (allumée) ou hors tension (éteinte).
- ✓ **RUN** : ce voyant montre que la CPU est en fonctionnement, c'est-à-dire qu'elle exécute le programme.
- ✓ **STOP** : ce voyant signale que la CPU est à l'arrêt, donc elle n'exécute pas le programme.

3. **Visualisation d'état du programme :**

Une fois le programme chargé dans le simulateur et la CPU passée en mode RUN, le logiciel permet de voir l'état du programme en temps réel grâce à la fonction "Test en ligne" ou en cliquant sur l'icône correspondante.

4. **Exemples de simulation de notre programme : .**

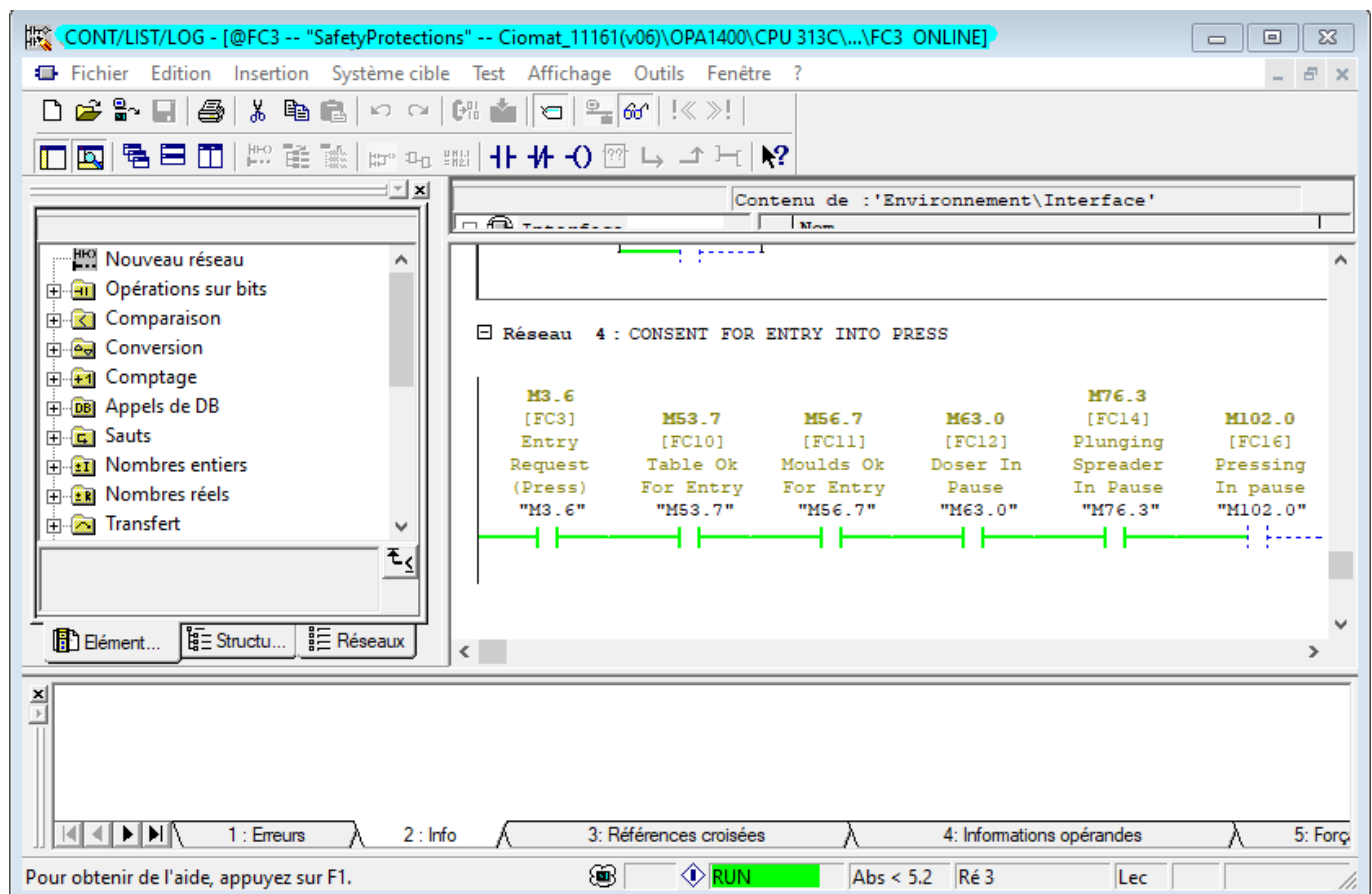


FIGURE 4.17 – Exemple de simulation de notre programme.

4.6 WinCC flexible

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence, s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM, constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle, proprement dit du processus, est assuré par le système d'automatisation. Il existe, par conséquent, une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation.

