

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Abderrahmane Mira

Faculté de la Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Thème

Migration d'un automate S5 vers S7 et supervision d'un système de palettisation au sein de CEVITAL-Bejaia.

Préparé par :

BENMOUSSA Fatima

BOUALLAGA Lydia

Dirigé par :

Mr H. LEHOUCHE

Mr B. GOUDJIL

Examiné par :

Mr H. HEDDAR

Mme N. BELLAHSENE

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le dieu tout puissant pour nous avoir donné la Santé, la foi, la Volonté et la Patience qui nous ont guidée jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce modeste travail.

Le grand merci s'adresse à monsieur GOUDJIL BOUBEKKEUR du Département des Méthodes margarinerie du complexe Cevital de nous avoir fait l'honneur d'assurer la réalisation et l'encadrement de notre travail ; sans oublier monsieur TENBOUKTI SAMIR pour toutes les informations qu'il nous a donné et sa prise en charge tout au long de notre stage, HAMMACHE HAKIM et JUBA pour leurs aides.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur monsieur LEHOUCHE HOCINE pour ses précieux conseils et orientations.

Sans oublier d'adresser nos remerciements : aux ingénieurs du bureau méthode pour leurs soutiens, ainsi qu'aux personnel de Cevital ; pour leurs accueils et leurs accompagnements durant notre stage pratique, également toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment.

Nous remercions également notre prof Monsieur HADDAR HOCINE pour son aide et ses orientations.

Nos remerciements et notre sincère gratitude Aux membres du jury pour avoir pris le temps de lire et d'évaluer ce travail.

Enfin, nous remercions très chaleureusement nos familles pour leurs Aides, compréhensions, encouragements et pour leur grand soutien tout Au long de nos études.

Dédicaces

Nous dédions ce travail :

A nos très chers parents, en témoignage et en gratitude de leur dévouement, de leur soutien permanent durant toutes nos années d'études, leurs sacrifices illimités et leur réconfort moral ; eux qui ont consenti tant d'effort pour notre éducation, notre instruction et pour nous voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affections sans limite.

A nos frères,

Nos sœurs,

A toutes nos familles, tous nos amis sans exception.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

LYDIA et FATIMA

Table des matières

Introduction générale	1
Préambule : Présentation de l'entreprise CEVITAL	
1 Historique	4
2 Situation géographique	4
3 Organisation de l'entreprise	5
4 Activités	5
5 Objectifs	6
Chapitre I : Introduction sur les API et les IHM.	
I.1 Introduction.....	7
I.2 L'automatisation des systèmes.....	7
I.2.1 Objectifs de l'automatisation	7
I.2.2 Automates Programmables Industrielles	8
I.2.3 Eléments de base d'un API	8
I.2.3.1 L'unité centrale de traitement (Central Processing Unit).....	9
I.2.3.2 La mémoire	9
I.2.3.3 L'unité d'entrées-sorties	10
I.2.3.4 L'interface de communication	10
I.2.3.5 L'unité d'alimentation.....	11
I.2.3.6 Le périphérique de programmation.....	11
I.2.3.7 Les bus	11
I.2.4 Système d'API	12
I.2.5 Fonctionnement d'un API.....	12
I.2.6 Programmation des API.....	13
I.2.7 Adressages des entrées-sorties	15
I.2.8 Connexions distantes des modules d'entrées-sorties.....	16
I.2.9 Fonctions principales des réseaux	17
I.2.10 La communication homme-machine	18
I.2.11 Interface Homme/Machine (IHM)	19
I.2.11.1 Définition.....	19
I.2.11.2 L'interface homme-machine en tant que composant de l'architecture système	20

I.2.11.3	Le développement des IHM – de la plus simple à la plus flexible	20
I.2.11.4	Les solutions « tout-en-un »	20
I.2.12	Pupitre opérateur	21
I.2.12.1	Modes de fonctionnement	21
I.2.12.2	Possibilités pour le transfert de données	22
I.2.12.3	Le pupitre opérateur dans le processus de travail	22
I.2.12.4	Concept de mémoire.....	23
I.3	Caractéristique des automates S5-95U et S7-300	23
I.3.1	L'automate programmable S5-95U.....	23
I.3.2	Solution pour remplacer SIMATIC S5.....	25
I.3.3	L'automate programmable S7-300.....	25
I.3.3.1	Interface MPI (Multi Point Interface)	26
I.3.3.2	Les modules S7	27
I.3.3.3	Nouvelles performances des modules S7	29
I.3.4	Paramétrage des modules S5/S7 :	30
I.3.5	Mise en parallèle des blocs S5/S7	30
I.4	Logiciels de programmation	32
I.4.1	Step5.....	32
I.4.2	Step7	33
I.4.3	TIA PORTAL.....	35
I.5	Conclusion	37
Chapitre II : Etude du système de palettisation.		
II.1	Introduction.....	39
II.2	Système de palettisation	39
II.2.1	La palettisation.....	39
II.2.2	Le palettiseur.....	40
II.3	Description du process	42
II.3.	Présentation.....	42
II.3.2	Les caractéristiques techniques.....	42
II.3.3	Le schéma général.....	43
II.3.4	Les éléments de base de la partie opérative.....	44
II.3.5	L'ensemble fonctionnel.....	46
II.3.6	Le fonctionnement	55

II.3.7 Programmes de couches-palettes	56
II.3.7.1 Manuel de réglages	56
II.3.7.2 Programme de la ligne 1	57
II.3.7.3 Programme de la ligne 2	59
II.4 Cahier des charges du projet.....	61
II.4.1 L'état actuel du système	61
II.4.2 Contexte du projet et définition des objectifs	62
II.5 Conclusion.....	63
Chapitre III : Migration S5/S7 et conception d'un pupitre opérateur.	
III.1 Introduction	64
III.2 Migration S5/S7 de l'API du système	64
III.2.1 Migration STEP5 vers STEP7.....	65
III.2.1.1 Démarche avant la conversion	65
III.2.1.2 Lancement de la conversion.....	65
III.2.1.3 Interprétation des messages	67
III.2.1.4 Création d'un projet S7.....	67
III.2.1.5 Compilation	69
III.2.2 Migration STEP 7 vers TIA Portal	69
III.2.2.1 Conditions requises pour la migration du projet STEP 7	69
III.2.2.2 Migration du projet.....	70
III.2.2.3 Contrôle du journal de migration	71
III.3 Réalisation du pupitre de système	72
III.3.1 Configuration et paramétrage du matériel.....	72
III.3.2 La communication IHM-API	73
III.3.3 Analyse du programme	74
III.3.3.1 FC 01 (Temporisation).....	74
III.3.3.2 FC 03 (Sélection du mode de fonctionnement).....	75
III.3.3.3 FC 04 (modification du format)	77
III.3.3.4 FC 20 (Reset ligne 1).....	79
III.3.3.5 FC 21 (Reset ligne 2).....	80
III.3.3.6 Le Reset total de la fonction FC0 (fonction générale).....	80
III.3.3.7 FC 23 (gestion des alarmes).....	80

III.3.4	Création et configuration des vues.....	81
III.3.4.1	Vue Model.....	82
III.3.4.2	Vue Accueil	83
III.3.4.3	Vue Mode automatique.....	84
III.3.4.4	Vue mode Manuel	85
III.3.4.5	Vue Reset.....	86
III.3.4.6	Vue Reset ligne	87
III.3.4.7	Vue Reset ligne 1.....	88
III.3.4.8	Vue Reset ligne 2.....	89
III.3.4.9	Vue Reset palette.....	90
III.3.4.10	Reset palette ligne 1.....	91
III.3.4.1	Reset palette ligne 2.....	92
III.3.4.2	Vue Temporisation 1	93
III.3.4.3	Vue programmation.....	94
III.3.4.4	Vue Programme à modifier :.....	95
III.3.4.5	Vue Manuel de modification du format.....	96
III.3.4.6	Vue Alarmes.....	97
III.3.4.7	Vue Historique des alarmes	98
III.3.5	Création des variables	99
III.3.6	Création des alarmes et les vues d'alarmes.....	99
III.3.7	Test et visualisation.....	100
III.3.7.1	La fonction programmation	100
III.3.7.2	La fonction Automatique	102
III.3.7.3	Modification de format	103
III.3.7.4	La fonction manuelle	105
III.3.7.5	La fonction Reset ligne 1	106
III.3.7.6	La fonction Reset total.....	107
III.3.7.7	La fonction Reset palette ligne 1	108
III.4	Conclusion.....	109
	Conclusion générale.....	110

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de l'entreprise CEVITAL Bejaia.	4
Figure 2 : L'organigramme de CEVITAL.	5
Figure I. 1: Architecture interne d'un API.	12
Figure I. 2: Fonctionnement d'un API.	13
Figure I. 3 : La configuration d'un pupitre.	24
Figure I. 4 : Structure de l'automate S5-95U.	25
Figure I. 5 : Structure du programme en STEP5.	34
Figure I. 6 : Vue du portail.	37
Figure I. 7 : Vue du projet.	37
Figure II. 1: Le schéma général du palettiseur.	43
Figure II. 2: Le châssis Maxipal.	46
Figure II. 3: L'arrêt préformateur.	47
Figure II. 4: Le préformateur et le pousseur à reprise.	48
Figure II. 5: Le chariot.	49
Figure II. 6: Le presseur triangle droit et à gauche.	50
Figure II. 7: Les dispositifs d'espacement et du plat intermédiaire.	51
Figure II. 8 : La caténaire palettes vide et rouleaux d'entrée.	52
Figure II. 9: La navette à deux places palette.	53
Figure II. 10: Les rouleaux sortie palettes-caténaire palettes pleines.	54
Figure II. 11: Signification des bits des WORD	56
Figure II. 12: Formation des deux couches de cartons de la ligne1.	58
Figure II. 13: Formation de la 1ere couche de cartons de la ligne2.	60
Figure II. 14: Formation de la 2eme couche de cartons de la ligne2.	61
Figure II. 15 : L'automate S5-95U.	61
Figure II. 16 : Le pupitre opérateur VT-100.	61
Figure III. 1: La fenêtre du convertisseur S5/S7.	66
Figure III. 2: les noms des blocs de s5 et leurs blocs équivalent de s7.	66
Figure III. 3: Les erreurs et les avertissements apparus après la conversion.	67
Figure III. 4: La fenêtre du projet créé.	68
Figure III. 5: Insertion d'une source externe.	68
Figure III. 6: les blocs du programme S7.	69

Figure III. 7 : Fenetre de la migration du projet.....	71
Figure III. 8 : Module d'alimentation.	72
Figure III. 9 : La CPU 315-PN/DP.....	72
Figure III. 10: Les modules d'entrées/sorties.....	73
Figure III. 11: Le pupitre Basic Panel 1500.....	73
Figure III. 12 : La communication IHM-API.	74
Figure III. 13 : La fonction FC 1.....	75
Figure III. 14 : La fonction FC 03.....	77
Figure III. 15 : La fonction FC 04.....	79
Figure III. 16 : la fonction FC 20.....	79
Figure III. 17 : La fonction FC 21.....	80
Figure III. 18 : La fonction Reset total de FC0.....	80
Figure III. 19 : La fonction FC 23.....	81
Figure III. 20 : Vue Model.....	82
Figure III. 21 : Vue Accueil.....	83
Figure III. 22 : Vue Mode automatique.....	84
Figure III. 23 : Vue Mode manuel.....	85
Figure III. 24 : Vue Reset.....	86
Figure III. 25 : Vue Reset ligne.....	87
Figure III. 26 : Vue Reset ligne1.....	88
Figure III. 27 : Vue Reset ligne 2.....	89
Figure III. 28 : Vue Reset palette.....	90
Figure III. 29 : La vue Reset palette ligne 1.....	91
Figure III. 30 : La vue Reset palette ligne 2.....	92
Figure III. 31 : Vue Temporisation 1.....	93
Figure III. 32 : Vue Programmation.....	94
Figure III. 33 : Vue Programme à modifier.....	95
Figure III. 34 : Vue manuel de modification du format.....	96
Figure III. 35 : Vue d'alarmes.....	97
Figure III. 36 : Vue Historique des alarmes.....	98
Figure III. 37 : Table des variables IHM.....	99
Figure III. 38 : La configuration des alarmes.....	100
Figure III. 39: simulation du mode programmation.....	101
Figure III. 40: Simulation mode automatique.....	102

Figure III. 41 : Le programme N°4 avant modification	103
Figure III. 42: Le programme N°4 après modification.....	104
Figure III. 43: Simulation du mode manuel.....	105
Figure III. 44: Simulation Reset ligne 1.	106
Figure III. 45: Simulation Reset total.	107
Figure III. 46: Simulation Reset palette ligne 1.....	108

Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Identification des entrées/sorties.....	17
Tableau I. 2 : Possibilité de transmission de données entre pupitre et PC de configuration. ...	23
Tableau I. 3 : L'interface AS511 et MPI.	27
Tableau I. 4: Les modules d'alimentation utilisés avec le S7-300.	28
Tableau I. 5: Paramétrage des modules S5/S7.....	31
Tableau I. 6: Mise en parallèle des blocs STEP 5 et blocs STEP 7.	32
Tableau II. 1: Les éléments de la partie opérative du palettiseur.	44
Tableau II. 2: Les éléments du châssis Maxipal.	47
Tableau II. 3: Les éléments de l'arrêt préformateur.	47
Tableau II. 4 : Les éléments du préformateur et pousseur à reprise.....	48
Tableau II. 5: Les éléments du chariot.	49
Tableau II. 6: Les éléments du presseur triangle droit et à gauche.	50
Tableau II. 7: Les dispositifs d'espacement et du plat intermédiaire.	51
Tableau II. 8: Les éléments de la caténaire palettes vide et rouleaux d'entrée.....	53
Tableau II. 9: Eléments de navette à deux places palette.	54
Tableau II. 10: Les éléments des rouleaux sortie palettes-caténaires et palettes pleines.	55
Tableau II. 11 : Programme de couche-palette ligne 1.....	57
Tableau II. 12: Programme de couche-palette ligne 2.....	59
Tableau III. 1 : Résultat de la simulation de la vue Programmation.	101
Tableau III. 2 : Résultat de simulation du mode automatique.	102
Tableau III. 3 : Les données du programme n°4 avant modification.	104
Tableau III. 4 : Les données du programme n°4 après modification.	105
Tableau III. 5 : Résultat de simulation du mode manuel.....	105
Tableau III. 6: Résultat de la simulation Reset ligne 1.....	106
Tableau III. 7: Résultat de la simulation de Reset total.....	107
Tableau III. 8: Résultat de la simulation Reset palette ligne 1.	108

Introduction générale

Introduction générale

Aujourd'hui, l'automatisation fait déjà partie de notre quotidien, même à l'intérieur de nos maisons, où nous disposons de capteurs qui régulent la température de la climatisation, de réveils programmés pour sonner à des heures prédéfinies et une multitude d'appareils intelligents, de plus en plus connectés. L'automatisation repose sur des systèmes cyber-physiques qui contrôlent les processus matériels et gèrent la prise de décision de manière complètement décentralisée. [1] Ces systèmes sont capables de dialoguer simultanément avec plusieurs machines et envoyer des informations en temps réel aux managers et superviseurs à travers les interfaces Homme /Machine (IHM). Toutefois, les systèmes électroniques et mécaniques plus simples sont toujours utilisés dans de nombreux secteurs, car, en plus d'avoir un coût de mise en œuvre plus faible, il existe encore des processus dans lesquels le travail humain est fondamental pour la qualité du produit.

Les systèmes automatisés rendent les processus industriels plus flexibles, non seulement en termes de capacité de production, mais aussi parce qu'ils permettent de modifier les paramètres de fabrication et les caractéristiques des produits. En outre, ils apportent plus d'exactitude et de sécurité technique, garantissant que les opérations complexes ou dangereuses, qui ne pourraient jamais être effectuées par des méthodes manuelles, soient effectuées.

Les IHM facilitent la visualisation et la compréhension des données et des équipements de contrôle pour les utilisateurs, augmentent la productivité et permet l'adaptation aux circonstances changeantes. Les opérateurs peuvent faire des ajustements en fonction des données affichées sur l'IHM. La possibilité d'effectuer les changements requis sur l'écran rend ce processus plus rapide et plus simple.[2]

A nos jours, il est très difficile de trouver une industrie qui n'a pas mis en place l'automatisation dans ses processus de fabrication. De plus, au fil des années, il gagne de plus en plus de présence dans les usines. L'entreprise CEVITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Le processus de fabrication de la margarine est entièrement automatisé où l'intervention humaine est réduite à la supervision et à la surveillance des différents paramètres des machines, qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production et de réagir en un délai minime en cas de défaillance signalé par le système de gestion des alarmes.

Elle veille en permanence à mettre à la disposition de ses clients un produit compétitif en termes de qualité et de coût pour faire face à la concurrence du marché agro-alimentaire. C'est pour cette raison que ses techniciens sont formés et orientés pour la rénovation et l'amélioration continue de tous les équipements faisant partie du processus de fabrication de margarine, tout en suivant l'évolution technologique.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre projet de fin d'études concernant la migration de l'automate SIMATICS S5-95U vers la version S7-300 et la réalisation d'un pupitre opérateur pour la supervision du système de palettisation. Ceci est motivé par le rendement élevé des nouveaux équipements, grâce à la puissance des automates S7 d'un côté, et d'éviter la non disponibilité des pièces de rechange de l'autre côté ; étant donné que la firme SIEMENS a arrêté la fabrication des automates S5 en fin de l'année 2015.

Pour ce faire, on a commencé par la présentation de l'entreprise CEVITAL, afin de donner au lecteur un aperçu sur le fonctionnement et les activités du complexe, et par la suite positionner le problème traité. On a organisé le présent document en trois chapitres dont une brève description est donnée ci-dessous :

Le premier chapitre est dédié à l'étude théorique des automates programmables industriels particulièrement les deux automates S5-95U et S7-300, les HMI et à la présentation des logiciels de programmation Step5, Step7 et TIA PORTAL qui sont utilisés pour la réalisation de notre projet.

Dans le second chapitre, nous allons présenter le système de palettisation tout en décrivant le palettiseur MAXIPAL, ses caractéristiques techniques, ses composantes et son ensemble fonctionnel pour pouvoir tirer à la fin du chapitre le cahier des charges du projet.

Le dernier chapitre est consacré pour la partie pratique du notre projet, où nous allons présenter les étapes de la migration S5/S7 qui a été mise en œuvre en utilisant l'outil de conversion « convertisseur S5/S7 » intégré dans Step7 et TIA PORTAL, l'interface IHM basé sur le pupitre Basic Panel 1500 qui est élaborée pour le contrôle et la visualisation de la machine, ainsi les résultats de notre simulation.

Préambule :
Présentation de l'entreprise
CEVITAL

Préambule :

Présentation de l'entreprise CEVITAL

CEVITAL est un conglomérat algérien de l'industrie agro-alimentaire, la grande distribution, l'industrie et les services, créée par des fonds privés en 1998 sous forme d'une Société Par Actions (SPA) d'un capital s'élevant à 68 760 milliards de DA, à l'entrée du payé dans l'économie de marché, avec un taux de croissance annuel de deux chiffres. Le groupe CEVITAL a réussi à s'imposer comme le leader du marché national et de l'agroalimentaire en Afrique, grâce à la bonne qualité de ses produits et à sa compétitivité, c'est la première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés et qui a atteint aujourd'hui une taille qui lui permet d'acquérir le statut d'acteur majeur régional et continental. Elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle et ses principaux actionnaires sont l'entrepreneur ISSAD REBRAB et ses fils [3].

CEVITAL c'est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le secteur de l'agroalimentaire, : raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale. L'ensemble industriel a connu une croissance importante et a consolidé sa position de Leader dans le domaine agroalimentaire et entend poursuivre sa croissance et exploiter les synergies en poussant l'intégration des activités agroalimentaires et en développant des activités dans le secteur à fort potentiel de croissance du verre plat.

Sa direction a des bases raisonnables de penser que :

- Elle s'est taillé, en 7 ans, une part de marché dominante sur le marché algérien des produits alimentaires de base ;
- Son organisation et sa structure de coûts lui permettent d'envisager devenir un joueur compétitif sur le marché régional des produits alimentaires de base ;
- L'envergure de ses activités et la capacité de gestion de ses dirigeants lui permettent d'envisager le succès industriel qu'elle a connu dans le domaine agroalimentaire en développant des activités industrielles dans la production de panneaux préfabriqués et de verre plat.

1. Historique

CEVITAL est un groupe familial de plusieurs sociétés, bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée, lancée le 12 mai 1998, et qui a débuté son activité par le conditionnement le 12 décembre 1998. Le 17 février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont été entamés. Elle est devenue fonctionnelle le 14 août 1999 [3].

2. Situation géographique

CEVITAL se situe à l'arrière port de Bejaia à 200 ML (mètre linéaire) du quai à 3km Sud-Ouest de la ville, à proximité de la RN 26 et la RN 9. Cette situation géographique de l'entreprise lui profite bien étant donné qu'elle lui confère l'avantage de la proximité économique. Le complexe s'étend sur une superficie de 45 000 m² (le plus grand complexe privé en Algérie), il a une capacité de stockage de 182 000 tonnes/an (silos portuaire), et un terminal de chargement portuaire de 200 000 tonnes/heure (réception de matière première). Elle possède un réseau de distribution de plus de 52 000 points de vente sur tout le territoire national également [4] :

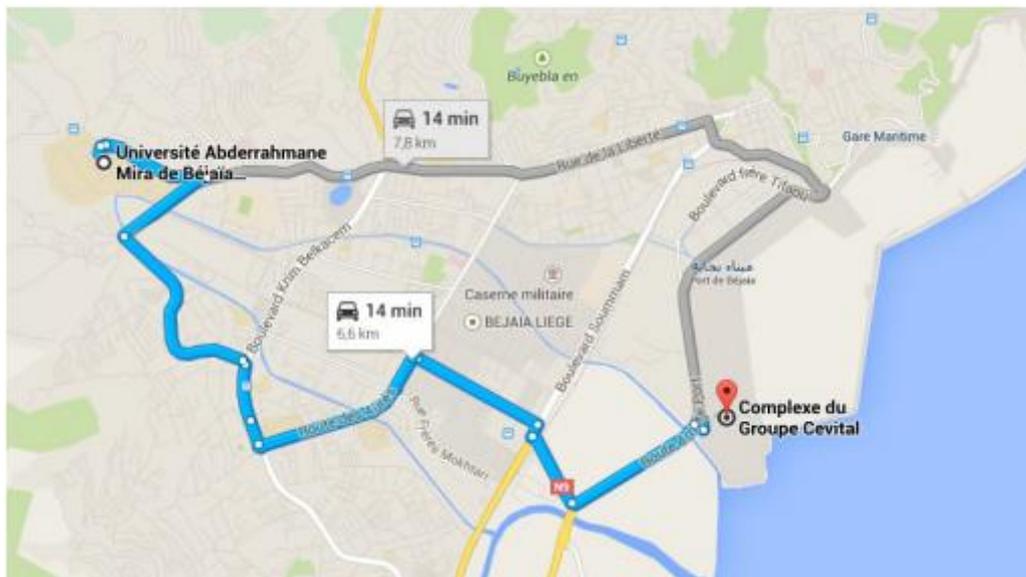


Figure 1 : Situation géographique de l'entreprise CEVITAL Bejaia.