4.6.1 Utilisation de SIMATIC WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible, réunit les avantages suivants :

- ✓ SIMPLICITE,
- ✓ OUVERTURE,

- ✓ FLEXIBILITE

4.6.2 WinCC flexible Runtime

Principe : Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont alors exécutées :

- ✓ Communication avec les automates,
- ✓ Affichage des vues à l'écran, Commande du processus, par exemple, spécification de
- ✓ consignes ou ouverture et fermeture des vannes,
- ✓ Archivage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme.

4.6.3 La liaison WinCC avec PLCsim

Concernant la communication dans notre application, nous avons deux types de réseaux.

- ✓ Communication SIMATIC 300-PC déporté via un réseau MPI,
- ✓ Communication SIMATIC 300-Pupitre opérateur via un réseau PROFFIBU-DP.

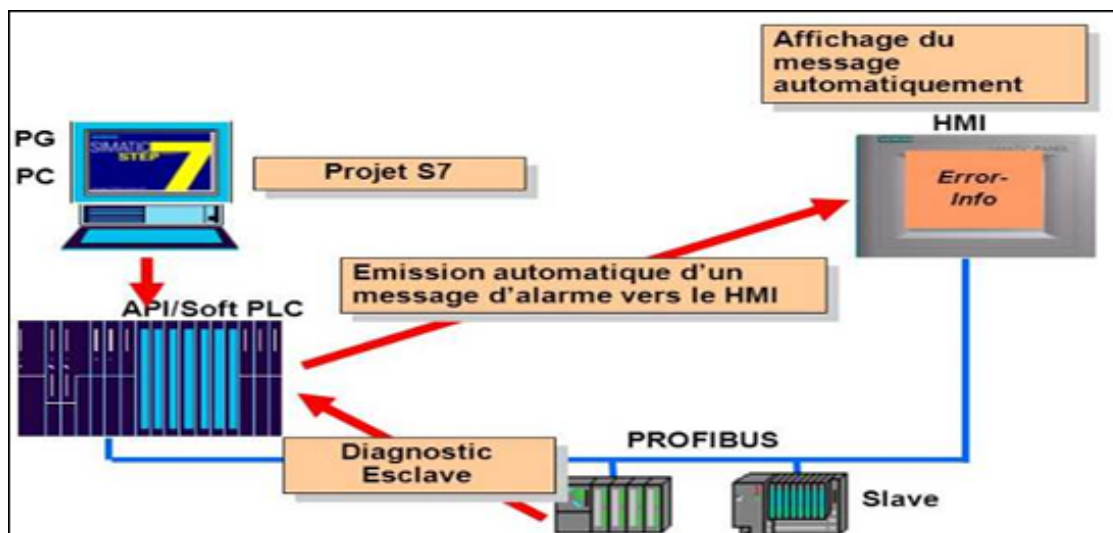


FIGURE 4.18 – Schéma de principe de l'application.

4.6.4 Etablissement de la liaison entre l'automate et SIMATIC multi panel de WinCC

La liaison est établie en choisissant le protocole de communication qui est dans notre cas MPI (multi points interface) c'est une interface a multi points (Figure 4.19).

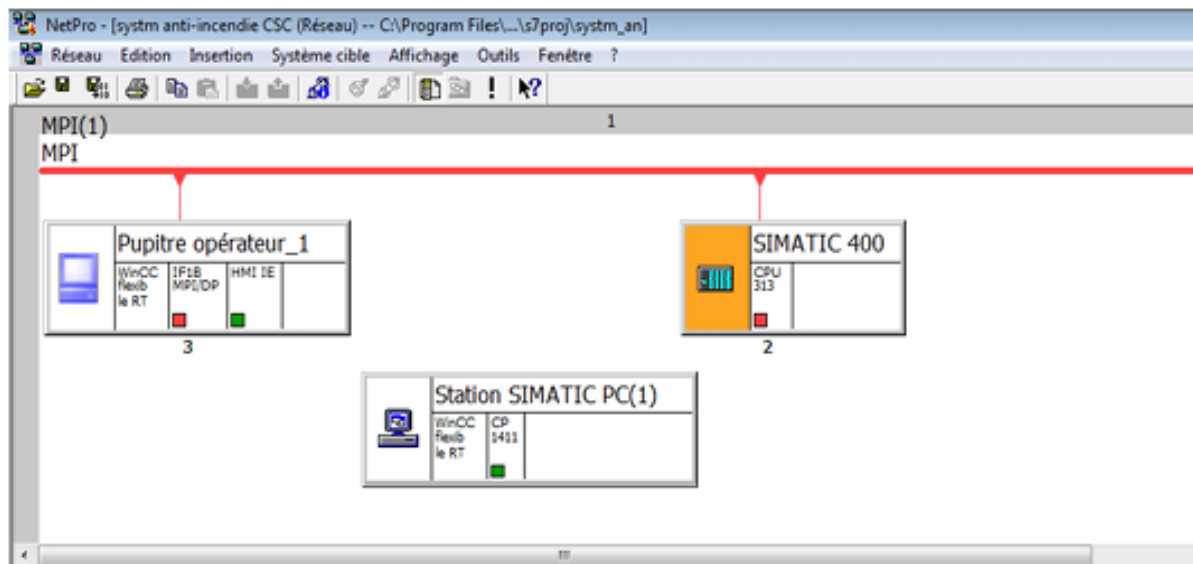


FIGURE 4.19 – Liaison entre l'automate et WinCC .

4.7 Simulation de projet à l'aide de WinCC flexible

4.7.1 Vues de système

Dans cette partie on va faire la simulation sur l'interface Homme-Machine (HMI). Après l'action sur le bouton Runtime, logiciel commence à vérifier les erreurs et les avertissements, Après la vérification on commence notre simulation.

Notre Interface Homme-Machine se compose de six vue principales :

- **Une vue d'une page principale.**

La première vue est une simple présentation pour les interfaces (Figure 4.20).

- **Une vue d'une table et moules.**

(Figure 4.21).

- **Une vue du doseur.**

(Figure 4.22).

- **Une vue du vibreur plongeant.**

(Figure 4.23)