3. Organisation de l'entreprise

Le complexe compte à son effectif plus de 3600 employés (permanents et contractuels), répartis sur les différentes structures. Son organigramme est présenté comme suit [4] :

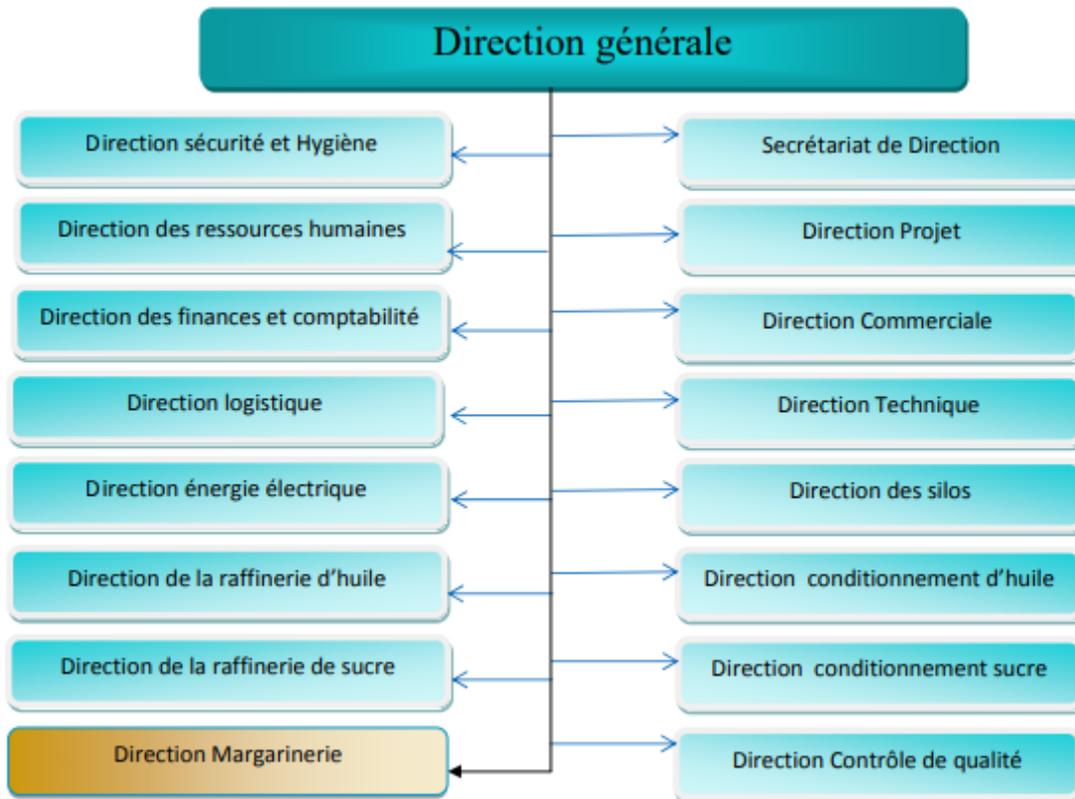


Figure 2 : L'organigramme de CEVITAL.

4. Activités

Les principales activités du complexe CEVITAL concernent la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présentent comme suit :

- Raffinage des huiles avec une capacité de production de 1800 tonnes/jour ;
- Conditionnement des huiles ;
- Production de margarines avec une capacité de 600 tonnes/jour ;
- Fabrication d'emballages Polyéthylène- Téréphtalique (PET) ;
- Raffinage du sucre avec une capacité de production de 1600 tonnes/jour ;
- Stockage de céréales ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- Eau minérale et boissons ;
- Station d'épuration des eaux usées ;

- Station de traitement des pâtes de la neutralisation ;
- Sucre liquide.

Ces activités sont organisées sous forme de structures (unités) indépendantes, permettant une gestion souple et décentralisée.

L'entreprise se dévoue au développement de la production tout en assurant la qualité et le bon conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

5. Objectifs

Les objectifs visés par CEVITAL sont :

- L'extension de la distribution de ses produits sur tout le territoire national ;
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes ;
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses ;
- La modernisation de ses équipements industriels et de ses modes de gestion pour améliorer sa productivité ;
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

Chapitre I :

Introduction sur les API et les IHM

Chapitre I :

Introduction sur les API et les IHM

I.1 Introduction

Aujourd'hui, il pourrait bien câbler un circuit de commande de base pour divers systèmes et plusieurs cas, au lieu de câbler pour chaque situation un circuit de commande différent. Cette approche est conduite par la révolution de l'automatisme et le développement des Automates Programmables Industriels (API), elle se fonde sur un système à base de microprocesseur et sur un programme qui explique à ce microprocesseur comment réagir aux signaux d'entrée et comment produire les sorties requises.

Ce chapitre présente en première partie nos recherches bibliographiques sur l'automatisation et particulièrement sur les automates programmables et les interfaces Homme/Machine, en deuxième partie les caractéristiques des deux automates S5-95U et S7-300 de la série S5 et S7 de la firme allemande SIEMENS, et finalement une brève présentation des logiciels de programmation des API : le STEP5, STEP7 et le TIA PORTAL.

I.2 L'automatisation des systèmes

I.2.1 Objectifs de l'automatisation

L'automatisation des systèmes a permis à l'homme de supprimer les travaux pénibles, dangereux, répétitifs, voire impossibles à réaliser par lui (environnement hostile, radioactif, gazeux, chimique, pression ou dépression ambiante, températures excessives, atmosphère explosive...). Elle permet en outre de diminuer le coût des produits en augmentant la productivité, par une diminution des temps de fabrication, de contrôle, intervention de maintenance, de gérer les stocks en temps réel et de faire de la maintenance à distance. L'automatisation a permis également d'augmenter la flexibilité de production, la sécurité, la qualité et l'hygiène [5].

Il reste à l'homme les tâches de surveillance, de prise de décision par rapport à la sécurité, au processus, au produit, à la maintenance, les ordres et les consignes à donner à la partie commande du système automatisé par l'intermédiaire d'un pupitre, d'un terminal, d'une autre partie commande...

I.2.2 Automates Programmables Industriels

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière de microcontrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus. Il est conçu pour être exploité par des ingénieurs, dont les connaissances en informatique et langage de programmation peuvent être limitées. La création et la modification des programmes de l'API ne sont pas réservées aux seuls informaticiens. Les concepteurs de l'API l'ont programmé pour que la saisie du programme de commande puisse se faire à l'aide d'un langage simple et intuitif. La programmation de l'API concerne principalement la mise en œuvre d'opérations logiques et de communication [6].

- **Caractéristique d'un API**

Les API présentent un avantage majeur : le même automate de base peut être employé avec une grande diversité de systèmes de commande. Pour modifier un système de commande et les règles appliquées, un opérateur doit simplement saisir une suite d'instructions différente. On obtient ainsi un système flexible et économique, utilisable avec des systèmes de commande dont la nature et la complexité peuvent varier énormément. Ils sont comparables aux ordinateurs. Toutefois, alors que les ordinateurs sont optimisés pour les tâches de calcul et d'affichage, les API le sont pour les tâches de commande et les environnements industriels. Voici qui caractérise les API :

- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit ;
- Les interfaces des entrées et des sorties sont intégrées à l'automate ;
- Ils sont faciles à programmer et leur langage de programmation facile à comprendre et principalement orienté sur les opérations logiques et de commutation.

I.2.3 Éléments de base d'un API

De manière générale, un API est constitué d'une unité centrale de traitement (CPU), la mémoire et les entrées-sorties du système. Le CPU, ou processeur, contrôle et exécute toutes les opérations de l'automate. Il est muni d'une horloge dont la fréquence se situe généralement entre 1 et 8 MHz. Cette fréquence détermine la rapidité de fonctionnement de l'API et sert de base au minutage et à la synchronisation pour tous les éléments du système. Au sein de l'API, toutes les informations sont transmises au moyen de signaux numériques. Les chemins par

lesquels passent ces signaux sont appelés bus. Au sens physique, un bus n'est qu'un ensemble de conducteurs sur lesquels circulent les signaux électriques. Il peut s'agir de pistes sur un circuit imprimé ou de fils dans un câble plat.[6]

De manière plus profonde, un API est structuré autour de plusieurs éléments de base que sont les suivants :

I.2.3.1 L'unité centrale de traitement (Central Processing Unit)

Le CPU contient le microprocesseur, interprète les signaux d'entrées et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'actions. En général, les CPU sont constitués des éléments suivants :[6]

- L'unité arithmétique et logique (UAL) : est responsable de la manipulation des données, ainsi que de l'exécution des opérations arithmétiques d'addition et de soustraction et des opérations logiques ET, OU, NON et OU exécutif.
- La mémoire : appelée registres, se trouve à l'intérieur du microprocesseur et sert à stocker les informations nécessaires à l'exécution d'un programme.
- L'unité de commande : est utilisée pour gérer le minutage des opérations.

I.2.3.2 La mémoire

Elle contient le programme qui définit les actions de commande effectuées par le microprocesseur.

Pour que l'API effectue son travail, il doit accéder aux données à traiter et aux instructions qui lui expliquent comment traiter ces données. Ces informations sont stockées dans la mémoire de l'API, qui est composée de plusieurs éléments :

- La mémoire morte "ROM" (Read Only Memory) du système représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées utilisées par le CPU.
- La mémoire vive "RAM" (Random Acces Memory) est utilisée pour le programme de l'utilisateur et pour les données. C'est là que sont stockées les informations sur l'état des entrées et sorties, ainsi que les valeurs des temporisateurs, des compteurs et des autres dispositifs internes. La RAM des données est parfois appelée tableau de données ou tableau de registres. Une partie de cet espace mémoire, c'est-à-dire un bloc d'adresses, est réservée aux adresses entrées et sorties, ainsi qu'à leur état. Une autre partie est réservée aux données

prédéfinies, et une autre encore, au stockage des valeurs des compteurs, des temporisateurs, etc.

- Une mémoire morte reprogrammable ‘‘EPROM’’ (Erasable and Programmable Read Only Memory) est parfois employée pour stocker de manière permanente les programmes.

Les programmes et les données en RAM peuvent être modifiés par l'utilisateur. Tous les API disposent d'une quantité de RAM pour stocker les programmes développés par l'utilisateur et les données de ces programmes. Cependant, pour éviter la perte des programmes lorsque l'alimentation est occupée, une batterie complète permet de conserver le contenu de la RAM pendant un certain temps. Lorsque le développement du programme en RAM est terminé, il peut être chargé dans une puce de mémoire EPROM, souvent un module ajouté à l'API, pour être rendu permanent. Par ailleurs, les canaux d'entrées-sorties disposent également de tampons temporaires [6].

I.2.3.3 L'unité d'entrées-sorties

Elle apporte l'interface entre le système et le monde extérieur. Au travers des canaux d'entrées-sorties, elle permet au processeur d'établir des connexions avec les dispositifs extérieurs. C'est également par l'intermédiaire de cette unité que se fait la saisie des programmes depuis un terminal. Chaque point d'entrée-sortie dispose d'une adresse unique, que le CPU peut utiliser.

Les entrées peuvent être des interrupteurs, ou d'autres capteurs, comme des cellules photoélectriques dans le cas du mécanisme de comptage, des sondes de température, etc. Les sorties peuvent être des bobines de moteur, des électrovannes, etc.

Les interfaces d'entrées-sorties peuvent être classés en trois catégories, selon qu'ils produisent des signaux discrets, numériques ou analogiques. Les dispositifs que génèrent les signaux discrets ou numérique sont ceux dont les sorties sont de type tout ou rien. Par conséquent, un interrupteur est un dispositif qui produit un signal discret : présence ou absence de tension. Les dispositifs numériques peuvent être vus comme des dispositifs discrets qui produisent une suite de signaux tout ou rien. Les dispositifs analogiques créent des signaux dont l'amplitude est proportionnelle à la grandeur de la variable surveillée.

I.2.3.4 L'interface de communication

Elle est utilisée pour recevoir et transmettre des données sur des réseaux de communication qui relie l'API à d'autres API distant, elle est impliquée dans des opérations telles que la

vérification d'un périphérique, l'acquisition de données, la synchronisation entre des applications et la gestion de la connexion.

I.2.3.5 L'unité d'alimentation

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

I.2.3.6 Le périphérique de programmation

Il est utilisé pour entrer le programme dans la mémoire du processeur, ce programme est développé sur le périphérique, puis transféré dans la mémoire de l'API.

I.2.3.7 Les bus

Ils représentent les chemins de communication au sein de l'API. Les informations sont transmises en binaire, c'est-à-dire sous forme de groupes de bits. Chaque bit est envoyé simultanément sur son propre fil.

Le système comprend quatre bus :

- Le bus de données transporte les données utilisées dans les traitements effectués par le CPU.
- Le bus d'adressage transporte les adresses des emplacements mémoire. Pour que chaque mot puisse être localisé en mémoire, chaque emplacement possède une adresse unique.
- Le bus contrôle transporte les signaux utilisés par le CPU pour le contrôle. Il sert, par exemple, à informer les dispositifs mémoires s'ils vont recevoir des données à partir d'une entrée ou s'ils vont envoyer des données, et à transmettre les signaux de minutage qui permettent de synchroniser les opérations.
- Le bus système sert aux communications entre les ports d'entrées-sorties et l'unité d'entrées-sorties.

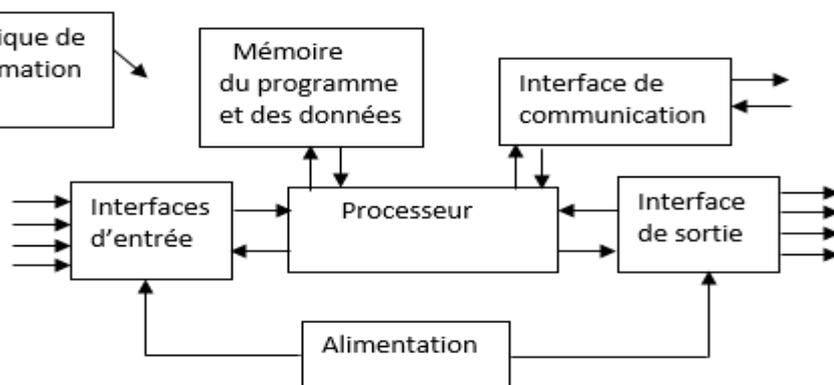


Figure I. 1: Architecture interne d'un API.

I.2.4 Système d'API

Les systèmes d'API sont principalement disponibles sous deux formes :

- **En boîtier unique**

On distinguera les modules de programmation des micro-automates. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes et correspondent à un système compact complet équipé des unités d'alimentation, de processeur, de mémoire et d'entrées-sorties. Ces API peuvent disposer à six, huit, douze, ou vingt-quatre entrées-sorties et d'une mémoire permettant d'enregistrer entre 300 et 1000 instructions.

- **En version modulaire/rack**

Les systèmes qui offrent un plus grand nombre d'entrées et de sorties ont toutes les chances d'être modulaires et conçus pour s'intégrer dans des racks. Un système modulaire est constitué de modules séparés pour l'alimentation, le processeur, etc. Ce type de système peut être employé pour toutes les tailles d'automates programmables et les différentes unités fonctionnelles sont fournies sous forme de modules individuels qui se branchent à des pièces sur un rack de base. L'alimentation et les interfaces de données des modules dans le rack sont fournies par les conducteurs en cuivre sur le fond du panier. Lorsque les modules sont glissés dans le rack, ils s'insèrent dans les connecteurs du fond de panier [6].

I.2.5 Fonctionnement d'un API

Un API fonctionne en continu, exécutant son programme et réagissant aux signaux d'entrée. Cette boucle de fonctionnement est appelée cycle. Les API peuvent être actives par chaque entrée examinée lorsqu'elle se présente dans le programme, son effet sur le programme déterminé et la sortie modifiée en conséquence. Ce mode de fonctionnement est appelé actualisation continue.

Dans une actualisation continue, le temps est passé à interroger chaque entrée. Par conséquent, le temps nécessaire à examiner plusieurs centaines de points d'entrées-sorties peut devenir relativement long [6]. Afin de permettre une exécution plus rapide d'un programme, une zone particulière de la RAM sert de tampon entre la logique de commande et l'unité d'entrées-sorties. Chaque entrée-sortie possède une adresse dans cette zone de mémoire. Au début de chaque cycle du programme, le CPU scrute toute les entrées et copie leur état aux adresses correspondantes dans la RAM. Pendant l'exécution du programme, les données d'entrées enregistrées sont lues à partir de la RAM et les opérations logiques sont réalisées. Les

signaux de sortie résultants sont stockés dans la zone de mémoire réservée aux entrées-sorties. A la fin de chaque cycle du programme, routes les sorties sont transférées depuis la RAM vers les canaux de sorties appropriés. Les sorties conservent ensuite leur état jusqu'à la prochaine actualisation. Cette solution est appelée copie en masse des E/S.

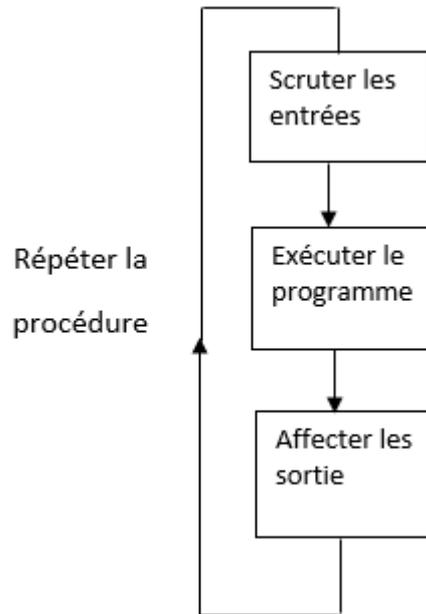


Figure I. 2

Figure I. 2: Fonctionnement d'un API.

I.2.6 Programmation des API

Les programmes utilisés avec les API peuvent être écrits dans différents formats. Pour que les ingénieurs ayant peu de connaissances en programmation puissent élaborer des programmes pour les API, le langage à contacts a été conçu. La plupart des fabricants d'automates ont adopté cette méthode d'écriture des programmes. Toutefois, puisque chacun a eu tendance à développer ses propres versions, une norme internationale a été établie pour le langage à contacts et, par voie de conséquence, pour toutes les méthodes de programmation employées avec les API. Cette norme, publiée en 1993 par la Commission électrotechnique internationale, est désignée sous la référence CEI 6113-3 [6].

- **La norme CEI 61131**

La norme CEI 61131 couvre l'intégralité du cycle de vie des automates programmables industriels :

- Partie 1 : Définition générale de la terminologie et des concepts.

- Partie 2 : Exigences sur le matériel électronique et mécanique et tests de contrôle des API et des équipements associés.
- Partie 3 : Cinq langages de programmation ont été définis. (grafcet (SFC), schéma par bloc(FBD), schéma à relais (LD), test structuré(ST), liste d'instruction (IL))
- Partie 4 : Conseils de sélection, d'installation et de maintenance des API.
- Partie 5 : Fonctions logicielles pour la communication avec d'autres appareils selon la norme MMS (Manufacturing Messaging Specification).
- Partie 6 : Communication via les fonctions logicielles de bus de terrain.
- Partie 7 : Programmation par logique floue.
- Partie 8 : Conseils d'implémentation des langages de programmation.

Une unité de programmation peut être un appareil portable, un terminal de bureau ou un ordinateur. Après que le programme a été conçu et testé sur l'unité de programmation, il est prêt à être transféré dans la mémoire de l'API.

- Un appareil de programmation portable dispose généralement d'une quantité de mémoire suffisante pour conserver les programmes afin de les déplacer d'un endroit à un autre.
- Les terminaux de bureau sont généralement équipés d'un système d'affichage graphique, avec un clavier et un écran.
- Les ordinateurs personnels sont souvent configurés comme des stations de développement des programmes. Pour certains API, l'ordinateur doit simplement disposer du logiciel approprié. Pour d'autres des cartes de communication spécifiques sont utilisés pour connecter l'ordinateur à l'API. L'utilisation d'un ordinateur présente plusieurs avantages : le programme peut être stocké sur le disque dur ou sur un CD-ROM et les copiés sont facile à réaliser.

- **Développement des outils de programmation des API**

Les fabricants d'API proposent des outils de développement pour leurs API. Par exemple, Mitsubishi fournit MELSOFT. Ses solutions logicielles GX Developer sont compatibles avec tous les contrôleurs MELSEC, des API compacts de la série MELSEC FX aux API modulaires, y compris le modèle MELSEC System Q, et utilisent un environnement de type Windows. Ces outils prennent en charge les méthodes de programmation IL, LD et SFC. L'environnement de développement comprend des fonctions de diagnostic et des éditeurs puissants pour configurer les réseaux et le matériel MELSEC. Par ailleurs, des fonctions de tests et de surveillance facilitent la création d'applications rapides et efficaces. On dispose même d'une simulation hors

ligne pour tous les types d'API. Cela permet de simuler les réponses des périphériques et des applications en vue de tests réels.

A l'instar de Mitsubishi, Siemens propose son environnement de développement nommé SIMATIC STEP7. Il est parfaitement conforme à la norme internationale CEI 61131-3, pour les langages de programmation des API. Avec STEP7, les programmeurs ont le choix entre différents langages de programmation. Outre LAD et FBD, STEP7 Basis comprend également le langage IL. Des options supplémentaires pour d'autres langages de la CIE 61131-3, comme ST avec SIMATIC S7-SCL ou SFC avec SIMATIC S7-Graph, constituent des solutions efficaces pour décrire graphiquement des systèmes de commande séquentiels. L'environnement complet comprend des possibilités de diagnostic, des outils de diagnostic des processus, la simulation d'API, la maintenance à distance et la documentation des équipements. S7-PLCSIM est un complément de STEP7 qui permet de simuler une plate-forme SIMATIC S7 et de tester un programme sur un PC. D'évaluer et corriger le programme avant son installation sur le matériel physique. Grâce aux tests précoces, la qualité globale d'un projet peut être améliorée. L'installation et la mise en service sont alors plus rapides et moins coûteuses, car les défauts du programme sont détectés et corrigés très tôt au cours du développement.

I.2.7 Adressages des entrées-sorties

L'API doit être en mesure d'identifier chaque entrée et chaque sortie. Pour cela, il alloue des adresses à chacune d'elles. Dans le cas d'un petit API, une adresse correspondra probablement à un nombre préfixé d'une lettre qui indique s'il s'agit d'une entrée ou d'une sortie. Dans le cas de l'API de Mitsubishi, nous avons des entrées avec les adresses X400, X401, X402, etc., et des sorties avec des adresses Y430, Y431, Y432, etc. La lettre X désigne donc une entrée, tandis que la lettre Y désigne une sortie.

Pour les API plus importants, qui disposent de plusieurs racks de canaux d'entrées et de sorties, chaque rack est numéroté. Dans le cas du modèle PLC-5 d'Allen Bradley, le rack qui contient le processeur reçoit le numéro 0, tandis que les autres racks possèdent les adresses 1, 2, 3, etc., comme indique par des interrupteurs. Chaque rack peut avoir plusieurs modules, chacun gérant plusieurs entrées et/ou sorties.