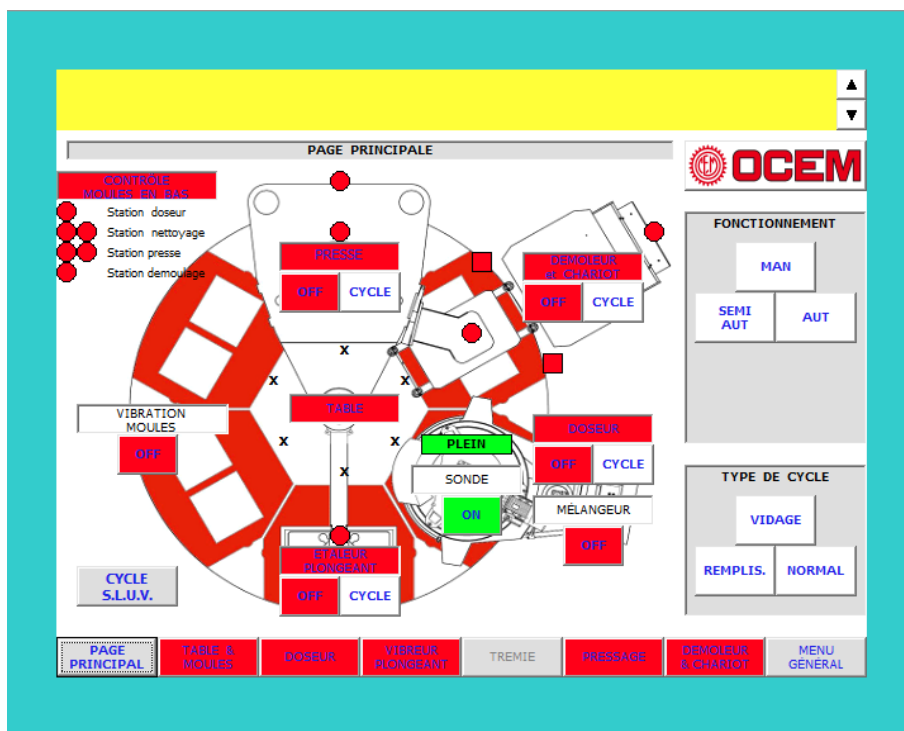


FIGURE 4.20 – vue du page principale.

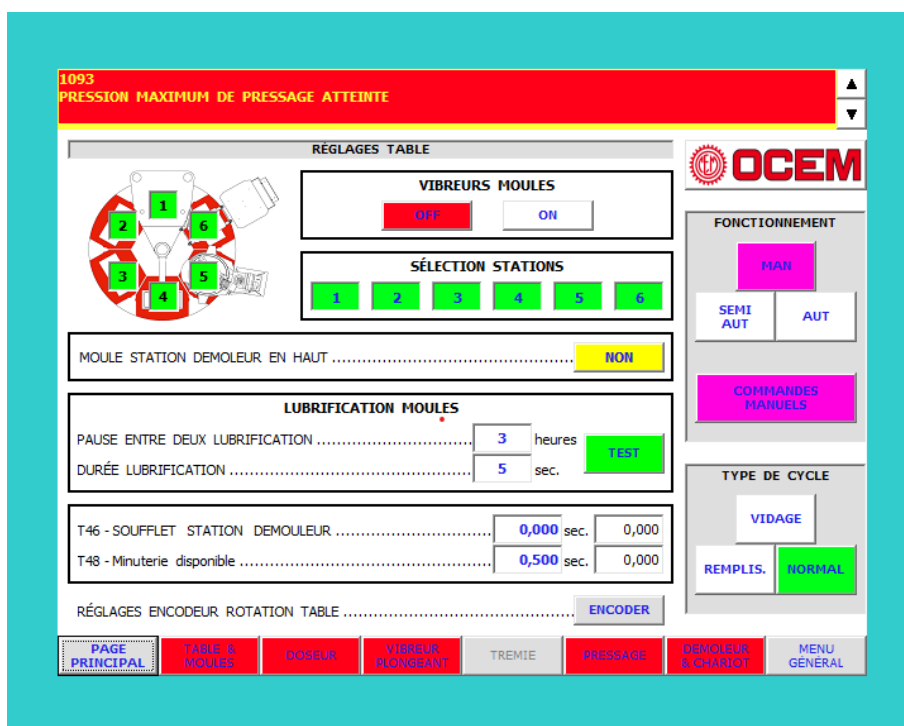


FIGURE 4.21 – Une vue d’une table et moules.

— Une vue du pressage.

(Figure 4.24)

— Une vue du demouleur et chariot.