Pour le modèle SIMATIC S7 de Siemens, les entrées et les sorties sont regroupées par huit. Chaque groupe est un octet et chaque entrée ou sortie d'un groupe est un bit. Les adresses des entrées et des sorties sont donc données avec un octet et un bit, ce qui constitue un numéro de module suivi d'un numéro de port, séparés par un point (.).

Outre l'emploi des adresses pour identifier les entrées et les sorties, les API utilisent également leur système d'adressage pour désigner les dispositifs logiciels internes, comme les relais, les temporisateurs et les compteurs.

Tableau I. 1 : Identification des entrées/sorties.

%	Attribut	Type	i,j,k
%	I :Entrée Q :Sortie M :mémoire K : constante	X:Boolean B :8bits W :16bits D :32bits F :flotant R :32bits T :TEMPS S : STRING	i: numéro de voie j: numéro de carte k : numéro de rack

I.2.8 Connexions distantes des modules d'entrées-sorties

Lorsque de nombreuses entrées ou sorties sont très éloignées de l'API, il est possible de tirer des câbles entre chaque dispositif et l'API, mais une solution plus économique consiste à placer des modules d'entrées-sorties à côté des entrées et des sorties et à utiliser un câble mono-conducteur qui les relie à l'API, sur une longue distance, à la place d'un câble multiconducteur qui serait nécessaire sans ces modules d'entrées-sorties distants.

Dans certains cas, plusieurs API peuvent être reliées à un API maître, qui envoie et reçoit des données d'entrées-sorties des autres unités. Les API distants ne disposent pas du programme de commande car tout le traitement est réalisé sur l'API maître.

Les câbles employés pour l'échange des données entre les modules d'entrées-sorties distants et un API central, et entre les API distants et un API maître sont généralement des câbles à paires torsadées, placés dans un tube métallique relié à la terre pour réduire les effets des « bruits » électriques. Un câble coaxial permet d'obtenir des débits plus élevés et n'a pas besoin d'un tube métallique de protection. Une fibre optique présente l'avantage d'offrir une plus grande résistance aux bruits, d'être de taille plus réduite et d'avoir une grande souplesse. C'est pourquoi elles sont de plus en plus utilisées [6].

Les API se placent souvent dans une hiérarchie de communication. Au niveau le plus bas se trouvent les dispositifs d'entrées et de sorties, tels que les capteurs et les moteurs, connectés au

niveau suivant par l'intermédiaire des interfaces d'entrées-sorties. Le niveau suivant fait intervenir des automates, comme de petits API ou de petits ordinateurs, reliés par un réseau, avec, au niveau supérieur, des API plus importants et des ordinateurs mettant en œuvre un contrôle local. A leur tour, ils peuvent faire partie d'un réseau dans lequel se trouve un mainframe qui contrôle l'ensemble.

Les systèmes qui permettent de commander et de surveiller des processus industriels sont de plus en plus utilisés. Cela implique un contrôle et la collecte de données. Le terme SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) est largement employé pour décrire un tel système de télésurveillance et d'acquisition de données.

I.2.9 Fonctions principales des réseaux

L'utilisation croissante de l'automatique dans l'industrie a conduit à des besoins de communication et de contrôle au niveau de l'entreprise, avec des automates programmables, des ordinateurs, des machines numériques et des robots interconnectés. Le terme réseau local (LAN, Local Area Network) décrit un réseau de communication conçu pour relier les ordinateurs et leurs périphériques à l'intérieur du même bâtiment ou du même site [5].

a. Niveau mondiale : internet

Installation des sites dans des zones géographiquement éloignées et difficilement accessibles, la décentralisation des sites automatisés, la réduction du personnel en poste permanent, les difficultés à déplacer du personnel très qualifié et le recoupement des données sont autant de raisons justifiant le besoin de communication vers les automatismes au niveau mondial.

Les services procurés par internet conçu pour véhiculer des données importantes sans contraintes de temps, concernant donc principalement la télé maintenance, les opérations de téléchargement, de mise à jour et le transfert de données utiles aux applications de GPAO (Gestion de Production Assistée par ordinateur). Cependant l'Internet a aussi des limites entre autres niveau de la sécurité et de l'intégrité des données véhiculées.

Les solutions matérielles passent par un communicateur Internet permettant aussi de gérer un serveur WEB et donc d'assurer la liaison entre Internet et l'automatisme.

b. Niveau usine : les réseaux locaux informatiques

A ce niveau, les fonctions apportées par ce réseau sont très proches de celles fournies par Internet. Le fait de travailler dans une zone géographique beaucoup plus restreinte : l'usine, permet d'utiliser d'autres fonctionnalités liées à un temps de réaction humaine plus court. La

gestion des alarmes, la supervision des procédés est alors envisageable. Les réseaux de type ETHERNET répondent parfaitement à ces besoins [5].

Les solutions matérielles passent par des coupleurs ETHERNET permettant aussi de gérer un serveur WEB et donc d'assurer la liaison entre Internet et l'automatisme.

c. Niveau atelier : Les réseaux locaux industriels

Les fonctions principales assurées sont celles de transfert de données de contrôle et de synchronisation entre différents API et superviseur.

Réseaux les plus utilisés : Fipway, Modbus plus et Profibus FMS.

d. Niveau cellule : les bus et réseau de terrains

Les systèmes de communication sont très proches du processus. On trouve des modules d'entrées sorties déportés mais aussi des interconnexions de systèmes intelligents type API, variateur de vitesse ou capteurs/actionneurs dit alors « intelligents ».

Caractéristiques : les temps de réaction de ces réseaux deviennent critiques. Les données transmises sont courtes.

Réseaux les plus répandus : Worldfip, Profibus DP, Fipio, Modbus et Unitelway.

e. Niveau machine : les bus de capteurs actionneurs

Les bus de capteurs actionneurs [5] ont été développés pour pallier deux inconvénients majeurs des bus et réseaux de terrains :

- difficulté à connecter sur les réseaux de terrain des matériels usuels « non intelligents » ;
- complexité mise en œuvre pour gérer des petits automatismes.

Quelques produits émergents des multiples solutions proposées, on retrouve entre autres la technologie du bus CAN open et des bus AS-i.

Cette interface capteurs-actionneurs apporte les avantages suivants :

- Câble unique entre le système de commande et les actionneurs et capteurs ;
- Facilité d'extension (toutes les topologies sont possibles) ;
- Sécurité des échanges de données grâce à une bonne immunité aux parasites ;
- Temps de cycle court. Pour scrutation complète du réseau AS-i ;
- Haute protection (IP 65/67).

I.2.10 La communication homme-machine

L'homme et la machine ont besoin de communiquer pour :

- Réaliser les programmes et les mises au point de machines ;
- Effectuer les changements de formats ou de produits sur une ligne de fabrication ;

- Intervenir au niveau sécurité ou maintenance ;
- Gérer la fabrication, la disponibilité, la maintenance...

- **Méthode de communication homme-machine**

- a. **La communication pour la programmation**

Elle permet à l'automaticien de développer, de mettre en œuvre et de faire la mise au point de système de production à l'aide de logiciels de programmation spécifiques. Le personnel de maintenance peut également avoir accès aux programmes en lecture ou en écriture.

- b. **La communication pour le réglage**

Au début ou en cours de fabrication, l'opérateur a besoin de régler les différents paramètres de production : cadences, débits, poids, dimensions, nombres, températures, codes, dates...

- c. **La communication pour la conduite**

Elle permet au pilote de ligne de sélectionner les différents modes marches et d'arrêts correspondants au GEMMA.

- d. **La communication pour le dépannage**

Elle permet une aide au diagnostic en cas de défaut sur le processus de production ou de défaillance d'un composant.

- e. **La communication pour la supervision**

Elle permet de suivre la fabrication, de localiser des pannes, d'intervenir à distance, de contrôler la qualité, les disponibilités et les arrêts machines, de faire des statistiques...

I.2.11 Interface Homme/Machine (IHM)

I.2.11.1 Définition

IHM signifie interface homme-machine et fait référence à un tableau de bord qui permet à un utilisateur de communiquer avec une machine, un programme informatique ou un système. Techniquement, on peut appliquer le terme IHM à n'importe quel écran utilisé pour interagir avec un appareil, mais il est généralement employé pour décrire des écrans utilisés dans les environnements industriels. Les IHM affichent des données en temps réel et permettent à l'utilisateur de contrôler les machines grâce à une interface utilisateur graphique.

Dans un environnement industriel, une IHM peut prendre plusieurs formes. Il peut s'agir d'un écran autonome, d'un tableau de bord attaché à un autre équipement ou d'une tablette. Quoi qu'il en soit, son but premier est de permettre aux utilisateurs de visualiser des données quant aux opérations et de contrôler les machines. Les opérateurs pourraient, par exemple,

utiliser une IHM pour voir quelles bandes transporteuses sont enclenchées ou pour ajuster la température d'un réservoir d'eau industriel.

I.2.11.2 L'interface homme-machine en tant que composant de l'architecture système

D'une manière générale, l'interface homme-machine (IHM) ne devrait pas être traitée différemment, mais plutôt comme une partie intégrante d'une solution d'automatisation dotés d'automates programmables (API). L'équipement de commande peut se présenter sous différentes formes. Les automates modulaires et les automates compacts.

Un troisième type est désormais disponible : les unités IHM+API combinées pour la commande tactile et la visualisation à partir d'un seul appareil. Alors que les automates modulaires et compacts sont conçus pour être installés dans l'armoire de commande, les terminaux-automates à écrans tactiles (IHM/API) peuvent être installés sur la porte de l'armoire de commande [7].

I.2.11.3 Le développement des IHM – de la plus simple à la plus flexible

L'interface homme-machine est déjà passée par différents stades de développement : tout, du simple bouton-poussoir jusqu'aux écrans multitouche modernes, a été entrepris. Le processus ne semble pas prêt de s'arrêter. Cependant, les dispositifs de commande classiques, tels que les boutons-poussoirs, ont encore leur place au sein des équipements modernes. Outre les normes et les réglementations, il existe également des raisons pratiques, ergonomiques pour ces dispositifs de sécurité classiques, tout en travaillant sur la machine, rend impossible l'intégration d'interrupteurs critiques sur un écran tactiles (arrêt d'urgence, bouton de réinitialisation, éléments de commande) [7].

I.2.11.4 Les solutions « tout-en-un »

Les dernières innovations technologiques de connexion de bouton et de voyants lumineux permettent aux fabricants de machines de créer des équipements plus compacts et de réduire les temps de montage. Celles-ci incluent les solutions « tout-en-un », pour lesquelles les câbles, les connecteurs et le module de contact sont tous intégrés et fixés. Auparavant, les unités de commandes devaient être installées séparément dans des coffrets de protection volumineux, afin de les protéger des conditions environnementales (eau, poussière, produits de nettoyage, etc.). Cela n'est plus nécessaire : les solutions « tout-en-un » peuvent être installées directement sans boîtier grâce à la classe de protection IP65. Les prises préconfigurées et les différentes longueurs de câble permettent une installation simple et rapide. De plus, n'avoir à commander

qu'une seule référence facilite la sélection, la commande et le stockage, permettant ainsi de réaliser un gain de temps et d'argent.

Les éléments de contact extra-plats permettent également de réduire considérablement l'encombrement d'installation derrière l'élément de commande. Ainsi, les machines sont plus petites, plus compactes, les terminaux-opérateurs plus optimisés et plus élégants [7].

I.2.12 Pupitre opérateur

I.2.12.1 Modes de fonctionnement

Le pupitre opérateur peut se trouver dans les modes de fonctionnement suivants :

a. Mode de fonctionnement "Hors ligne"

Dans ce mode de fonctionnement, aucune liaison de communication n'est établie entre le pupitre opérateur et l'automate. On peut commander le pupitre opérateur, cependant aucune donnée n'est transmise vers l'automate ou reçue depuis ce dernier.

b. Mode de fonctionnement "En ligne"

Dans ce mode de fonctionnement, une liaison de communication est établie entre le pupitre opérateur et l'automate. On peut commander l'installation avec le pupitre opérateur conformément à la configuration.

c. Mode de fonctionnement "Transfert"

Dans ce mode de fonctionnement, on peut par exemple transférer un projet depuis le PC de configuration vers le pupitre opérateur ou sauvegarder et restaurer des données du pupitre opérateur. Pour commuter le pupitre opérateur en mode de fonctionnement "Transfert", On a les possibilités suivantes :

- Au démarrage du pupitre opérateur Démarrez manuellement le mode de fonctionnement "Transfert" dans le Start Center du pupitre opérateur ;
- Durant le fonctionnement Démarrez manuellement le mode de fonctionnement "Transfert" avec un objet de commande dans un projet. Lors du transfert automatique, le pupitre opérateur commute en mode de fonctionnement "Transfert" lorsqu'un transfert est démarré sur le PC de configuration.

I.2.12.2 Possibilités pour le transfert de données

Le tableau suivant indique les possibilités de transmission de données entre un pupitre opérateur et un PC de configuration.

Tableau I. 2 : Possibilité de transmission de données entre pupitre et PC de configuration.

Type	Voie de données	Basic Panels DP	Basic Panels PN
Sauvegarde/restauration, Mise à jour du système d'exploitation Transfert d'un projet	En série	Oui	-
	MPI/PROFIBUS DP	Oui	-
	PROFINET	-	Oui
Mise à jour du système d'exploitation avec "Réinitialisation aux réglages d'usine"	En série	-	-
	MPI/PROFIBUS DP	Oui	-
	PROFINET	-	Oui

I.2.12.3 Le pupitre opérateur dans le processus de travail

Le pupitre opérateur est un élément du processus technique. Pour intégrer le pupitre opérateur dans le processus, on distingue les deux phases suivantes :

- **Configuration**

Dans le cadre de la configuration, on élabore des interfaces utilisateur pour le contrôle-commande du processus technique sur un PC de configuration avec WinCC version 11 et supérieure. La configuration comporte les points suivants [23] :

- Création des données du projet ;
- Enregistrement des données du projet ;
- Test des données du projet ;
- Simulation des données du projet.

Après avoir compilé la configuration, on charge le projet sur le pupitre opérateur.

- **Conduite du process**

On désigne par conduite du process la communication réciproque entre le pupitre opérateur et l'automate.

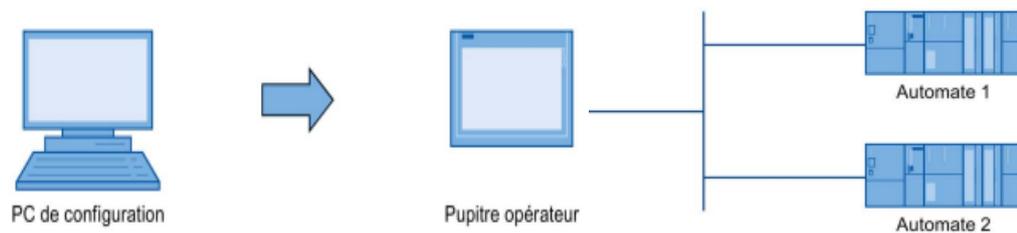


Figure I. 3 : La configuration d'un pupitre.

I.2.12.4 Concept de mémoire

Les pupitres opérateur peuvent utiliser les mémoires suivantes :

- **Mémoire interne**

Les données suivantes sont enregistrées ici :

- Système d'exploitation ;
- Fichier de projet ;
- Clés de licence ;
- Gestion des utilisateurs ;
- Recettes.

- **Mémoire de masse USB sur le port USB**

Les données suivantes peuvent être enregistrées ici :

- Système d'exploitation pour la mise à jour ;
- Fichier de projet comme sauvegarde ;
- Gestion des utilisateurs comme sauvegarde ;
- Recettes comme sauvegarde ;
- Logiciel de restauration pour la réinitialisation aux paramètres d'usine via une clé USB ;
- Clés de licence pour le transfert sur le pupitre ;
- Certificats pour la communication basée sur le Web.

I.3 Caractéristique des automates S5-95U et S7-300

I.3.1 L'automate programmable S5-95U

L'automate S5-95U lancé en 1979, de la firme allemande SIEMENS est un API de faible encombrement, rapide et puissant. Il est conçu pour des applications complexes nécessitant des entrées et des sorties TOR ainsi que de entrées et des sorties analogiques.

Il est adapté à l'exécution de tâches de commande structurés, simples demandant des vitesses de réaction élevés et nécessitant des fonctions supplémentaires comme la régulation [8][9][10][11].

L'automate programmable industriel S5-95U est programmé à l'aide du logiciel STEP, il est utilisé dans notre processus d'une façon fiable, pour accomplir la tâche d'automatisation d'un palettiseur au de l'unité de margarinerie au sein de CEVITAL.

a. Qualité du S5-95U

- Entrées /sorties analogique intégrées avec temps de conversion extrêmement court.
- Régulateur PID.
- Mise en réseau sur SINEC I2 en tant que station active ou passive.

b. Structure

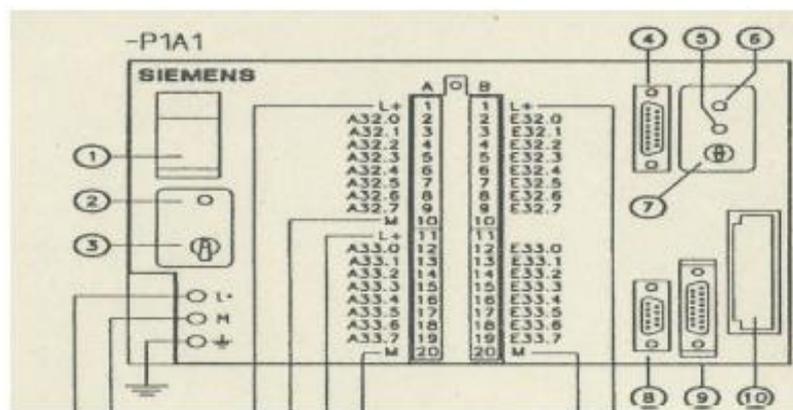


Figure I. 4 : Structure de l'automate S5-95U.

- 1-Logement de la pile
- 2-Signalisation de défaillance de la pile
- 3-Interrupteur Marche/ Arrêt
- 4-Interface pour entrées et sorties analogique
- 5-Visualisation du mode de fonctionnement
- 6-LED de défaut réseau
- 7-Sélecteur de mode
- 8-Interface pour entrer d'alarme et entrée de comptage
- 9-Interface pour PG, PC, OP ou réseau SINEC L1
- 10-Logement cartouche mémoire EPROM

c. Périphérique intégrée

Le périphérique intégré est constitué des éléments suivants :

- 16 entrées TOR.

- 16 sorties TOR.
- 4 entrées d'alarme.
- 8 entrées analogiques.
- 1 sortie analogique.
- 2 entrées de comptages.

d. Bus de périphérie

Le bus de périphérie est la liaison électrique entre l'automate et les modules S5 95U servant d'extension de l'automate.

e. Alimentation

Le S5-95U est raccordé directement à une tension de 24v, pour le raccordement à la tension du secteur 115/230V des modules d'alimentation de 1A à 10A (sous 24V) sont placés.

f. Montage

L'automate S5-95U peut être fixé directement à un mur ou sur une plaine – support. Quatre supports muraux sont nécessaires. Ils devront être glissés dans les quatre rainures ménagées à l'arrière de l'automate puis vissés au mur.

I.3.2 Solution pour remplacer SIMATIC S5

Aujourd'hui et après 43 ans aux services des lignes de production de l'industrie, les automates SIMATIC S5 évoluent pour plus de performances. La nouvelle gamme S7, lancée en 1996, apporte une intégration idéale avec les interfaces homme-machine, ainsi qu'un atelier logiciel beaucoup plus convivial. Dans la plupart des cas, la possibilité serait de changer le module d'entrée/sortie, tout en gardant l'unité centrale de traitement de S5, puisqu'habituellement l'entrée/sortie est le plus grand investissement sur une machine, mais cette stratégie est à écarter pour un système réduit (100U ou 95U), la meilleure approche serait de remplacer le système entier et réaliser une autre programmation en se basant sur le programme existant et un cahier des charges.

I.3.3 L'automate programmable S7-300

SIMATIC S7-300 est un automate modulaire compact de milieu de gamme. Il est programmé à l'aide du logiciel STEP 7 et constitué des [10] :

- CPU de différents niveaux de performance.
- Modules de signaux pour entrées et sorties TOR et des modules analogiques.
- Modules d'alimentation pour le raccordement du S7-300 sur secteur 120/230 V.

- Coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profilés-support.

L'API S7-300 se caractérise par :

- Puissance et rapidité.
- Hautes performances grâce aux nombreuses fonctions intégrées.
- Souplesse d'utilisation grâce à des architectures décentralisées simples et aux multiples possibilités de mise en réseau.
- Facilité et confort d'utilisation grâce à une configuration simple.
- Evolutivité permettant l'intégration de nouvelles tâches.

I.3.3.1 Interface MPI (Multi Point Interface)

L'interface AS511 pour PG du SIMATIC S5 a été remplacée par l'interface multipoint MPI pour S7-300. L'interface multipoint permet de raccorder directement par câble les appareils HMI (Human Machine Interface, auparavant COROS) et les consoles de programmation à l'interface PG des SIMATIC S7. Les interfaces sont intégrées aux appareils.

Leurs caractéristiques techniques sont décrites dans le tableau récapitulatif ci-après :

Tableau I. 3 : L'interface AS511 et MPI.

AS511	MPI
Interface TTY 25 points (20 mA)	Interface Sub-D 9 points, technique RS485
Vitesse de transmission: 9,6 Kbauds	Vitesse de transmission: 187,5 Kbauds
Protocole: 3964R	protocole: Fonctions S7
	Etendue du réseau: 50 m avec répéteurs de bus ou câbles spéciaux jusqu'à 1000 m Tous les modules programmables communiquent entre eux à l'intérieur d'un réseau <i>via</i> le bus MPI
Un appareil raccordable	Possibilité de raccorder jusqu'à 31 appareils

Pour notre application, on utilise un PC standard muni du logiciel STEP7 et d'une interface

MPI pour communiquer avec l'automate. Celui-ci nous permettra d'écrire le programme et de le compiler et de le transférer à l'automate, d'exécuter le programme pas-à-pas et de le visualiser.... Etc.

I.3.3.2 Les modules S7

Tout comme la gamme des SIMATIC S5 qu'elle vient compléter, la gamme SIMATIC S7 mise sur la modularité bien éprouvée.

On trouve les types de modules suivants :

a. Unités centrales (CPU)

Il existe de diverses CPU pour le S7-300 : 312 IFM, 313, 314, 314IFM, 315, 315-2 DP...

On choisit la CPU de puissance équivalente à la CPU S5-95U que nous voulons remplacer et qui est la S7-315.

On n'a pas besoin de pile pour sauvegarder les temporisations, compteurs et mementos du S7-300. Le contenu des blocs de données y est également sauvegardé en cas de coupure de la tension. Les unités centrales des SIMATIC S7-300 ont une mémoire tampon de secours ne nécessitant aucune maintenance qui sauvegarde les opérandes et les données qui ont été déclarés rémanents.

Le nombre et la taille des zones rémanentes autorisées sont en fonction de la CPU.

b. Modules d'alimentations (PS)

Pour chaque système d'automatisation dispose de différents modules d'alimentation.

Tout réseau 24 V industriels peut être utilisé pour alimenter la CPU du S7-300.

Tableau I. 4: Les modules d'alimentation utilisés avec le S7-300.