(Figure 4.25)

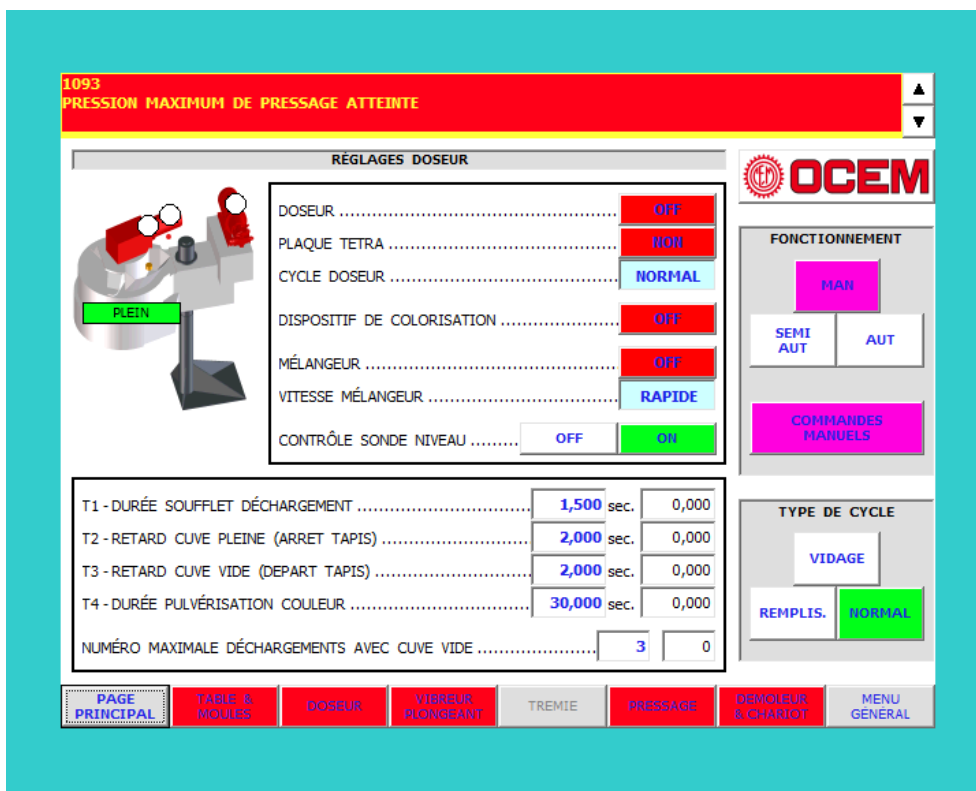


FIGURE 4.22 – Une vue du doseur.