Désignation	Courant de sortie	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307	2A	DC 24V	AC 120V / 230V
PS 307	5A	DC 24V	AC 120V / 230V
PS 307	10A	DC 24V	AC 120V / 230V

c. Coupleurs (IM)

Certains coupleurs disponibles dans S5 ont leur équivalent dans S7. Ils peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus PROFIBUS.

Il est possible d'utiliser dans S7 le coupleur IM 467 à la place du coupleur IM 308C.

Les modules TOR et analogiques S5 peuvent être couplés au châssis S7 à l'aide du coupleur IM 463-2 via un châssis d'extension S5 et un coupleur IM 314.

d. Modules de communications (CP)

Les modules de communication S5 et S7 pouvant être employés dans les différents réseaux sont énumérés ci-dessous avec leurs fonctions :

Pour répondre aux différents besoins des niveaux de l'automatisation (conduite, cellule, terrain, actionneurs/capteurs) SIMATIC met à notre disposition les sous-réseaux suivants :

- Interface AS-i

L'interface AS-i (*Actuator Sensor Interface*) est un système de connexion employé par le premier niveau du processus dans les installations d'automatisation. Il permet notamment de relier des capteurs et actionneurs échangeant des données binaires. La quantité des données ne doit pas dépasser 4 bits par esclave.

- MPI

Le sous-réseau MPI est adapté au niveau du terrain et de la cellule lorsqu'ils restent de dimensions modestes. L'interface MPI est une interface multipoint pour SIMATIC S7/M7 et C7. Elle est également conçue comme interface PG et peut servir à la mise en réseau de plusieurs CPU pour l'échange de petites quantités de données (jusqu'à 70 octets).

La communication par le réseau SINEC L1 de S5 a été remplacée dans S7 par la communication par données globales et l'interface multipoint.

Toutes les CPU des S7-300 et S7-400, toutes les consoles de programmation (PG) et tous les pupitres opérateurs (OP) possèdent une interface multipoint (MPI).

- PROFIBUS

PROFIBUS est un système de communication ouvert acceptant en plus des SIMATIC les appareils d'autres constructeurs. C'est le réseau idéal à l'échelle de la cellule et du terrain et permet la transmission rapide de moyennes quantités de données (environ 200 octets).

- Industrial Ethernet

Industrial Ethernet est un système de communication ouvert acceptant en plus des SIMATIC les appareils d'autres constructeurs. C'est le réseau idéal pour le niveau de la conduite et de la cellule et permet la transmission rapide de grandes quantités de données.

- Couplage point-à-point

Un couplage point-à-point n'est pas un sous-réseau à proprement parler. Il est réalisé dans SIMATIC par des processeurs de communication (CP) point-à-point et relie deux partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC, etc.).

e. Modules de fonctions (FM)

L'utilisation d'un boîtier d'adaptation permet de monter des cartes d'axes (IP) et de positionnement (WF) de SIMATIC S5 dans des châssis S7-400. On choisit autrement le module de fonction remplissant la fonctionnalité voulue dans la gamme disponible des modules de fonction S7.

f. Modules de signaux (SM)

Les modules de signaux dans SIMATIC S7 correspondent aux cartes d'entrées/sorties de S5. Des nouveautés par rapport à S5 sont dans S7 les modules de signaux paramétrables et les modules permettant le diagnostic.

- SM paramétrables :

On a par exemple la possibilité pour les modules d'entrées TOR paramétrables d'indiquer dans l'application de configuration du matériel de STEP 7 quelles voies devront déclencher une alarme de processus lors d'un changement de front.

Les plages d'entrées des modules d'entrées analogiques se laissent facilement paramétrer dans STEP 7.

- SM avec fonctions de diagnostic :

Les modules permettant le diagnostic sont en mesure de détecter des erreurs provenant d'une source externe telles rupture de fil ou court-circuit et des erreurs internes telles erreur de RAM ou court-circuit interne.

Un événement de diagnostic donne lieu dans l'automate :

- Au déclenchement d'une alarme de diagnostic (provoquant l'appel dans le programme utilisateur de l'OB correspondant) qui interrompt le programme cyclique.
- À une entrée dans la mémoire tampon de diagnostic de la CPU (accessible depuis le PG ou l'appareil de contrôle-commande)

I.3.3.3 Nouvelles performances des modules S7

Les modules de STEP 7 se signalent par de nouvelles performances techniques :

- Il n'y a plus de cavaliers ni de commutateurs sur les modules.
- Les modules peuvent fonctionner sans ventilateur. Ils disposent comme les S5 du degré de protection IP 20.
- Vous avez un choix de modules paramétrables et dotés de fonctions de diagnostic !
- Les règles d'enfichage des modules ne sont plus aussi rigides.

- Les appareils d'extension et la périphérie décentralisée ET 200 peuvent déclencher des alarmes.

I.3.4 Paramétrage des modules S5/S7 :

Le paramétrage des modules SIMATIC S5 et SIMATIC S7 est expliqué dans le tableau suivant :

Tableau I. 5: Paramétrage des modules S5/S7.

SIMATIC S5	SIMATIC S7
	Disposition des modules dans l'application de configuration matérielle (HW Config) de STEP 7
Réglage des adresses à l'aide des commutateurs DIL	STEP 7 nous assiste dans l'enfichage des modules et choisit automatiquement les adresses
Réglage du mode de fonctionnement à l'aide de commutateurs	L'application de configuration matérielle de STEP 7 se charge du paramétrage des modules
Paramétrage du mode de fonctionnement des unités centrales par les zones de données système par exemple DB 1/DX 0	La CPU est paramétrée dans HW Config.
	Chargement après compilation des données de configuration dans la CPU et transmission automatique des paramètres aux modules à la mise en route

I.3.5 Mise en parallèle des blocs S5/S7

Le tableau suivant énumère les blocs STEP 5 et les blocs STEP 7 en parallèle montrant à chaque fois la correspondance entre ceux-ci et indique quand un bloc S5 doit être remplacé par un bloc ou une fonction STEP 7 équivalente.

Tableau I. 6: Mise en parallèle des blocs STEP 5 et blocs STEP 7.

Bloc STEP 5	Bloc STEP 7	Explication
Bloc d'organisation (OB)	Bloc d'organisation (OB)	Interface au système d'exploitation

OB spéciaux intégrés	Fonctions système (SFC) Blocs fonctionnels système (SFB)	Les fonctions système de STEP 7 remplacent les blocs d'organisation spéciaux de STEP 5 pouvant être appelés dans le programme utilisateur.
Bloc fonctionnel (FB, FX)	Fonction (FC)	Les fonctions (FC) de STEP 7 ont les mêmes propriétés que les blocs fonctionnels de STEP 5.
Bloc de programme (PB)	Bloc fonctionnel (FB)	Les blocs de programme ont leur équivalent dans STEP 7 : on les appelle des blocs fonctionnels. A la différence de leurs homologues dans STEP 5, ils possèdent des propriétés nouvelles et ouvrent de nouvelles perspectives en matière de programmation. Attention : les blocs de programme sont convertis en fonctions STEP 7 (FC).
Bloc séquentiel (SB)	-	Les blocs séquentiels n'existent plus dans STEP 7.
Bloc de données (DB, DX)	Bloc de données (DB)	Les blocs de données sont plus longs dans STEP 7 que leurs équivalents dans STEP 5 (jusqu'à 8 kilo octets pour le S7-300, et jusqu'à 64 kilo-octets pour le S7-400)
Blocs de données DX0, DB1 dans leur fonction spéciale	Blocs de données système (SDB) (paramétrage CPU)	Les nouveaux blocs de données système renferment toutes les données de configuration matérielle ainsi que les paramétrages de CPU nécessaires à l'exécution du programme.
Blocs de commentaire DK, DKX, FK, FKX, PK	-	Les blocs de commentaire n'existent plus dans STEP 7. Le commentaire est contenu dans les blocs correspondants dans la base de données hors ligne.

I.4 Logiciels de programmation

I.4.1 Step5

Le logiciel STEP5 V7 fonctionne sous WINDOWS 95, 98, 2000. Il permet de programmer l'ensemble de la gamme SIMATIC S5 du 90U au 155U. Les automates programmables accomplissent des tâches d'automatisation traduites sous forme programme utilisateur. Pour que l'automate puisse le comprendre, ce dernier doit être écrit dans un langage déterminé suivant des règles bien définies. La firme SIEMENS a développé le STEP5 pour la famille SIMATIC S5. [9]

- **Structure du programme S5**

Le langage STEP5 permet une structure modulaire afin de définir une organisation du programme. Le programme utilisateur se subdivise en plusieurs blocs :

- OB : Blocs d'organisation qui ont une fonction spécifique. Ils réagissent à des événements particulières (horloge, alarme, démarrage...).
- PB : Blocs de programmes pour la programmation de l'automatisme avec l'utilisation du jeu d'instructions de base du STEP5.
- FB : Blocs fonctionnels pour les fonctions complexes et répétitives. Utilisation du jeu d'instructions complet de STEP5.
- DB : Blocs de données sont des zones d'opérandes supplémentaires sont accessibles à partir de n'importe quel bloc de programme.

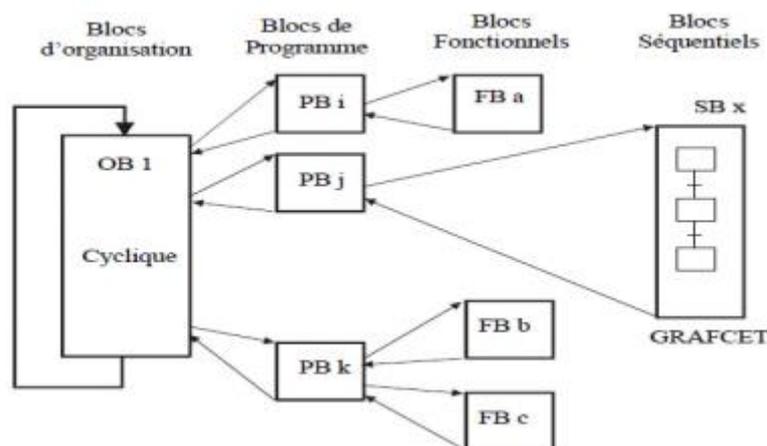


Figure I. 5

Figure I. 5 : Structure du programme en STEP5.

I.4.2 Step7 [12][13][14]

Step7 est le logiciel d'ingénierie de SIMENS qui permet l'accès "de base" aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il prend également en compte le réseau, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer) et éventuellement aux automates de s'envoyer des messages entre eux. Mais il ne permet pas de faire participer les ordinateurs à l'automatisme. Les tâches de base qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et gestion de projet.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le test de l'installation d'automatisation. Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de Microsoft à partir de la version Windows 95. Par conséquent, il s'adapte à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation.

- **Structure du programme STEP7**

La programmation structurée permet la rédaction claire et transparente de programmes. Elle permet la construction d'un programme complet à l'aide de modules qui peuvent être échangés et/ou modifiés à volonté. Pour permettre une programmation structurée confortable, il faut prévoir plusieurs types de modules :

- **Les blocs d'organisation (OB) :**

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique et déclenché par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU. Le bloc d'organisation OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal (MAIN dans le langage C). En effet, c'est le programme appelé cycliquement par le système d'exploitation. Les autres blocs, existant dans le projet seront exécutés à leur appel par l'OB1.

- **Les blocs fonctionnels (FB)**

C'est un sous-programme écrit par l'utilisateur, il facilite la programmation de fonctions complexes souvent utilisées. Il exécute par l'appel d'autre bloc de code. Un bloc de données d'instance, qui constitue sa mémoire, lui est associé. Ce dernier contient les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques.

- **Le bloc fonctionnel système (SFB)**

C'est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Les SFB font partie du système d'exploitation, par conséquent, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme. Comme les FB, les SFB sont des blocs avec mémoire. On doit donc également créer pour les SFB des blocs de données d'instance que l'on charge dans la CPU en tant que partie du programme. Ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées de la CPU 314 IFM, comme ils peuvent être utilisés pour la communication via des liaisons configurées.

- **Les fonctions (FC)**

Elles contiennent des routines pour les fonctions fréquemment utilisées, comme le renvoi d'une valeur au bloc appelant. Elles sont sans mémoire et contiennent uniquement des variables temporaires qui sont sauvegardées dans la pile de données locales et perdues à l'achèvement de cette fonction. Mais elles peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

- **La fonction système (SFC)**

C'est une fonction intégrée dans la CPU S7, pré-programmée et testée. Elle est appelée à partir du programme. Comme ces fonctions font partie du système d'exploitation, elles ne sont pas chargées en tant que partie du programme. Comme les FC, les SFC constituent des blocs sans mémoire. Parmi les fonctionnalités qu'elles proposent : Le contrôle du programme, la gestion des alarmes horaires et temporisées, la mise à jour de la mémoire image du processus, l'adressage de modules et la création de messages relatifs aux blocs.

- **Blocs de données d'instance (DB d'instance)**

Associé à chaque bloc fonctionnel, il contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. On peut utiliser plusieurs DB pour un même FB ; par exemple, un FB pour la commande de plusieurs moteurs, les données de chaque moteur sont sauvegardées dans différents DB.

4.2.7. Blocs de données globaux (DB) A l'opposé des DB d'instance qui ne sont associés qu'aux blocs fonctionnels, les DB globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs de code.

- **Mémentos**

Des mémentos sont utilisés pour le fonctionnement interne de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servent à mémoriser les états logiques "0" et "1". Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties.

- **Mnémoniques**

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels. Les mnémoniques ainsi définies sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable.

I.4.3 TIA PORTAL

SIMATIC STEP 7 Basic (TIA Portal) est une version économique et allégée du logiciel pour contrôleur STEP 7 Professional Controller Software dans le TIA Portal, pouvant être utilisé à la fois pour l'ingénierie des microcontrôleurs SIMATIC S7-1200 et la configuration des SIMATIC HMI Basic Panels, étant donné que Win CC Basic fait partie intégrante de l'ensemble des logiciels. Grâce à son intégration au Framework d'ingénierie du TIA Portal, SIMATIC STEP 7 Basic offre les mêmes avantages que le logiciel d'ingénierie professionnel STEP 7, par exemple le diagnostic direct en ligne, l'adjonction aisée d'objets de technologie ou encore le concept de bibliothèque permettant un travail rapide, efficace et permettant la réutilisation de données. STEP7 Basic (TIA Portal) offre les langages de programmation IEC KOP (plan des contacts), FUP (plan des fonctions) et SCL (texte structuré).

- **Description du logiciel**

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. Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions). La fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée.

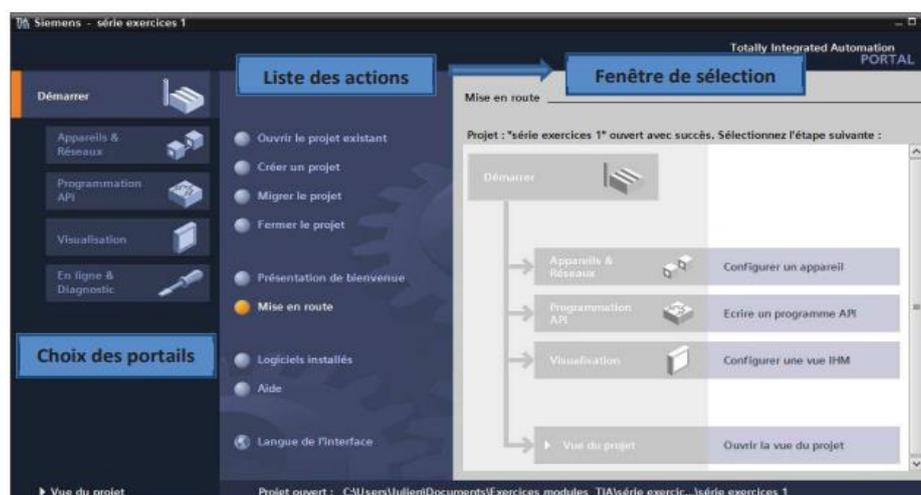


Figure I. 6 : Vue du portail.

- **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.

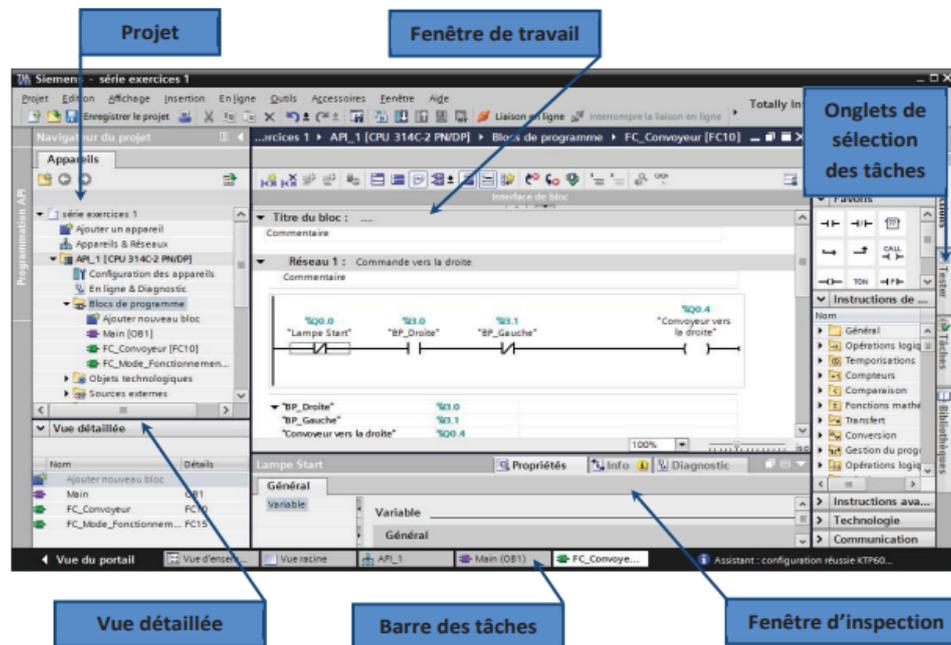


Figure I. 7 : Vue du projet.

- 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, bibliothèques des composants, bloc de programme 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. [7]

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a focalisé sur les notions d'automatisme, des API et des IHM, comme on a abordé les caractéristiques des automates siemens le S5-95U et le S7-300 et un aperçu sur les logiciels de programmation Step5, Step7 et TIA PORTAL ; qui feront l'objet du chapitre 3 pour effectuer la migration de S5 ver S7 d'un système de palettisation et l'adaptation de son pupitre de commande.

Chapitre II :

Etude du système de palettisation

Chapitre II :

Etude du système de palettisation

II.1 Introduction

L'unité margarinerie de CEVITAL est une unité de production agro-alimentaire, d'une capacité de production de 600 tonnes/jour, spécialisée dans la production des margarines et les graisses finies ou semi-finies (Matina, Fleurial, Margarine de Feuilletage, Smen et les Shortening). Elle possède cinq lignes de production dont chacune est assignée à produire un(des) article(s) bien spécifique. L'énorme quantité de production de cette unité est assurée grâce à ses installations automatisées tel que les systèmes de palettisation qui permettent de ranger les colis sur des palettes et les transporter pour assurer le bon développement des opérations.

Dans ce chapitre, nous évoquerons l'étude de ce système de palettisation, tout en décrivant ses caractéristiques techniques, ses composants, son ensemble fonctionnel et quelque programme de couches-palettes mise en place. Nous terminerons ce chapitre par l'extrait du cahier de charges du projet à réaliser.

II.2 Système de palettisation

II.2.1 La palettisation

La palettisation fait partie des systèmes de manutention qui se sont les plus développés au cours des trois dernières décennies. C'est un procédé logistique qui consiste à regrouper certain nombre de colis sur une palette afin d'en unifier la charge et faciliter son transport par les différents équipements de manutention, l'opération de groupage est faite par un palettiseur. La palettisation a pour but, en plus de faciliter le transport, de protéger la marchandise depuis le moment où elle est palettisée jusqu'à sa destination, en maintenant le produit en parfait état jusqu'à son prochain processus logistique ou jusqu'à son arrivée au client final [21].

- **Les avantages de la palettisation**

L'introduction de la palette comme unité de charge standard dans l'entrepôt a permis :

- **Le chargement et déchargement plus rapide des marchandises** : l'utilisation de palettes permet aux opérateurs ou aux quais de chargement automatique de charger et décharger plus rapidement les marchandises du camion, puisque les engins de manutention peuvent empiler les produits et réduire ainsi le nombre de déplacements.
- **Plus de rapidité dans le flux de marchandises de l'entrepôt** : les marchandises, empilées sur des palettes, se déplacent facilement à travers l'entrepôt, tout en respectant les étapes assignées à chaque produit.
- **Une plus grande sécurité pour les opérateurs et les produits stockés** : les palettes évitent à l'opérateur de déplacer une à une des charges, ce qui offre plus de sécurité à la fois pour la marchandise et pour lui-même.
- **La gestion des stocks** : le chargement sur palettes permet un contrôle plus strict de chaque référence. Comme le responsable de l'entrepôt connaît le volume de produits empilés sur chaque palette, il peut déjà avoir une idée du niveau de stock de chaque produit d'un coup d'œil.
- **L'optimisation de la zone de stockage** : quand on parle de palettes, l'un des concepts clés est l'empilage. Les différents systèmes de stockage, qu'ils soient conventionnels ou automatiques, tirent le meilleur parti de l'espace de stockage, chacun bien sûr avec ses avantages et ses inconvénients [16].

II.2.2 Le palettiseur

Le palettiseur est une machine qui est capable de trier automatiquement, transférer piler et sécuriser des marchandises emballées sur une palette, il est généralement placé à la fin de la ligne de production et il remplace un travail manuel potentiellement coûteux et lent donc Il ajoute également une précision que seuls des moyens mécanisés et informatisés peuvent apporter. Un palettiseur automatique assure la réception des articles, leur rangement par couche, la distribution des intercalaires, la superposition des couches et la mise en place d'un bac carton retourné sur la couche supérieure. Il est entièrement automatisé, il permet un gain de temps important pour la palettisation de la marchandise, il est utilisé lorsque le nombre de palettes à constituer est important chaque jour. Il existe plusieurs types de palettiseurs qui se différencient par leur cadence de travail (de 20 à plus de 100 palettes/ heure), leur cout ... Certains peuvent palettiser plusieurs palettes en même temps ils nécessitent une étude adaptée aux spécifications techniques du client et des produits palettisés. La sécurité des installations

est réalisée selon les normes en vigueur, les enceintes sont protégées par des grillages et/ou par des barrières immatérielles [17].

La palette est une plate-forme horizontale faite de planches qui sert de base aux produits afin que les fourches d'un chariot élévateur ou d'un transpalette puissent prendre et déplacer toute la charge en même temps.

Il existe trois grandes catégories de palettiseurs, et leur fonctionnement change en fonction de leur type de suivi : robotique, bas niveau et haut niveau. Ces conventionnels fonctionnent à l'aide de convoyeurs et d'une zone qui reçoit les marchandises à palettiser. Ainsi, les palettiseurs Bas chargent les produits depuis le sol, tandis que ceux de haut niveau chargent par le haut. Les articles à charger arrivent sur des convoyeurs où ils sont continuellement transférés et triés sur les palettes, de sorte que ces deux méthodes de palettisation conventionnelles sont généralement plus rapides que les méthodes robotisées. Dans ce projet, notre étude est basée sur un palettiseur MAXIPAL qui chargent par le haut.