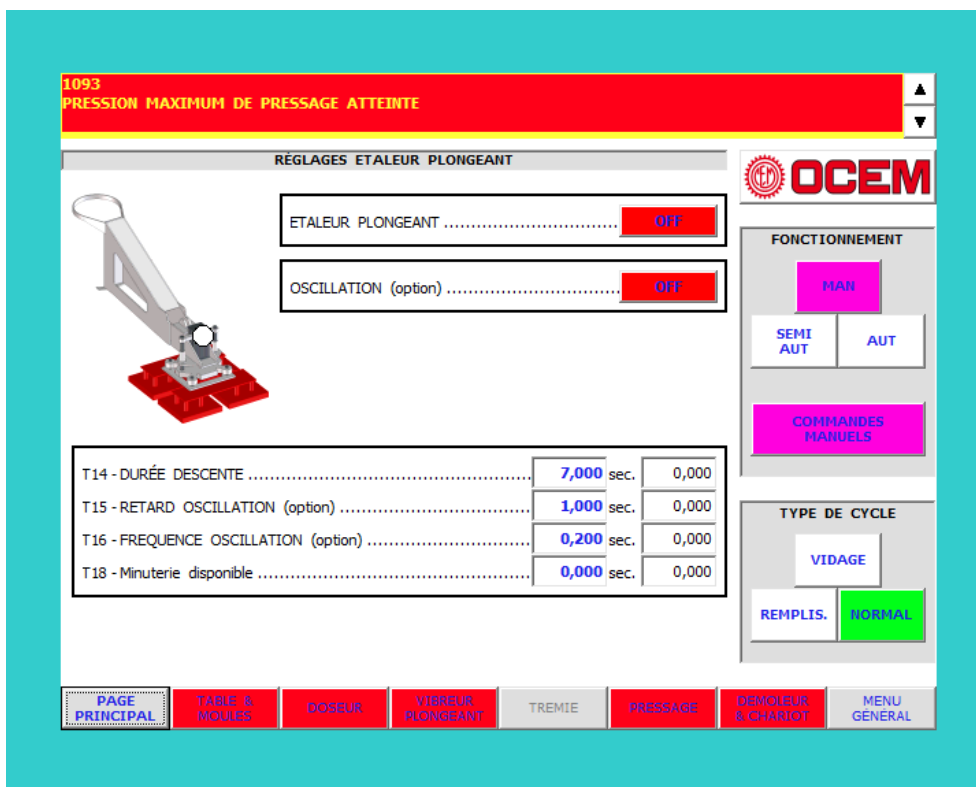


FIGURE 4.23 – Une vue du doseur.

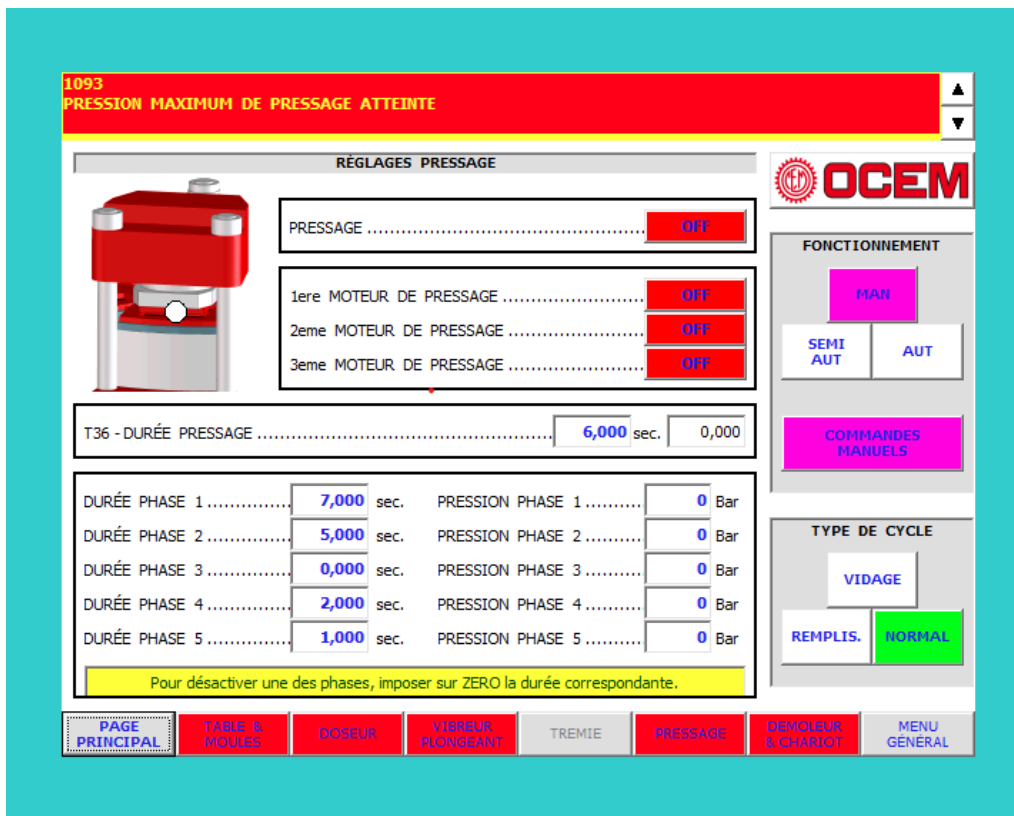


FIGURE 4.24 – Une vue du pressage.