- **Choix du type de palette**

Afin d'assurer la stabilité de la marchandise, le choix du type de palette est fondamental, il faudra donc prendre en compte non seulement le matériau à partir duquel elle est fabriquée il y a des palettes en bois, en plastique ou en métal, mais aussi ses dimensions palette européenne, palette américaine ou semi-palette, principalement. Les facteurs à prendre en compte pour choisir la bonne palette entre autres :

- **Le poids**

- La palette légère est à privilégier pour le transport unique de charges peu lourdes ;
- La palette semi-lourde est conçue pour supporter plusieurs transports ;
- La palette lourde peut transporter de lourdes charges et peut être utilisée en multi-rotations.

- **Le type de charge**

La palette peut transporter trois types de charges distincts qui ont chacun leurs particularités :

- La charge statique correspond à un stockage au sol sans déplacement ou manipulation, La palette doit donc simplement supporter une charge qui ne bouge pas ;

- La charge dynamique signifie que la palette et son contenu vont être transportés à l'aide d'un transpalette, il faut donc bien vérifier la charge dynamique maximale supportée par la palette ;
- La charge en rack correspond à un stockage des palettes placées sur un rack en hauteur.

- **Le format**

Le format de la palette est un critère important car c'est lui qui détermine le nombre de caisses carton à placer. Il existe plusieurs formats standardisés :

- La palette Europe : 120 x 80 cm
- La palette industrielle : 100 x 80 cm
- La demi-palette : 60 x 80 cm
- Le quart de palette : 60 x 40 cm

Il est également possible de concevoir des palettes sur-mesure afin de correspondre aux dimensions des marchandises différentes.

- **Les conditions de transport ou stockage**

Si les marchandises ont besoin d'être réfrigérées ou congelées, il faut privilégier une palette fabriquée dans un matériau capable de supporter le froid et les changements brusques de température.

II.3 Description du process

II.3.1 Présentation

Notre système possède principalement un palettiseur MAXIPAL de marque TMG-Impiranti qui est fabriqué en 2000. Cette machine de numéro de série 12004900, assure la palettisation de deux lignes simultanément (ligne3 : Matina 250g et ligne5 : Beure 200g) qui nécessitent une grande flexibilité ; elle est faite pour mettre les cartons de margarine mentionnés précédemment dans les palettes selon un programme mise en place bien déterminé (les programmes de couches sont bien détaillés dans la suite du chapitre).

II.3.2 Les caractéristiques techniques

Notre palettiseur se caractérise d'un poids de 4500 kg et d'une capacité de production de 10 cartons / min, comme il dispose de données techniques suivantes [18] :

- **Du point de vue électrique**
 - Tension nominale : 380 Volts,
 - Puissance nominale : 17 kW
- **Du point de vue pneumatique**
 - Consommation en air : 175m³ /h,
 - Pression de travail : 6 Bars.

II.3.3 Le schéma général

La figure suivante montre les différents constituants du palettiseur :[18]

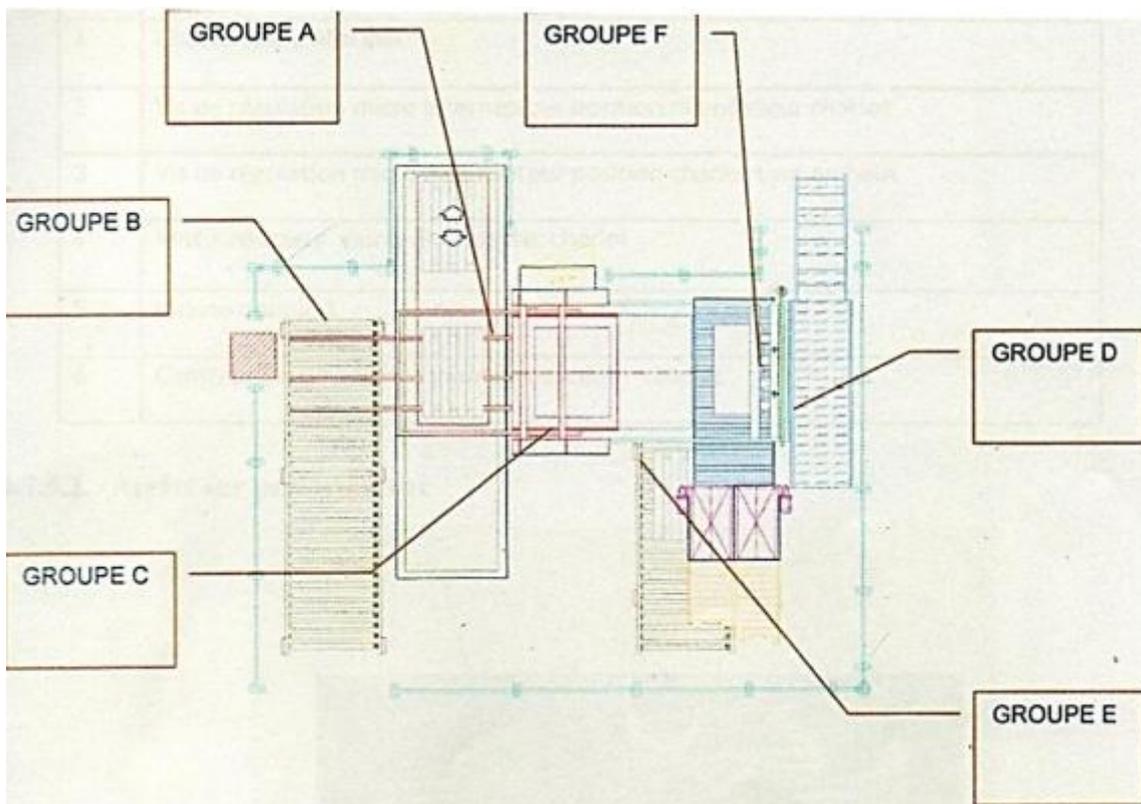


Figure II. 1: Le schéma général du palettiseur.

- **Groupe A :**
 - Bloc palette convoyeur à droite.
 - Bloc palette convoyeur à gauche.
- **Groupe B :**
 - Descente aiguillage palette pleine.

- **Groupe C :**
 - Espaciateur SX.
 - Espaciateur DX.
 - Blocs sécurité.
 - Presseurs.
- **Groupe D :**
 - Arrêt 1.
 - Arrêt 2.
 - Tourne boîte DX.
 - Tourne boîte SX.
 - Arrêt ascenseur
- **Groupe E :**
 - Descente aiguillage palette vide.
- **Groupe F :**
 - Monté poussoir.

II.3.4 Les éléments de base de la partie opérative

Tableau II. 1: Les éléments de la partie opérative du palettiseur.

Les éléments	Les actionneurs
Ascenseur	- Ascenseur, - Moteur ascenseur : M10, - Réducteur ascenseur.
Performateur	- Performateur, - Moteur rouleaux performateur : M02, - Réducteur rouleaux performateur.
Poussoir	- Poussoir, - Moteur de poussoir : M06, - Réducteur de poussoir
Tapis entré performateur droite	- Tapis entré performateur droite, - Moteur de tapis entré performateur droite M01, - Réducteur de tapis entré performateur droite.

Tapis entré performateur gauche	<ul style="list-style-type: none"> - Tapis entré performateur gauche, - Moteur de tapis entré performateur gauche M18, - Réducteur de tapis entré performateur gauche
Chariot mobile	<ul style="list-style-type: none"> - Chariot mobile, - Moteur de chariot mobile M03, - Réducteur de chariot mobile
Triangle	<ul style="list-style-type: none"> - Triangle, - Moteur de triangle M05, - Réducteur de triangle.
Convoyeur sorti palette pleine	<ul style="list-style-type: none"> - Convoyeur sorti palette pleine, - Moteur de convoyeur sorti palette pleine M17, - Réducteur de convoyeur sorti palette pleine.
Navette à deux places palettes (translateur)	<ul style="list-style-type: none"> - Navette à deux places palettes (translateur) - Moteur à navette M14 - Réducteur de navette
Convoyeur sortie palettes pleines droite	<ul style="list-style-type: none"> - Convoyeur sortie palettes pleines droite, - Moteur de convoyeur sortie palettes pleines droite M12, - Réducteur de convoyeur sortie palettes pleines droite.
Convoyeur sortie palettes pleines gauche	<ul style="list-style-type: none"> - Convoyeur sortie palettes pleines gauche, - Moteur de convoyeur sortie palettes pleines gauche M13, - Réducteur de convoyeur sortie palettes pleines gauche.
Rouleaux entrée palettes vides	<ul style="list-style-type: none"> - Rouleaux entrée palettes vides, - Moteur de rouleaux entrée palettes vides : M08, - Réducteur rouleaux entrée palettes vides.
Convoyeur entré palette vide	<ul style="list-style-type: none"> - Convoyeur entré palette vide, - Moteur de convoyeur entré palette vide : M11, - Réducteur de convoyeur entré palette vide.

Rouleaux sortie palettes pleines	- Rouleaux sortie palettes pleines, - Moteur de rouleaux sortie palettes pleines : M09, - Réducteur rouleaux sortie palettes pleines.
Rouleaux entrée carton droite	- Rouleaux entrée carton droite, - Moteur de rouleaux entrée carton droite : M23, - Réducteur rouleaux entrée carton droite.
Rouleaux entrée carton gauche	- Rouleaux entrée carton gauche, - Moteur de rouleaux entrée carton gauche : M24, - Réducteur rouleaux entrée carton gauche.
Tourne- boîte gauche du palettiseur	Tourne- boîte gauche du palettiseur
Tourne- boîte droite du palettiseur	Tourne- boîte droite du palettiseur

II.3.5 L'ensemble fonctionnel

Les éléments de la machine sont décrits ci-dessous : [19]

- **Le châssis Maxipal**

Le châssis Maxipal est le squelette du palettiseur, là où les organes de la machine sont placés. Le positionnement de l'ascenseur est assuré par les deux fins de course 2 et 3 de la figure ci-dessous et le mouvement de la descension est assuré par un moteur.



Figure II. 2: Le châssis Maxipal.

Tableau II. 2: Les éléments du châssis Maxipal.

1	Châssis coule Maxipal
2	Vis de régulation micro interrupteur position ralentisseur chariot
3	Vis de régulation micro interrupteur position chariot tout en haut
4	Motoréducteur montée-descente chariot
5	Motoréducteur montée-descente chariot
6	Contrepoids de balance montrée-descente chariot

- **L'arrêt préformateur :**

Lors de la mise en place des cartons, les arrêts performateurs interviennent pour créer un espacement entre les cartons et guider la formation de couches selon le programme prédéfini afin d'éviter l'écrasement des boxes. La sortie et la rentrée des arrêts performateurs se fait à l'aide des vérins double-effet.

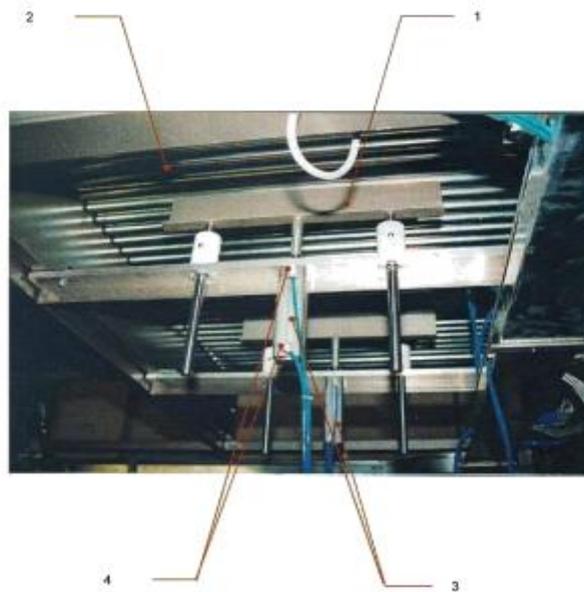


Figure II. 3: L'arrêt préformateur.

Tableau II. 3: Les éléments de l'arrêt préformateur.

1	Rebord arrêt performateur
2	Rouleaux galvanises
3	Vérin double effet
4	Vanne de réglage afflux air dans le vérin

- **Le préformateur et le pousseur à reprise**

Le pousseur fait partie du préformateur, il permet de transporter les séries de couches vers le plat-intermédiaire.

Une fois que les cartons sont mis en place sur le préformateur à l'aide des rouleaux d'entrée, les couches se préforme selon le programme mise en place et le pousseur intervient pour les transporter.

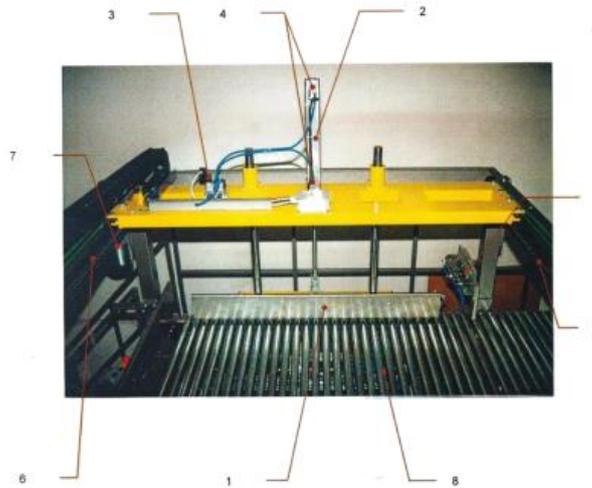


Figure II. 4: Le préformateur et le pousseur à reprise.

Tableau II. 4 : Les éléments du préformateur et pousseur à reprise.

1	Rebord pousseur à reprise
2	Vérin double effet
3	Vérin double effet
4	Vannes de réglage afflux air dans le vérin
5	Tourne boites pneumatique
6	Chaine 3/2 simple
7	Motoréducteur
8	Rouleaux galvanisé axe type B

- **Le chariot**

Le chariot est l'ensemble de l'ascenseur qui fait transporter les couches une fois placés sur le plat mobile jusqu'à l'atteinte de la palette.

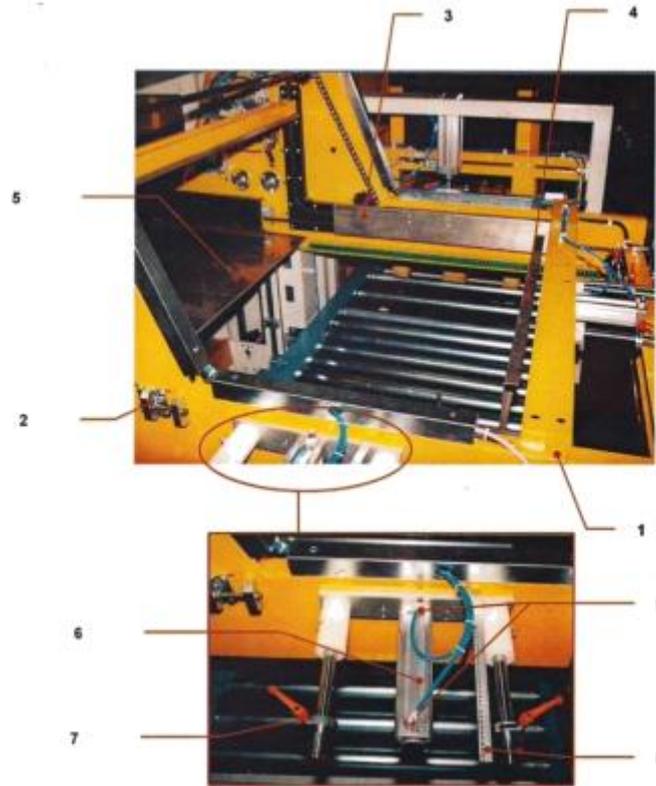


Figure II. 5: Le chariot.

Tableau II. 5: Les éléments du chariot.

1	Chariot palettiseur
2	Dispositif de tirage chaîne
3	Rebords presseurs latéraux
4	Rebords presseurs frontaux
5	Plat mobile
6	Vérin presseur
7	Poignée réglage fin de courses presseuses
8	Poignée réglage fin de courses presseuses
9	Régulateurs de flux air dans le vérin

- **Le presseur triangle droite et gauche**

Une fois que le chariot est sur la palette, les presseurs postérieures et latéraux interviennent pour presser la couche garder sa mise en place afin d'éviter sa déformation et pour que le plat mobile se retire et revienne sans emporter les cartons.

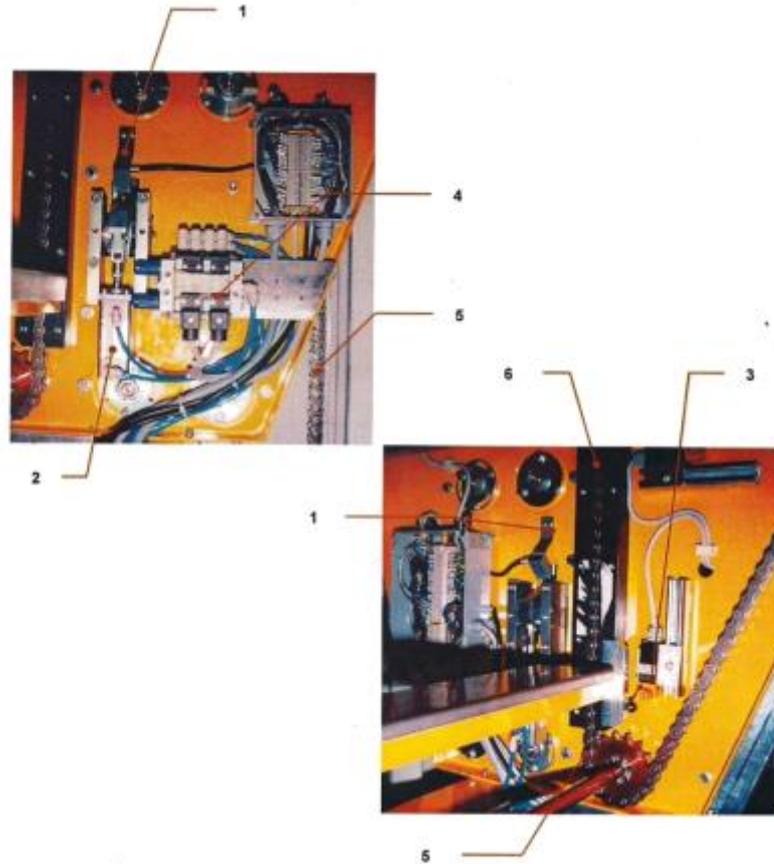


Figure II. 6: Le presseur triangle droit et à gauche.

Tableau II. 6: Les éléments du presseur triangle droit et à gauche.

1	Blocs de sureté chariot
2	Vérin blocs de sureté
3	Micro interrupteur magnétique
4	Electrovanne monostable contrôle blocs de sureté et presseur latéraux/frontaux
5	Chaine
6	Support pour chaine

- **Les dispositifs d'espacement et du plat intermédiaire**

Les dispositifs d'espacement servent à arrêter les cartons sur le plan intermédiaire.

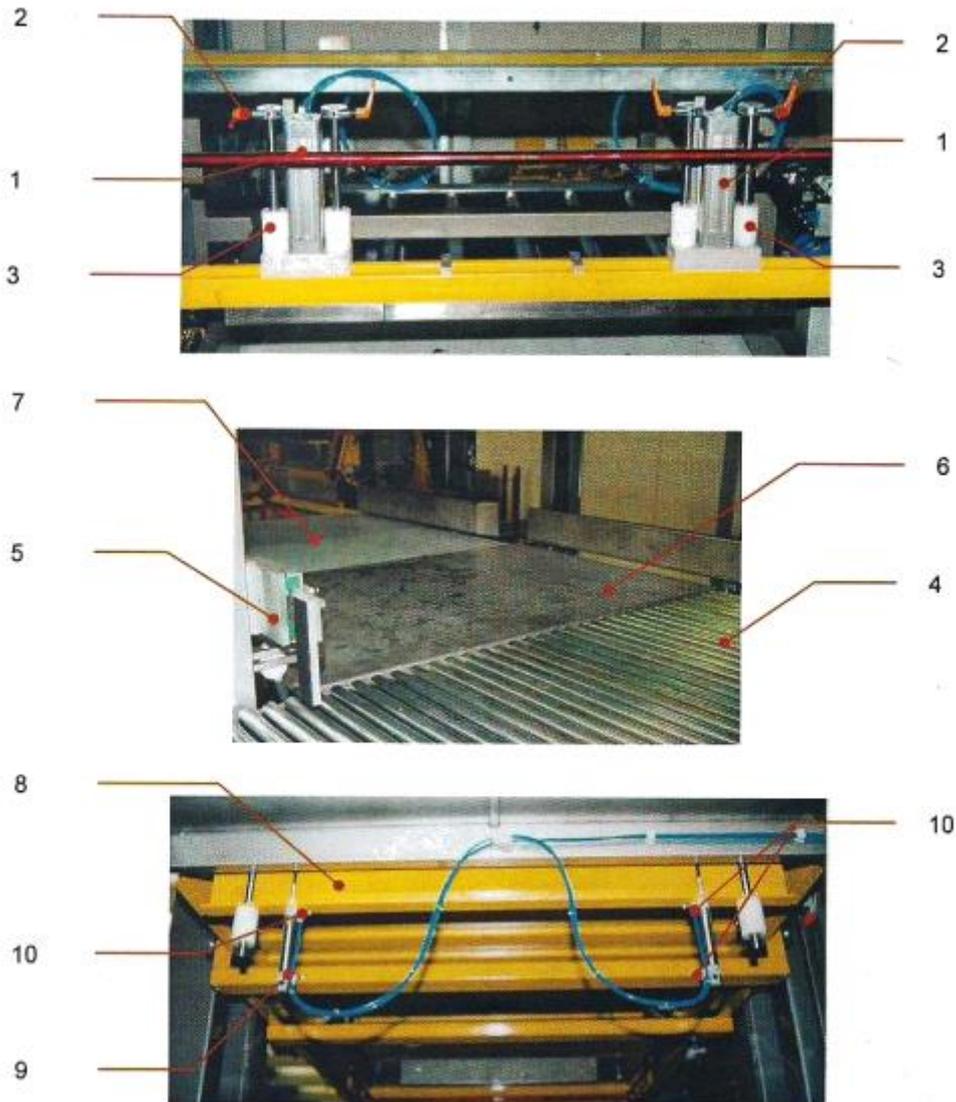


Figure II. 7: Les dispositifs d'espacement et du plat intermédiaire.

Tableau II. 7: Les dispositifs d'espacement et du plat intermédiaire.

1	Presseur gauche et droit
2	Poignées fixation blocs de fin de course vérins
3	Bagues de glissement
4	Rouleaux galvanisé axe type
5	Tourne boites pneumatique

6	Plan intermédiaire
7	Plan de translation
8	Arrêt plan intermédiaire
9	Vérin
10	Vanne de réglage afflux air dans le vérin

- **La caténaire palettes vide et rouleaux d'entrée**

Les rouleaux d'entrée servent au déplacement des palettes vides vers le caténaire. Une fois que la palette pleine est évacuée, les caténares palettes vides interviennent pour l'approvisionnement en palette vide.