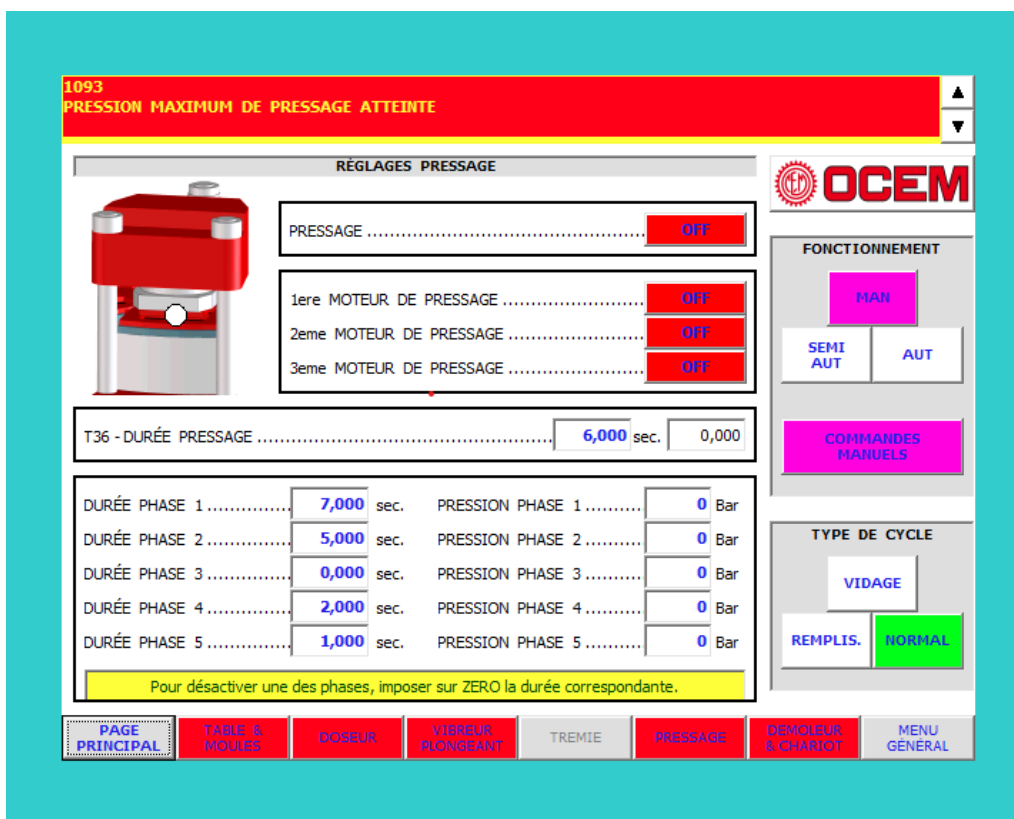


FIGURE 4.25 – Une vue du demouleur et chariot.

4.8 Discussion

Dans ce chapitre on a vu la description de logiciel de programmation STEP7 et de la supervision WinCC, on a défini comment créer un projet, la configuration matériel et la liaison entre la CPU et le WinCC dans le champ siemens.

Conclusion générale

Ce travail nous a permis d'explorer de manière approfondie les enjeux et les applications concrètes de l'automatisation industrielle à travers le cas pratique de la presse automatique OPA 1400/6 T2 utilisée par la société CIOMAT. Au fil des chapitres, nous avons pu constater l'importance croissante des technologies d'automatisation dans les industries modernes, et comment leur intégration peut transformer une chaîne de production classique en un système hautement performant, sécurisé, fiable et flexible.

En étudiant l'environnement industriel de CIOMAT, nous avons tout d'abord observé une structure organisationnelle bien établie, intégrant des équipements de production robustes et spécialisés. La presse automatique OPA 1400/6 T2, cœur de ce dispositif, permet un cycle de fabrication rapide et efficace grâce à ses stations successives de dosage, vibration, pressage et démoulage. Son automatisation, assurée par l'automate Siemens S7-300, est un exemple concret de la synergie entre mécanique, électronique et informatique industrielle.