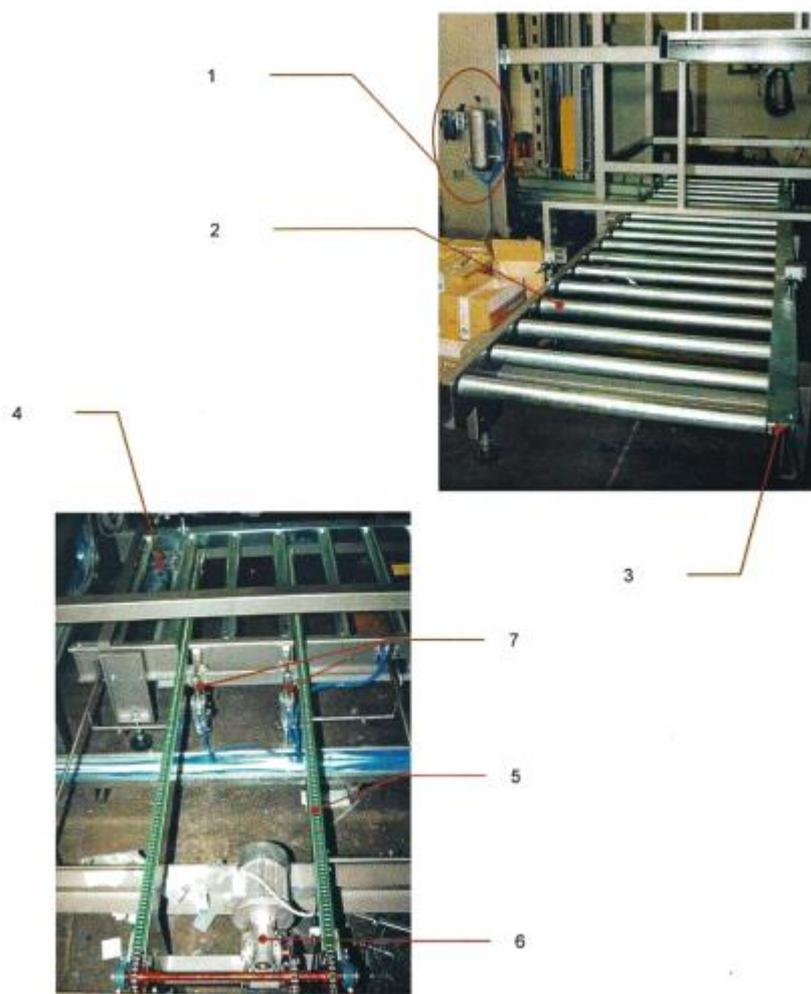


Figure II. 8 : La caténaire palettes vide et rouleaux d'entrée.

Tableau II. 8: Les éléments de la caténaire palettes vide et rouleaux d'entrée.

1	Réservoir 10L + filtre régulation et manomètre
2	Rouleau moteur
3	Chaîne ½ simples
4	Motoréducteur
5	Chaîne 5/8S
6	Réducteur
7	Vérin double effet pour soulèvement caténares

- **La navette à deux places palette**

La navette permet la palettisation des deux lignes alternativement. Le translateur possède deux emplacements pour palette et son déplacement de gauche à droite permet de passer d'un produit à un autre.

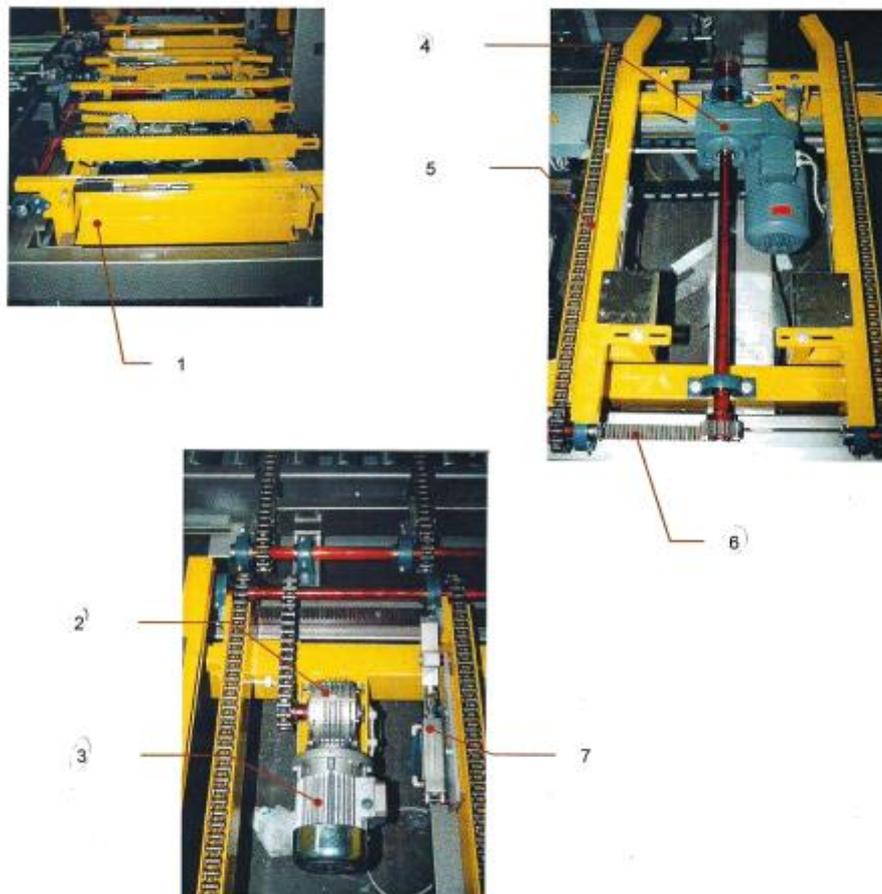


Figure II. 9: La navette à deux places palette.

Tableau II. 9: Eléments de navette à deux places palette.

1	Navette translation palettes pleines
2	Réducteur
3	Moteur
4	Motoréducteur
5	Chaine
6	Crémaillère
7	Arrêt palettes

- **Les rouleaux sortie palettes-caténaire palettes pleines**

Une fois que la palette est pleine, les caténaires déplacent la palette du translateur vers les rouleaux de sortie. Ces derniers interviennent pour l'évacuation de la palette pleine vers la navette.

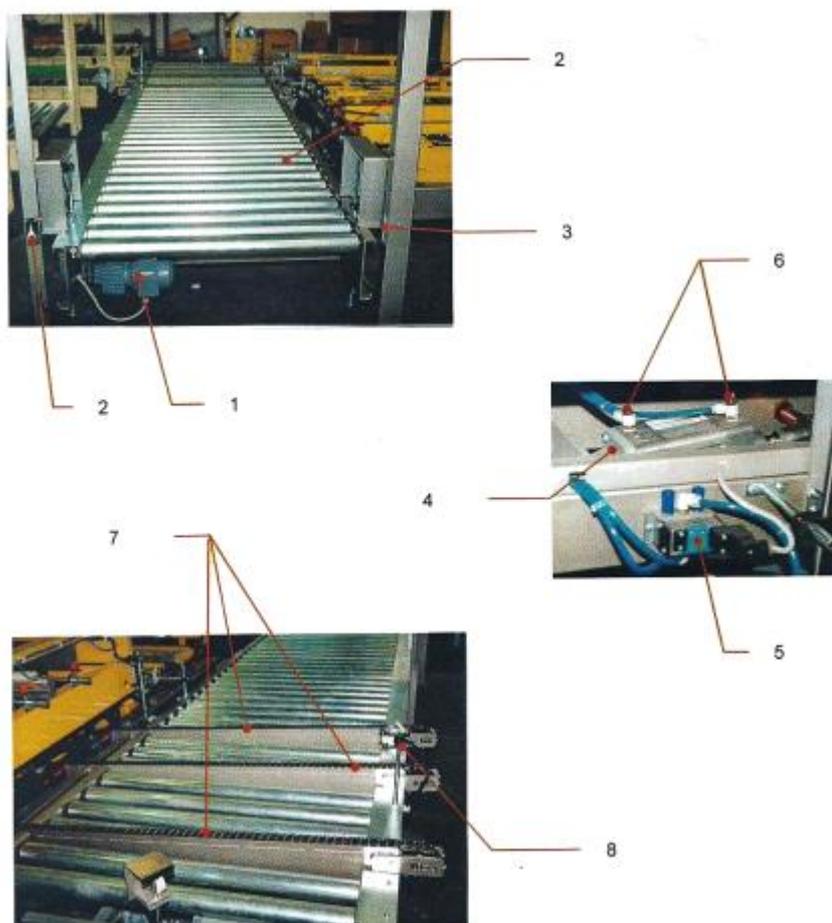


Figure II. 10: Les rouleaux sortie palettes-caténaire palettes pleines.

Tableau II. 10: Les éléments des rouleaux sortie palettes-caténaires et palettes pleines.

1	Motoréducteur
2	Rouleaux
3	Photocellule de sécurité
4	Vérin soulèvement palette
5	Electrovanne monostable
6	Régulateurs de flux air dans le vérin
7	Chaîne
8	Photocellule présence palette

II.3.6 Le fonctionnement

Le système de palettisation peut palettiser deux lignes alternativement.

Le cycle de fonctionnement d'une ligne, commence lors de la descente des cartons du premier étage à l'aide d'un descenseur, des rouleaux occupent le transport de ces derniers vers le tapis roulant du palettiseur, où se trouve une photo cellule de comptage. La ligne se sélectionne à l'aide d'un capteur de présence qui indique la ligne pleine et prête à activer.

Après avoir sélectionné la ligne effectuée par une commande conformément au programme, les cartons sont directement mis sur les rouleaux préformateurs pour préformer la couche. Un tourne boîte placé à l'entrée du tapis préformateur intervient dès qu'il reçoit un signal sort du programme afin de tourner le carton. Lors de la mise en place des cartons, des espaciateurs sont actionnés pour provoquer un vide entre les cartons selon la technologie de la couche du programme.

Une fois la mise en couche est faite selon un programme bien définie, les séries de cartons (couches) sont évacuées vers le plat mobile à l'intermédiaire d'un pousseur qui fait partie de l'ensemble du préformateur. Une fois que les cartons sont sur le plat mobile, ce dernier se déplace au même temps que la descente du chariot jusqu'à l'atteinte de la palette.

Lorsque la couche est positionnée sur la palette, les presseurs latéraux et postérieurs maintiennent et serrent les cartons en position pour garder la mise en place de la couche convenablement répartie, pendant que le plat mobile se retire et revient à son état initial sans l'importation des cartons, afin d'éviter la déformation de la couche.

Au remplissage de la palette, cette dernière se transporte du translateur vers les rouleaux de sorties à l'intermédiaire des convoyeurs de sorties ; au même temps l'approvisionnement d'une palette vide est effectué par l'intermédiaire des convoyeurs d'entrée.

Le palettiseur est équipé d'un translateur qui permet la palettisation des deux lignes alternativement, et d'une navette qui assure le transport des palettes pleines des rouleaux de sortie vers la l'équipement de plastification et des palettes vides du stock de palettes vers les rouleaux d'entrées

II.3.7 Programmes de couches-palettes

Le palettiseur assure l'arrangement des cartons de margarine dans les palettes selon un programme de mise en place bien déterminé.

II.3.7.1 Manuel de réglages

1	→	Tourne boîte
2	→	Pousseur 1/2
3	→	Pousseur 1/1 ou palette
4	→	Arrêt 1 (Espaceur largeur)
5	→	Arrêt 2 (Espaceur largeur)
6	→	(non utilisé)
7	→	(non utilisé)
8	→	CX (non utilisé)
9	→	SP2 DX Triangle (Espaceur longueur)
10	→	SP2 SX Triangle (Espaceur longueur)
11	→	Extratime
12	→	NOP entrée boîte directe (rien n'est activé)
13	→	(non utilisé)
14	→	(non utilisé)
15	→	Arrêt ascenseur
16	→	(non utilisé)

Figure II. 11: Signification des bits des WORD

II.3.7.2 Programme de la ligne 1

- Produit : Matina 250g.
- Nombre de couche : 8.
- Dimensions de la boîte : longueur=39.5cm, largeur=30.2cm, hauteur=13cm.

Tableau II. 11 : Programme de couche-palette ligne 1.

		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	N° Box	
C H Y E	I° C O U C H E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	9
C L E	2° C O U C H E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	12
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	14
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	18

✓ **Formation de la première couche :**

- **1er carton** : sortie de tourne boîte,
- **2eme carton** : tourne boîte en position initial,
- **3eme carton** : tourne boîte en position initial + pousseur ½,

- **4eme carton** : tourne boite en position initial,
- **5eme carton** : sortie de tourne boite,
- **6eme carton** : tourne boite en position initial + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **7eme carton** : tourne boite en position initial,
- **8eme carton** : tourne boite en position initial,
- **9eme carton** : sortie du tourne boite + pousseur complet.
- ✓ **Formation de la deuxième couche :**
- **10eme carton** : tourne boite en position initial,
- **11eme carton** : tourne boite en position initial,
- **12eme carton** : sortie du tourne boite + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **13eme carton** : tourne boite en position initial,
- **14eme carton** : sortie de tourne boite,
- **15eme carton** : tourne boite en position initial + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **16eme carton** : sortie de tourne boite,

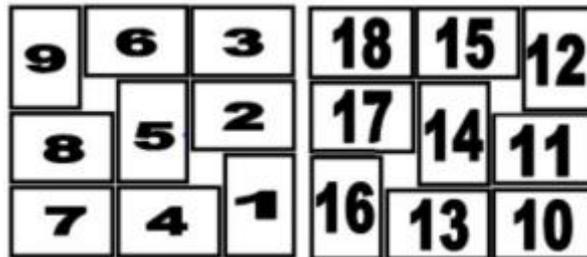


Figure II. 12: Formation des deux couches de cartons de la ligne1.

II.3.7.3 Programme de la ligne 2

- Produit : Beure 200g.
- Nombre de couche : 8.

Tableau II. 12: Programme de couche-palette ligne 2.

		16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	N° Box		
C O U C H E Y	I°	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	C O U C H E Y	2°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	6	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7	
			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
C L E	2°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	11		
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	15	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	16	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	20	

✓ **Formation de la première couche :**

- **1er carton** : tourne boîte en position initial,
- **2eme carton** : tourne boîte en position initial,
- **3eme carton** : tourne boîte en position initial,

- **4eme carton** : sortie du tourne boite + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **5eme carton** : sortie de tourne boite,
- **6eme carton** : sortie de tourne boite + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **7eme carton** : sortie de tourne boite,
- **8eme carton** : tourne boite en position initial,
- **9eme carton** : tourne boite en position initial,
- **10eme carton** : tourne boite en position initial + pousseur complet.



Figure II. 13: Formation de la 1ere couche de cartons de la ligne2.

✓ **Formation de la deuxième couche :**

- **11eme carton** : sortie de tourne boite,
- **12eme carton** : tourne boite en position initial,
- **13eme carton** : tourne boite en position initial,
- **14eme carton** : tourne boite en position initial + pousseur $\frac{1}{2}$,
- **15eme carton** : sortie de tourne boite,
- **16eme carton** : sortie du tourne boite +pousseur $\frac{1}{2}$,
- **17eme carton** : tourne boite en position initial,
- **18eme carton** : tourne boite en position initial,
- **19eme carton** : tourne boite en position initial,
- **20eme carton** : sortie du tourne boite +pousseur complet.



Figure II. 14: Formation de la 2eme couche de cartons de la ligne2.

II.4 Cahier des charges du projet

II.4.1 L'état actuel du système

Le système de palettisation présenté précédemment est équipé d'un automate S5- 95U ; un automate efficace, robuste et qui assure un bon fonctionnement. Aujourd'hui, les problèmes majeurs rencontrés par l'équipe technique de l'unité margarinerie de CEVITAL sont bien la difficulté du diagnostic, la complexité de sa programmation et la non disponibilité de pièces de rechange vue que la firme SIEMENS a arrêté la fabrication de cette gamme d'automate depuis 2015.

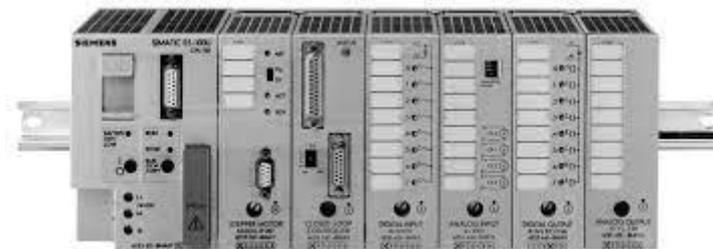


Figure II. 15 : L'automate S5-95U.

La communication des entrées/sorties de ce système est assurée par un pupitre de commande opérateur VT 100 (obsolète) qui dispose un écran réduit et un système principalement basé sur des boutons.

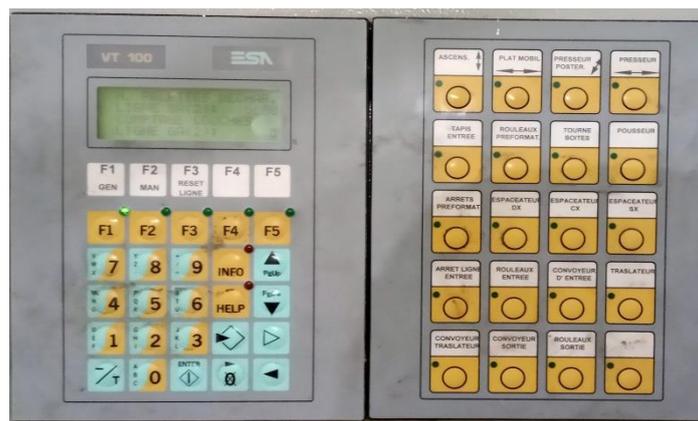


Figure II. 16 : Le pupitre opérateur VT-100.

II.4.2 Contexte du projet et définition des objectifs

Le présent document a pour objet de définir les conditions et les modalités pour la rénovation de l'automatisation du palettiseur A de l'unité margarinerie de CEVITAL, afin d'assurer la continuité de la production du beurre et margarine.

L'installation en personne doit répondre à certaines contraintes et assiste à assurer les fonctions suivantes :

- Remplacer l'automate actuel par un automate de gamme plus récente.
- Mettre en place un pupitre de commande (IHM) tactile compatible avec le pupitre actuel.

• Matériel et méthode

A partir de ce cahier de charges, nous proposons de faire une migration S5-S7 à l'aide de l'outil de migration intégré dans le logiciel de programmation Step7, pour remplacer l'automate obsolète S5-95U actuellement mise en place par un automate de gamme plus récente S7-300 CPU-315-2PN/2P qui apporte une intégration idéale avec les interfaces homme-machine. Comme nous proposons d'adapter un pupitre de commande tactile (Siemens) suivant l'actualité de l'automate S7-300 et de concevoir une interface Homme/Machine (IHM) en utilisant le logiciel de programmation TIA PORTAL.

• Critères de choix :

- La disponibilité de la pièce au niveau du magasin de l'entreprise.
- La capacité de la CPU choisie répond convenablement à l'exécution du programme.
- Le nombre des entrées/sorties du programme (80 entrées et 80 sorties) nécessite un système de type modulaire.

La solution doit donc répondre aux spécifications suivantes :

- **Matériel**

- Automate S7-300
- Pupitre Basic Panel 1500.

- **Logiciel**

- STEP 7
- TIA PORTAL

- **Données réseaux**

- Communication par réseaux ETHERNET industriel (protocole TCP/IP).
- Communication avec système PLC : CPU de système siemens S7-300.

II.5 Conclusion

Ce chapitre est consacré à l'étude de notre système de palettisation et la description de son ensemble fonctionnel, à la fin on a tiré un cahier de charges du projet ce qui facilite l'objet du chapitre 3 pour la rénovation de l'automatisation du système étudié.

L'étude détaillée du processus industriel et l'identification des différentes parties de la machine nous permis la compréhension de ses spécifications fonctionnelles et technologiques, ce qui constitue l'étape initiale et primordiale dans toute étude des systèmes automatisés.

Chapitre III :

Migration S5/S7 et conception d'un pupitre opérateur

Chapitre III :

Migration S5/S7 et conception d'un pupitre opérateur

III.1 Introduction

CEVITAL demeure parmi les entreprises les plus modernes et sa mise à jour est devenu rituel dans le souci de garder sa place acquise, Vu que le développement et la rénovation des équipements et matériels apportés par les concepteurs, impose aux industries de suivre le rythme de ces améliorations.

Dans ce chapitre, nous allons aborder la mise en œuvre du projet en fonction des solutions proposées, suite à l'étude du système présenté dans le chapitre précédent. Nous allons présenter tout d'abord les étapes de la migration S5/S7 de l'automate, en suite la conception du pupitre opérateur du système de palettisation, tout en illustrant notre partie pratique avec des imprimés-écrans.

III.2 Migration S5/S7 de l'API du système

Notre projet concerne un système de palettisation équipé d'un automate S5- 95U installé en 2001 ; il est efficace, robuste et assure un bon fonctionnement. Aujourd'hui, les problèmes majeurs rencontrés par l'équipe technique de l'unité margarinerie de CEVITAL sont bien la difficulté du diagnostic, la complexité de sa programmation et la non disponibilité de pièces de rechange vue que la firme SIEMENS a arrêté la fabrication de cette gamme d'automate depuis 2015. La solution proposée est donc de changer cet automate obsolète (S5-95U) par un autre automate de la gamme S7 (S7 -300), qui apporte une intégration idéale avec les interfaces homme-machine et un atelier logiciel beaucoup plus convivial, ce qui exige une migration de S5 vers S7 en utilisant le convertisseur S5/S7 intégré dans le logiciel STEP7 ; et en vue de suivre l'actualité des logiciels de programmations de la gamme SIEMENS, nous avons proposé de migrer le programme du STEP7 vers TIA PORTAL, un logiciel plus récent assurant plus de fonctionnalité et qui permet à la fois d'améliorer le programme et de configurer l'interface Homme/Machine pour la commande de ce système.

III.2.1 Migration STEP5 vers STEP7

Le nom de SIMATIC était hier encore associé aux automates et plus précisément aux automates SIMATIC S5. Aujourd'hui SIMATIC est devenu synonyme de l'intégration totale un concept révolutionnaire visant à réunir l'univers de la fabrication manufacturière et l'univers des procédés. Des fonctions résolues différemment dans SIMATIC S5 ont dû être repensées pour céder la place à une approche entièrement nouvelle dans SIMATIC S7. Le logiciel de programmation STEP 7 mise sur les technologies et les idées nouvelles et l'application "Convertisseur S5/S7" nous propose de convertir, si possible de façon complète, le jeu d'instructions des programmes S5 existants en programmes S7 [10].

III.2.1.1 Démarche avant la conversion

Avant de convertir le programme S5, il faut vérifier que les conditions requises pour la conversion sont bien remplies.

- **Analyser le système S5**

- Fonction des cartes ;
- Paramètres du système ;
- Jeu d'opérations : si le jeu d'opérations utilisé par la CPU S5 est réalisable avec la CPU S7
- Logiciel standard : L'existence des blocs fonctionnels standards de S5 appelés dans le programme à convertir comme fonctions dans S7.
- Fonctions spéciales : la possibilité de remplacer les fonctions spéciales intégrées éventuellement utilisées dans le programme S5.

- **Préparation de la conversion**

Présentation des Fichiers requis :

- Fichier programme « ST.S5D » (le programme S5 à convertir) ;
- Liste des références croisées XR.INI (contient la structure du programme) ;
- Liste d'assignation facultative Z0.SEQ (fichier des mnémoniques).

III.2.1.2 Lancement de la conversion

- Pour lancer le convertisseur S5/S7, il suffit juste de cliquer sur " **Siemens Automation** " qui se trouve dans la liste des programmes dans le menu " **Démarrer** " et sélectionner l'icône " **Conversion de fichiers S5** ".

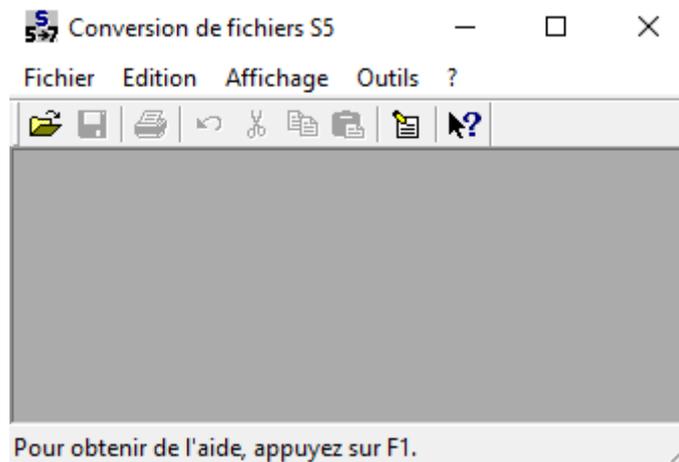


Figure III. 1: La fenêtre du convertisseur S5/S7.

- Sélectionner un fichier programme, en exécutant la commande **Fichier >> Ouvrir**.
- Sélectionner le fichier à convertir et cliquez sur **OK**.
- La fenêtre apparue se représente comme ceci : les noms des blocs de S5 et leurs blocs équivalent de S7.

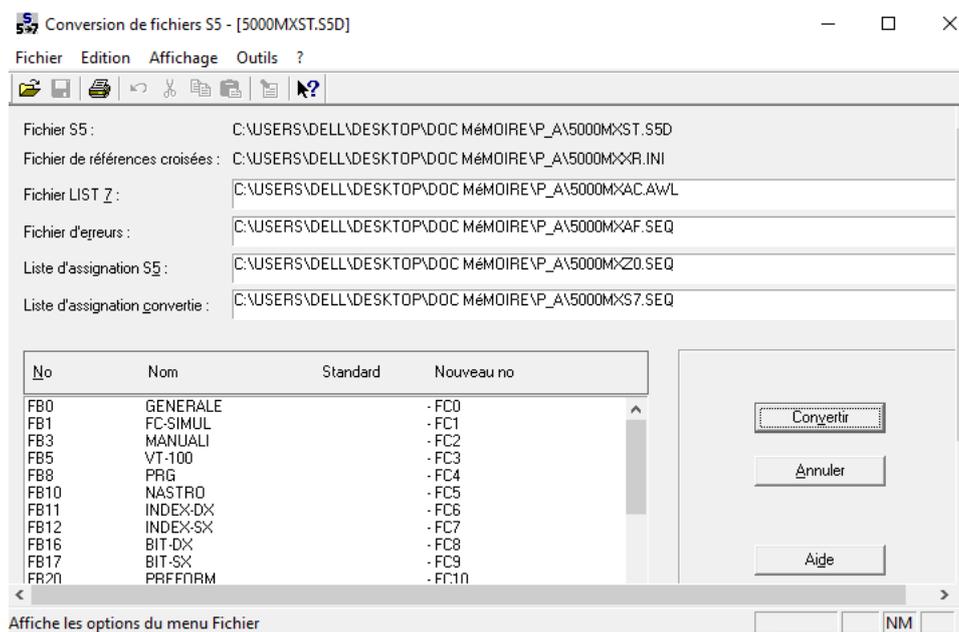


Figure III. 2: les noms des blocs de s5 et leurs blocs équivalent de s7.

- En cliquant sur le bouton “**Convertir**” la procédure de conversion se met en route.
- La conversion une fois terminée, une boîte de dialogue indiquant le nombre d’erreurs et d’avertissements s’affiche.

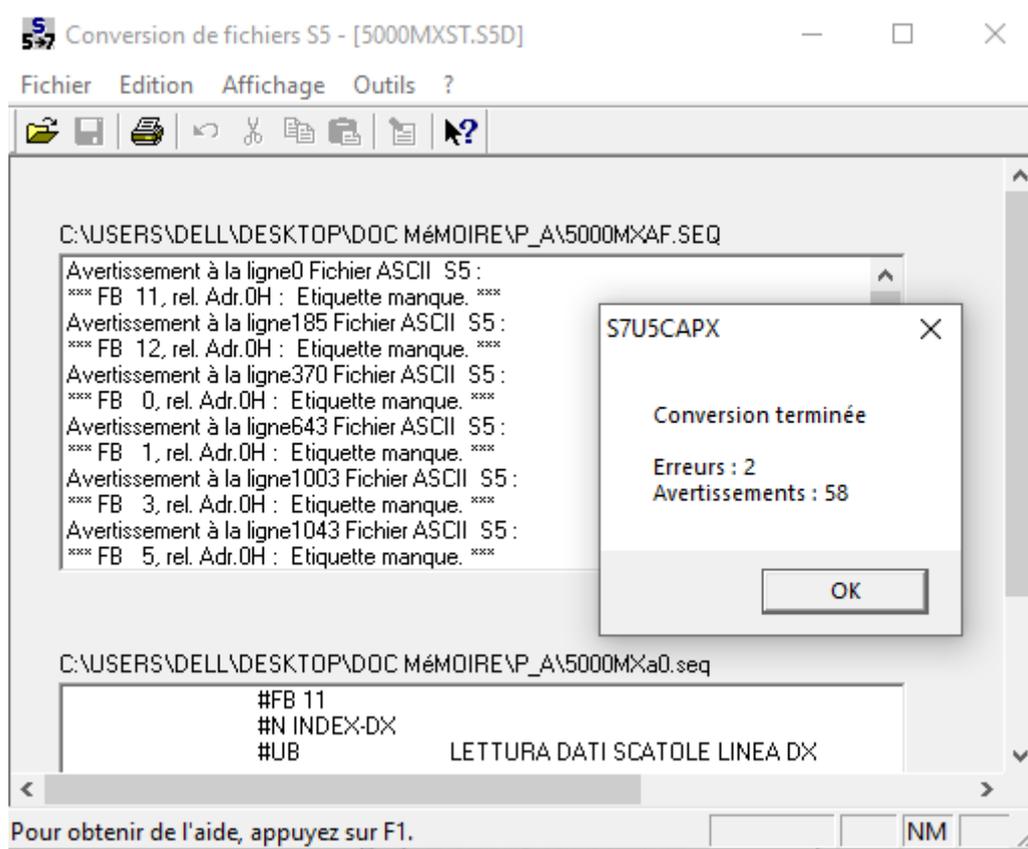


Figure III. 3: Les erreurs et les avertissements apparus après la conversion.

III.2.1.3 Interprétation des messages

Parmi les messages du convertisseur, on distingue les messages d'erreur et les avertissements. Procédez comme suit pour analyser ces messages [10] :

- Visualiser dans la zone inférieure de la fenêtre "**Messages**" le fichier dans lequel l'erreur s'est produite.
- Consulter l'aide en ligne pour comprendre la signification du message.
- Corriger l'erreur comme il est proposé.

III.2.1.4 Création d'un projet S7

Les étapes sont résumées comme suit :

- Imprimer les messages.
- Créer un programme S7 dans un projet via le gestionnaire de projets SIMATIC si vous ne l'avez pas déjà fait.

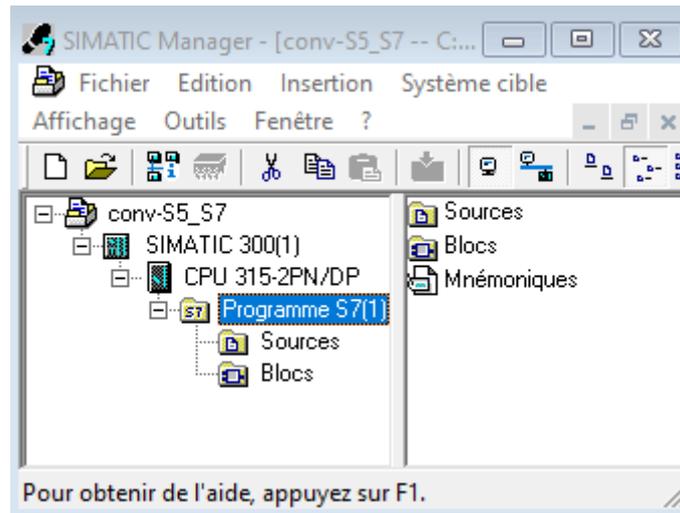


Figure III. 4: La fenêtre du projet créé.

- A l'aide de la commande **Insertion** >> **Source externe**, importer le programme source LIST généré dans le classeur "Sources" du programme S7 que vous avez créé.

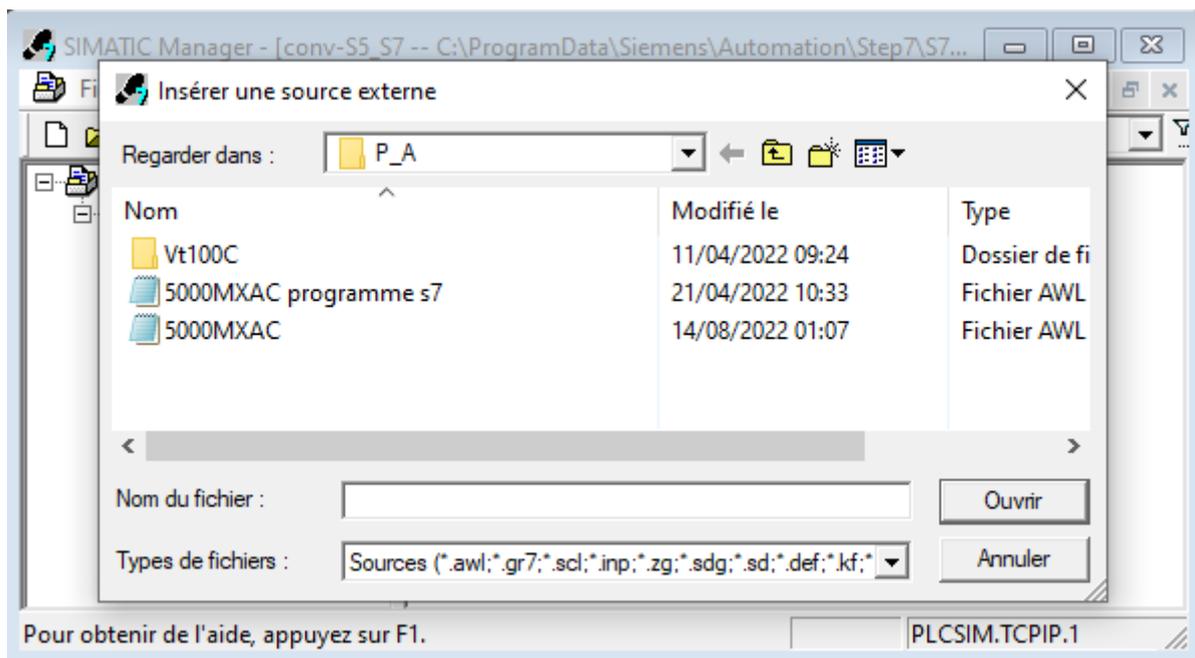


Figure III. 5: Insertion d'une source externe.

- En ouvrant le fichier converti, on obtient notre projet S7 qui contient les différents blocs (OB, DB, FC, SFC) suivants :

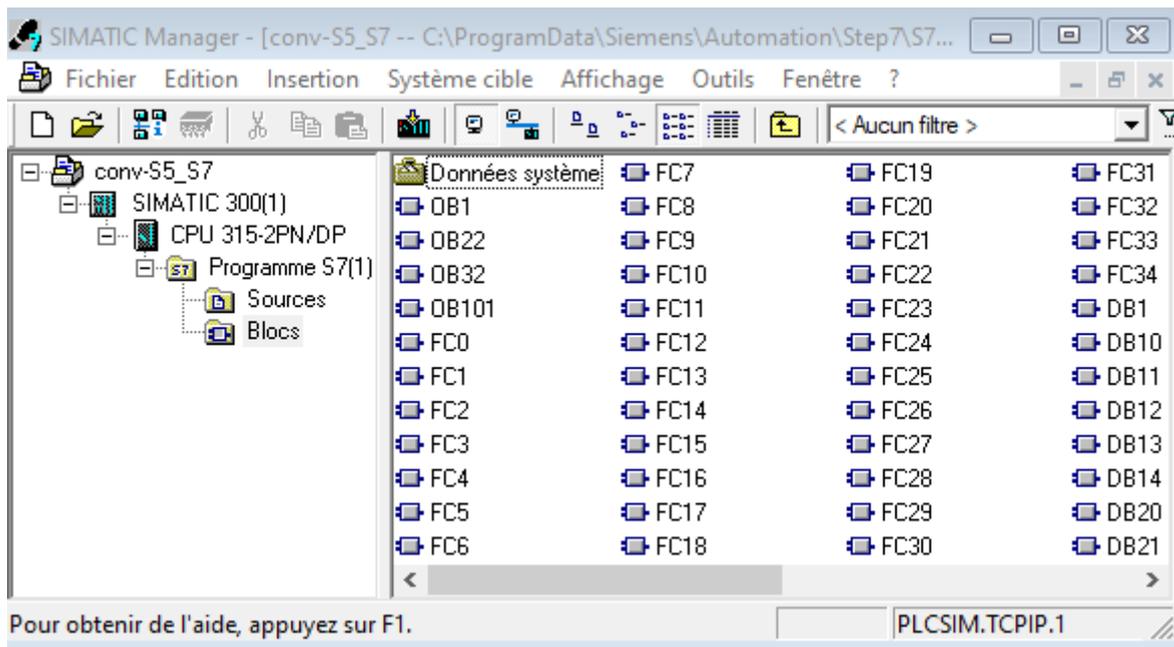


Figure III. 6: les blocs du programme S7.

III.2.1.5 Compilation

Nous devons compiler le programme converti et éventuellement retouché avec le compilateur LIST afin de le rendre exécutable. Nous Procédons pour se faire exactement comme pour un fichier de texte que vous venez de créer.

III.2.2 Migration STEP 7 vers TIA Portal

Pour faire un gain important en temps lors du développement de systèmes d'automatisations, la plateforme TIA Portal offre la possibilité de réaliser cette actualisation.

Nous pouvons faire migrer des projets qui existent dans STEP 7, issus de solutions d'automatisation intérieures, dans TIA Portal [20].

III.2.2.1 Conditions requises pour la migration du projet STEP 7

La migration impose de différentes contraintes au logiciel installé sur le PG/PC d'origine et au projet initial [20].

- **Contraintes imposées au PG/PC d'origine**

Les contraintes imposées au PG/PC sont les suivantes :

- Une version V5.4 SP5 ou V5.5 de STEP 7 doit être installée, avec une licence ;

- Les logiciels additionnels adéquats doivent être installés avec une licence valide pour toutes les configurations utilisées dans le projet, par ex. logiciels optionnels ;
 - Tous les HSP pour modules qui ne figurent pas dans le catalogue du matériel doivent être installés ;
 - Tous les fichiers GSD/GSDML utilisés dans le projet doivent être installés ;
 - Ils doivent être enregistrés sur le système d'exploitation avec les droits d'administrateur ;
 - STEP 7 Professional V11 ou bien l'outil de migration doit être installé sur la PG ou sur le PC.
- **Contraintes imposées au projet initial**
 - Le projet initial ne doit pas faire l'objet d'une protection d'accès ;
 - Le matériel doit être cohérent ;
 - L'attribution des numéros d'alarmes doit être réglée sur l'ensemble de la CPU. ;
 - Aucun bloc protégé avec un conflit d'horodatage ne doit être contenu ;
 - Tous les programmes et leurs sources doivent pouvoir être compilés sans erreurs ;
 - Tous les blocs appelés doivent être contenus dans le dossier Blocs ;
 - Les blocs non appelés, en particulier les blocs de données d'instance ne doivent pas se trouver dans le dossier Blocs.

III.2.2.2 Migration du projet

Avant de commencer la migration, nous devons vérifier que toutes les conditions requises pour la migration sont satisfaites.

Pour migrer le projet, on a procédé de la manière suivante :

- Choisir la commande "**Migrer le projet**" dans le menu "**Projet**" du logiciel TIA PORTAL.
- Dans le champ "**Chemin source**", entrer le chemin d'accès et le nom du fichier du projet à migrer.
- Sélectionner le projet à convertir.
- Cocher la case "**Exclure la configuration matérielle**" pour faire migrer uniquement le logiciel. Si nous avons sélectionné un fichier de migration réalisé avec l'outil de migration, la case à cocher n'est pas accessible. Dans ce cas, nous indiquons dès la conversion avec l'outil de migration si nous voulons exclure la configuration matérielle de la migration.
- Dans le champ "**Nom du projet**", sélectionner un nom pour le nouveau projet ;

- Dans le champ "**Chemin cible**", sélectionner un répertoire dans lequel le nouveau projet doit être enregistré.
- Dans le champ "**Auteur**", entrer le nom du projet.
- Au besoin, ajouter un commentaire dans le champ "**Commentaire**".

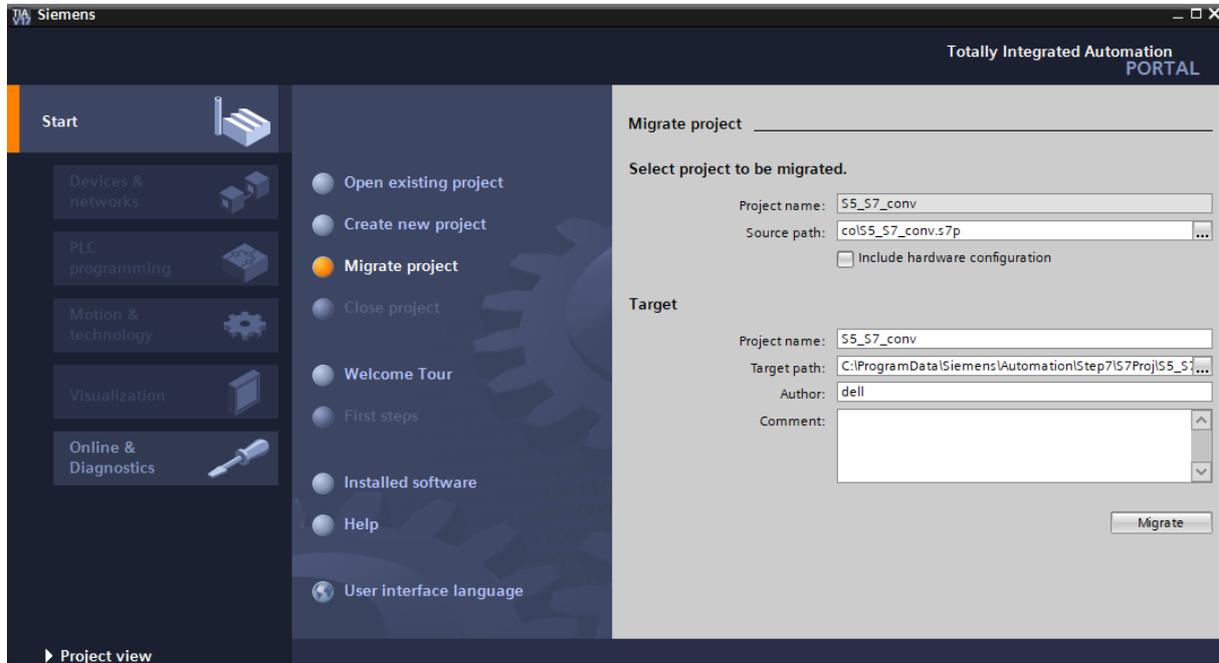


Figure III. 7 : Fenêtre de la migration du projet.

- Cliquer sur "**Migrer**" pour commencer la migration du projet.

Le projet source est converti et l'achèvement de l'action est signalé par un message correspondant. Là, on peut appeler directement le journal de la migration.

III.2.2.3 Contrôle du journal de migration

Un journal dans lequel est consigné le résultat de la migration est créé à chaque migration. Ce journal contient des remarques sur les composants du projet perdus ou modifiés ou, le cas échéant, sur les raisons pour lesquelles la migration d'un projet n'a pas pu être exécutée. Contrôler le journal une fois la migration terminée. Le journal est affiché dans la fenêtre d'inspection dès que la migration est terminée. On peut en outre ouvrir le journal via le déroulement du projet. Si la migration ne peut pas être exécutée, on peut choisir l'emplacement où le journal sera enregistré. Post-traitement du projet migré Etant donné que les configurations du projet source ne sont pas toujours compatibles avec le portail TIA, il est possible que les configurations ne soient pas toujours toutes reprises à l'identique dans le projet migré. Traiter par conséquent systématiquement les entrées du journal de migration.

III.3 Réalisation du pupitre de système

III.3.1 Configuration et paramétrage du matériel

Pour qu'on puisse réaliser notre projet on doit d'abord choisir le support matériel sur lequel on va travailler.

- **Le module d'alimentation PS 307 10A_1**

Le module d'alimentation PS 307 10 A présente les propriétés suivantes :

- Courant de sortie 10 A
- Tension nominale de sortie 24 V cc
- Stabilisée, tenue aux courts circuits et à la marche à vide

Peut assurer la tension d'alimentation des capteurs et actionneurs.

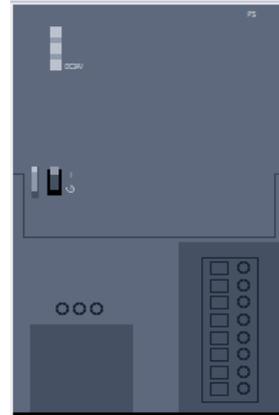


Figure III. 8 : Module d'alimentation.

- **L'unité centrale CPU 315-2 PN/DP**

- L'unité centrale exécute le programme
- L'utilisateur alimente le bus des S7-300 en 5V.
- Temps de traitement élevé en arithmétique binaire (0.1 ms / 1000 instructions).
- L'unité centrale est livrée une mémoire de travail de 256 KB.
- Multi-modules, configuration jusqu'à 32 modules.



Figure III. 9 : La CPU 315-PN/DP.

- **modules d'entrées/sorties**

Nous avons utilisées 5 modules entrées/sorties DI 16/DO 16x24VDC/0.5A qui possèdent les caractéristiques suivantes :

- 16 entrées numériques.
- 16 sorties numériques.
- Tension d'entrée nominale : 24 V cc.
- Courant de sortie : 0,5 A.