L'analyse détaillée du S7-300 a révélé les avantages multiples de ce système : modularité, fiabilité, capacité de communication, compatibilité avec divers capteurs et actionneurs, ainsi qu'une grande adaptabilité aux besoins industriels. Sa programmation à l'aide de STEP 7 et sa simulation via WinCC Flexible ont permis de structurer logiquement les opérations grâce au langage GRAFCET, facilitant ainsi la compréhension, la maintenance et l'évolution future du système. Cette démarche méthodologique a mis en évidence l'intérêt d'une conception rigoureuse des automatismes, intégrant l'analyse fonctionnelle, le choix adéquat du matériel, et la modélisation précise du processus.

Ce projet a également mis en lumière les nombreux avantages de l'automatisation : amélioration de la qualité de production, augmentation de la cadence de fabrication, réduction des erreurs humaines, traçabilité des opérations, et meilleure exploitation des ressources humaines. Toutefois, il est important de souligner que cette transition technologique implique également des défis, notamment en matière de formation, de coûts initiaux, et de complexité des systèmes. L'automatisation ne remplace pas le facteur humain, mais redéfinit son rôle en renforçant l'expertise technique et la responsabilité dans

la supervision des systèmes.

Sur un plan plus général, cette étude illustre les enjeux actuels de l'industrie 4.0 et des systèmes cyber-physiques. Elle souligne la nécessité pour les entreprises industrielles de s'adapter à un environnement technologique en constante évolution, en intégrant des outils de plus en plus sophistiqués dans leurs processus. Le cas de CIOMAT montre que même dans un secteur traditionnel comme celui des matériaux de construction, il est possible d'opérer un virage technologique réussi, au bénéfice de la productivité et de la qualité.

En conclusion, ce mémoire met en évidence l'importance cruciale de l'automatisation industrielle dans la performance et la pérennité des systèmes de production. Il témoigne aussi de l'intérêt pédagogique d'un tel projet, en offrant une opportunité concrète de mise en application des connaissances théoriques en automatisme, en électrotechnique, et en informatique industrielle. Enfin, il ouvre des perspectives vers des améliorations futures : intégration de l'IoT, supervision à distance, maintenance prédictive, ou encore intelligence artificielle appliquée aux automatismes. Ainsi, ce projet constitue une base solide pour toute entreprise ou tout ingénieur souhaitant s'engager dans une démarche d'automatisation raisonnée et performante.

Bibliographie

- [1] <https://ciomat.dz/fr2/>.
- [2] *Siemens AG. (2014). SIMATIC S7-300 Automation System – CPU 31xC and CPU 31x : Technical Data. [Online] https://support.industry.siemens.com*
- [3] <https://www.ip-systemes.com/details-qu+est+ce+qu+un+automate+programmable+industriel+-772.html>
- [4] OKBA HAMZA. *MILOUDI Abderrahmane. HAMEL Ziyad* .Étude et simulation par Automate Siemens S7-300 d'un procédé potabilisateur. Mémoire Master Professionnelle . UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU . PROMOTION 2020/2021 .
- [5] *GUELLIL Thinhinane . MAIBECHE Radia Etude et Automatisation du Filtre à Sable au niveau de la Station d'Épuration du Complexe Agro alimentaire CEVITAL .* Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADEMIQUE . UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU . PROMOTION 2022/2023
- [6] <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>
- [7] *Structure générale d'un système automatisé et éléments d'automatisme. Cours d'automatisme. Institut des sciences et techniques*
- [8] *ABDELHAK / M- KELLOU « Conception d'un système de comptage automatisé à l'usine FCI : Partie automatisation par API S7-1200 » Mémoire de Master, Université de Ouargla, 2016*
- [9] *Riadh AMMI . Automatisation du système d'air frais et de gaz de fumée à l'aide d'un API SIEMENS S7-300 . Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL . UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU . 2015*
- [10] <https://support.industry.siemens.com/cs/document/1214574> . **Siemens AG** . (2011). *SIMATIC S7-300 – CPU 313C : Technical specifications (Firmware V2.6). Siemens Industry Online Support.*
- [11] <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Cours-Grafcet-notions-de-base.htm>
- [12] <https://cache.industry.siemens.com/dl/files/107/45531107/att91662/v1/S7prc.pdf>