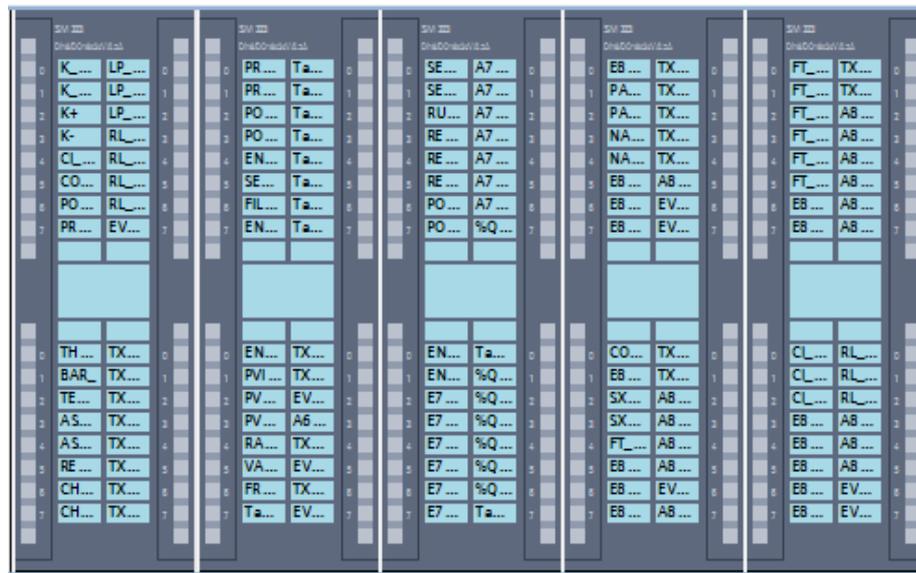


Figure III. 10: Les modules d'entrées/sorties.

- **Le pupitre basic panel TP1500**
 - Taille de 1024 x 768 pixels.
 - Ecran Digital.
 - Connexion 1 x PROFINET.

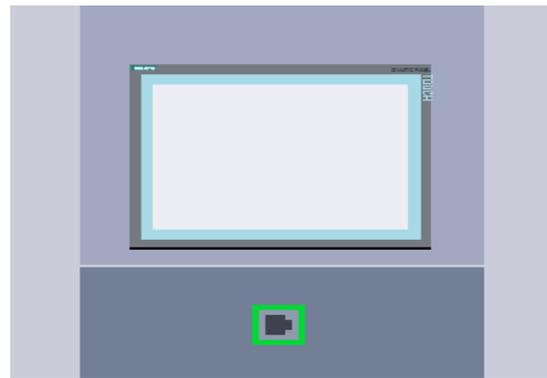


Figure III. 11: Le pupitre Basic Panel 1500.

III.3.2 La communication IHM-API

L'automate S7-300 et l'interface IHM sont communiqués via un câble réseau de type PROFINet.

L'une des grandes vertus de PROFINet est sa facilité à gérer la transition entre la technologie bus existante (dont PROFIBUS DP) et la solution Ethernet industriel : les constructeurs de machines, d'installations et d'automatismes de même que les utilisateurs finaux y voient un excellent moyen de protéger leurs investissements.

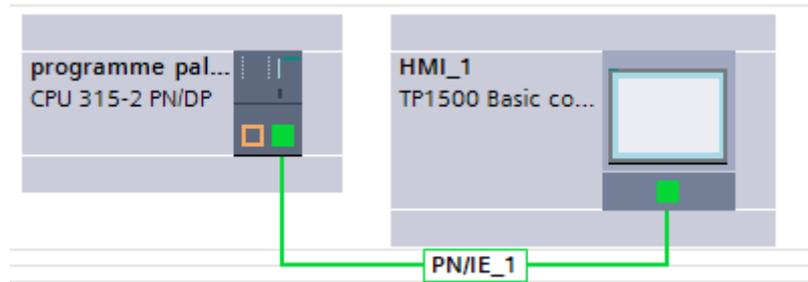


Figure III. 12 : La communication IHM-API.

III.3.3 Analyse du programme

Dans cette partie nous soulignons sur les fonctions essentielles du programme, qui nous ont aidées pour la conception du pupitre et qui s'adapte avec le VT-100 mis en place.

Le programme en général est constitué d'un bloc principal (OB1) qui fait appel à des différentes fonctions (FC) de tâches spécifiques, et d'une série de bloc de données (DB), qui regroupe les données utilisées par programme. L'ensemble de blocs assure le bon fonctionnement du système.

III.3.3.1 FC 01 (Temporisation)

Cette fonction gère la gestion des temporisateurs du programme, dont certains sont inaccessibles au réglage, et d'autres sont accessibles pour l'ajustement afin d'avoir un fonctionnement optimal, ils sont généralement utilisés pour la mise en marche du système.

Network 1: FC SIMULATI A TEMPO				
Comment				
1	OPN	"DB11 données Temporisateur"// DB TEMPORIZZATORI		%DB11
2				
Network 2: LIB.				
Comment				
1	A	"SX_SC_PP-"		%I81.3
2	L	%DBW24		%DBW24
3	SD	"T12"		%T12
Network 3: MK LOTTO DX PRONTO				
Comment				
1	A	"CICLO"		%M101.3
2	A	"ABIL_DX"		%M90.0
3	A(
4	A	"FT_LP_DX" // OCC.		%I88.2
5	O			
6	AN	"Tag_4"		%M254.7
7	A	"K+"		%I32.2
8)			
9	L	%DBW26		%DBW26
10	SD	"T13"		%T13
11	NOP	0		
12	NOP	0		
13	NOP	0		
14	A	"T13"		%T13
15	=	"M_READY_N_DX"		%M11.0
Network 4: MK LOTTO SX PRONTO				
Comment				
1	A	"CICLO"		%M101.3
2	A	"ABIL_SX"		%M90.1
3	A(
4	A	"FT_LP_SX" // OCC.		%I88.3
5	O			
6	AN	"Tag_4"		%M254.7
7	A	"K-"		%I32.3
8)			

Figure III. 13 : La fonction FC 1.

III.3.3.2 FC 03 (Sélection du mode de fonctionnement)

Cette fonction gère la sélection du mode de fonctionnement du palettiseur.

- **Le réseau 1** : est réservé pour le mode automatique, manuel et programmation,, pour l'activation du mode manuel il faut que le mot « **selection_mode_1** » (%DB10.DBW4) égal à **32**, pour l'activation du mode automatique le mot « **selection_mode_2** » (%DB10.DBW8) doit être égal à **1**, et pour passer au mode programmation il faut que ce dernier soit égal à **5**.

Le palettiseur possède cinq Reset :

- **Le réseau 2** : réservé pour le Reset total, il est activé quand « **selection_mode_1** » égal à **8**.
- **Le réseau 3** : réservé pour Reset ligne 01 et Reset ligne 02, ils sont effectués en mettant « **selection_mode_1** » égal à **42** et « **selection_mode_1** » égal à **43** respectivement.
- **Le réseau 5** : est réservé pour le Reset palette, pour effectuer **Reset palette ligne 1** il faut mettre « **selection_mode_1** » à **4**. Et pour **Reset palette ligne 2** il faut mettre « **selection_mode_1** » à **5**.

La mise à **zéro** des mots de chaque mode de fonctionnement présentés ci-dessus implique leurs désactivations.

Network 1: DECODIFICA PAGINE MAN-AUT			
Comment			
1	OPN	"DB10 données pupitre"	%DB10
2	L	1 // 1 = SEQUENZA 1 AUTOMATICO	1
3	L	%DBW8 // n. SEQUENZA ATTIVA	%DBW8
4	==I		
5	=	"M103.0" // MK AUTOMATICO	%M103.0
6	L	%DBW4	%DBW4
7	L	32 // 2 = SEQUENZA 2 MANUALE	32
8	==I		
9	=	"M103.1" // MK MANUALE	%M103.1
10	L	%DBW8 // n. SEQUENZA ATTIVA	%DBW8
11	L	5	5
12	==I		
13	=	"M103.3" // MK PROGRAMMAZIONE	%M103.3

Network 2: MK PAGINA RESET			
Comment			
1	L	8	8
2	L	%DBW4 // n.PAGINA VISULIZZATA	%DBW4
3	==I		

Network 3: MK PAGINE LINEA A-B			
Comment			
1	L	42 // PAGINA CONTEGGI LINEA A	42
2	L	%DBW4 // n. PAGINA VISUALIZZATA	%DBW4
3	==I		
4	AN	"CI_REM"	%I32.4
5	A	"K+"	%I32.2
6	A	"K-"	%I32.3
7	L	SST#3S_500MS	SST#3S_500MS
8	SD	"Tag_15"	%T126
9	A	"Tag_15"	%T126
10	=	"RESET_DX" // MK PAGINA LINEA A	%M103.4
11	///;		
12	L	43 // PAGINA CONTEGGI LINEA B	43
13	L	%DBW4 // n. PAGINA VISUALIZZATA	%DBW4
14	==I		
15	AN	"CI_REM"	%I32.4
16	A	"K+"	%I32.2
17	A	"K-"	%I32.3
18	L	SST#3S_500MS	SST#3S_500MS
19	SD	"Tag_16"	%T127
20	A	"Tag_16"	%T127
21	=	"RESET_SX" // MK PAGINA LINEA B	%M103.5

Network 5: RESET CONTEGGIO PALLET				
Comment				
1	L	4	// VIS CONTEGGIO PALLET P	4
2	L	%DBW4		%DBW4
3	<>I			
4	ON	"K+"		%I32.2
5	ON	"K-"		%I32.3
6	JC	M001		
7	L	0	// RESETTA PALLE SCARIC. P80	0
8	T	%DBW96		%DBW96
9	M001: NOP	0		
10	L	5	// VIS CONTEGGIO PALLET M	5
11	L	%DBW4		%DBW4
12	<>I			
13	ON	"K+"		%I32.2
14	ON	"K-"		%I32.3
15	JC	M002		
16	L	0	// RESETTA PALLET SCARIC. MIF	0
17	T	%DBW110		%DBW110
18	M002: NOP	0		
19				

Figure III. 14 : La fonction FC 03.

III.3.3.3 FC 04 (modification du format)

Cette fonction exécute la modification de format (programme) de couches. Cette opération s'appuie sur la variation des valeurs de bits de chaque carton (mot).

- **Réseau 1** : présente les conditions nécessaires pour accéder à la modification et qui sont les suivantes : le fonctionnement du système en mode programmation (%M103.3 égal à 5) et la saisie de « mot de passe » (%DB10.DBW80 égal à 13995). Pour confirmer la modification il faut remettre le « mot de passe » à zéros.
- **Réseau 2** : le concept de programme, exécute la modification de formats dans le bloc de données DB20 ; à la sélection du format à modifier « PRG_modif » le programme affecte la valeur (PRG_modif +20) pour appeler le bloc de données du format correspondant « DB_modification » (%DB10.DBW80).
- **Réseau 4** : à la mise à 1 de « charger_modif » (%M8.2), les données du bloc de données du format à modifier sont chargées dans le bloc DB20 pour apporter la modification nécessaire.
- **Réseau 3** : la mise à 1 de « valider_modif_PRG » (%M8.3) permet la validation de la modification et le chargement des données du nouveau programme dans son bloc spécifié.

Network 1: MODIFICA PROGRAMMA

Comment

1	AN	"M103.3"		%M103.3
2	BEC		// MK PAGINA DI PROGRAMMAZIONE	
3	OPN	"DB10 données pupitre"		%DB10
4	L	13995		13995
5	L	%DBW80		%DBW80
6	==I			
7	S	"M8.6"		%M8.6
8	R	"M8.7"		%M8.7
9	L	0		0
10	==I			
11	A	"M8.6"		%M8.6
12	S	"M8.7"		%M8.7
13	R	"M8.6"		%M8.6
14	A	"M8.2"		%M8.2
15	L	S5T#500MS		S5T#500MS
16	SD	"Tag_17"		%T65
17	A	"M8.3"	// TEMPO PER LETTURA DATI VT100	%M8.3
18	L	S5T#500MS		S5T#500MS
19	SD	"Tag_18"		%T66

Network 2: CALCOLA DB PROGRAMMA

Comment

1	L	%DBW82		%DBW82
2	L	20		20
3	+I			
4	T	"MW60"		%MW60

Network 3: MEM PROGRAMMA SU DB

Comment

1	AN	"M8.3"	// MK SALVA MODIFICHE PRG	%M8.3
2	JC	M003		
3	L	0		0
4	T	"MW62"		%MW62
5	M004: NOP	0		
6	OPN	"DB20"	// APRO DB DA CUI COPIARE PRG	%DB20
7				
8	T	#conv_akkul		
9	L	STW		
10	T	#conv_stw		
11	L	"Tag_19"		%MB63
12	SLW	4		4
13	LAR1			
14	L	#conv_stw		
15	T	STW		
16	L	#conv_akkul		
17	L	DBW [AR1 , P#0.0]	// CARICO DW DA COPIARE	
18				
19	T	#conv_akkul		

Network 4: CARICA PRG SU DB20			
Comment			
1	AN	"MB.2"	%MB.2
2	JC	M005	
3	L	0	0
4	T	"MW62"	%MW62
5	M006: NOP 0		
6			
7	T	#conv_akkul	
8	TAK		
9	L	"Tag_20"	%MB61
10	T	#conv_index	
11	TAK		
12	L	#conv_akkul	
13	OPN DB [#conv_index]	// APRO DB DA CUI COPIARE PRG	
14	// PUNTATORE		
15	T	#conv_akkul	
16	L	STW	
17	T	#conv_stw	
18	L	"Tag_19"	%MB63

Figure III. 15 : La fonction FC 04.

III.3.3.4 FC 20 (Reset ligne 1)

Pour activer ce Reset il faut que ses conditions soient acquises. Cette opération provoque l'arrêt de la ligne 1 et la mise à 0 du **compteur de couches produites** de cette ligne (%DB10.DBW98).

Network 1: RESETLINEA DX			
Comment			
1	A	"BIT_1"	%M100.1
2	R	"STR_DX"	%M33.2
3	R	"M_READY_N_DX"	%M11.0
4	R	"M_ING_DX_ATT"	%M33.6
5	R	"M_SVUOTA_DX"	%M11.2
6	OPN	"DB10 données pupitre"	%DB10
7	L	0	0
8	T	%DBW98	%DBW98
9			
10			

Figure III. 16 : la fonction FC 20.

III.3.3.5 FC 21 (Reset ligne 2)

Pour activer ce Reset il faut que ses conditions soient acquises. Cette opération provoque l'arrêt de la ligne 2 et la mise à 0 du compteur de couches produites de cette ligne (%DB10.DBW112).

Network 1: RESETLINEA SX			
Comment			
1	A	"BIT_1"	%M100.1
2	R	"STR_SX"	%M33.3
3	R	"M_READY_N_SX"	%M11.1
4	R	"M_ING_SX_ATT"	%M33.7
5	R	"M_SVUOTA_SX"	%M11.3
6	OPN	"DB10 données pupitre"	%DB10
7	L	0	0
8	T	%DBW112	%DBW112
9			
10			

Figure III. 17 : La fonction FC 21.

III.3.3.6 Le Reset total de la fonction FC0 (fonction générale)

Pour que le palettiseur exécute le mode Reset total il faut que certaines conditions soient acquises. Cette opération provoque l'arrêt total du palettiseur et la mise à 0 des deux compteurs de couches produites (ligne 1, ligne 2).

Network 5: RESET TOTALE			
Comment			
1	AN	"ENTRDROITPRE" // LIB.	%I64.4
2	AN	"ENTRGAUCHPRE" // LIB.	%I65.0
3	A	"SECCPOUSLOT" // LIB.	%I64.5
4	AN	"POUSARRIE" // OCC. *	%I64.3
5	AN	"ASCHAUT" // ALTO	%I33.3
6	AN	"CHARIOTARRIE" // IND	%I33.7
7	AN	"PRESPOSTOUVE" // AP	%I64.1
8	A	"ENCOMBCHARIO" // LIB.	%I64.7
9	A	"FILCHARIOT" // LIB.	%I64.6
10	A(
11	AN	"NAVPDROIT" // DX	%I80.3
12	ON	"NAVPGAU" // SX	%I80.4
13)		
14	A	"T5" // TIMER DA REM+PAG+K+/-	%T5
15	=	"RESET"	%M101.4

Figure III. 18 : La fonction Reset total de FC0.

III.3.3.7 FC 23 (gestion des alarmes)

Les alarmes TOR du système sont présentées sur 3 mots du bloc de donnée DB10 (Alarme1 dans W30, Alarme2 dans W32, et Alarme3 dans W34). Cette fonction présente les conditions pour le déclenchement des différentes alarmes.

Network 2: ALLARMI 1-8			
Comment			
1	AN	"CI_REM"	%I32.4
2	AN	"ALL_2"	%M0.1
3	AN	"ALL_3"	%M0.2
4	AN	"ALL_4"	%M0.3
5	AN	"ALL_5"	%M0.4
6	AN	"ALL_6"	%M0.5
7	AN	"ALL_7"	%M0.6
8	AN	"ALL_25"	%M3.0
9	AN	"M103.2"	%M103.2
10	AN	"RESET_DX"	%M103.4
11	AN	"RESET_SX"	%M103.5
12	=	"ALL_1"	%M0.0
13	///		
14	AN	"CONNETTORI"	%I32.5
15	S	"ALL_2"	%M0.1
16	///		
17	AN	"PORTE"	%I32.6
18	S	"ALL_3"	%M0.2
19	///		
20	A	"CI_REM"	%I32.4
21	L	S5T#1M_30S	S5T#1M_30S
22	SD	"Tag_43" // T ALLARME PRESSIONE ARIA	%T100
23	AN	"PRESSOSTAT"	%I32.7
24	A	"Tag_43"	%T100
25	S	"ALL_4"	%M0.3
26	///;j		
27	A	"THERMIQUE"	%I33.0
28	S	"ALL_5"	%M0.4
29	///		
30	AN	"BAR_"	%I33.1
31	AN	"RL_ESCL_BAR"	%Q32.5
32	S	"ALL_6"	%M0.5
33	///		
34	AN	"BAR_"	%I33.1
35	AN	"RL_ESCL_BAR"	%Q32.5
36	A	"TEST_BAR"	%I33.2
37	L	S5T#500MS	S5T#500MS
38	SD	"Tag_44"	%T53
39	A	"Tag_44"	%T53
40	S	"ALL_7"	%M0.6

Figure III. 19 : La fonction FC 23.

III.3.4 Création et configuration des vues

L'interface HMI élaboré dans ce projet s'adapte avec le pupitre opérationnel VT-100 qui est obsolète. Elle dispose les 18 vues suivantes :

- 1- Model.
- 2- Accueil.
- 3- Manuel de réglage du palettiseur.
- 4- Mode Automatique.

- 5- Mode manuel.
- 6- Alarmes.
- 7- Historique des alarmes.
- 8- Programmation.
- 9- Programme à modifier.
- 10- Reset.
- 11- Reset palette
- 12- Reset palette ligne 1.
- 13- Reset palette ligne 2.
- 14- Reset ligne1.
- 15- Reset ligne2.
- 16- Temporisation 1.
- 17- Temporisation 2.
- 18- Temporisation 3.

III.3.4.1 Vue Model



Figure III. 20 : Vue Model.

Toutes les vues de notre pupitre suivent un model unifié présenté ci-dessus qui comprend les options suivantes :

- **En-tête du model**
 - Le logo de l'entreprise CEVITAL.
 - L'afficheur date/heure.
- **Le pied du model**
 - Bouton permettant de revenir à la vue précédente.
 - Bouton permettant de revenir à la vue Accueil.
 - Bouton permettant d'aller à la vue des alarmes.
 - Bouton pour l'acquiescement des alarmes.

III.3.4.2 Vue Accueil

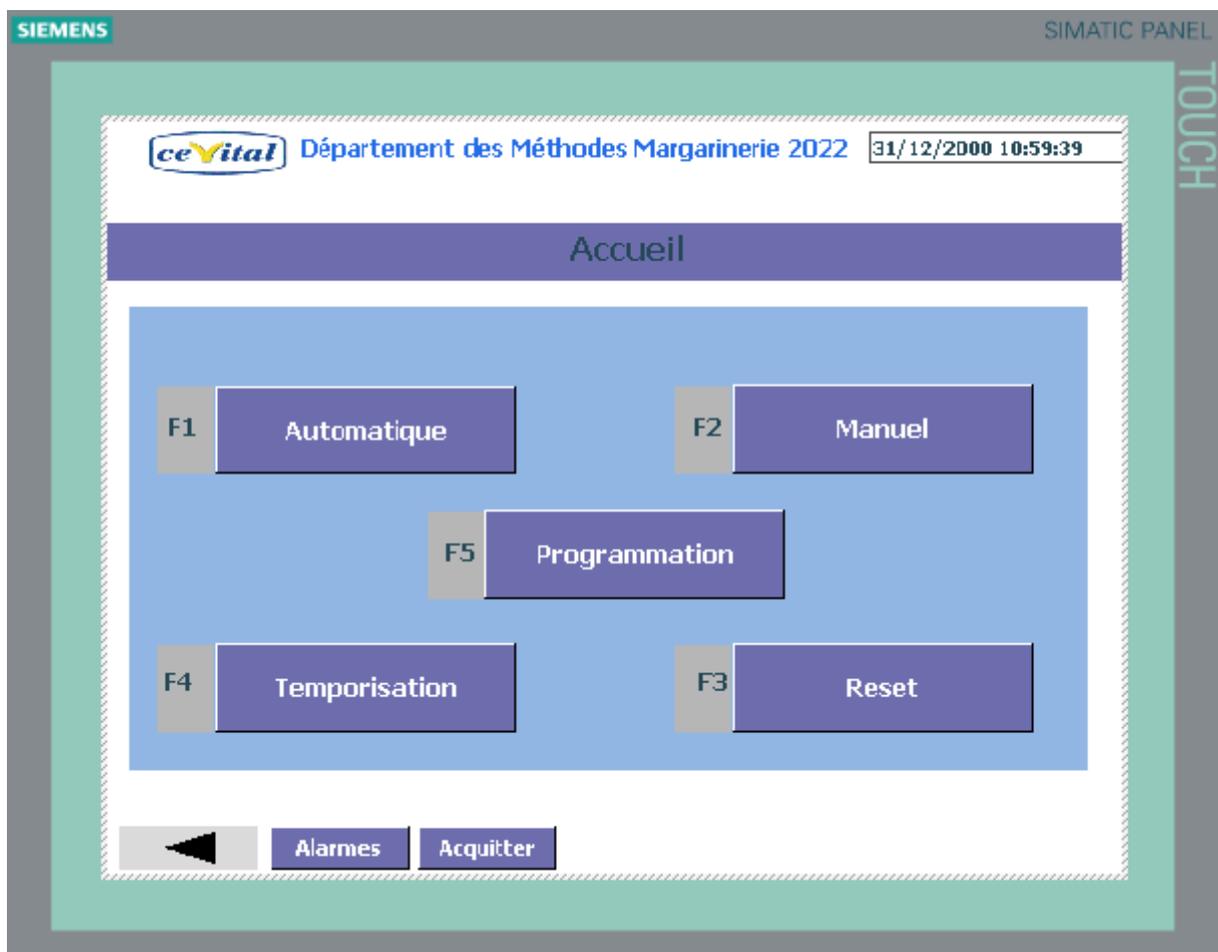


Figure III. 21 : Vue Accueil.

La vue Accueil nous expose les cinq fonctions suivantes :

- F1- Mode automatique.
- F2- Mode manuel.
- F3- Reset.

F4- Temporisation.

F5- Programmation.

- Pour accéder à la vue d'une des fonctions précédentes, il suffit de cliquer sur le bouton concerné.

III.3.4.3 Vue Mode automatique

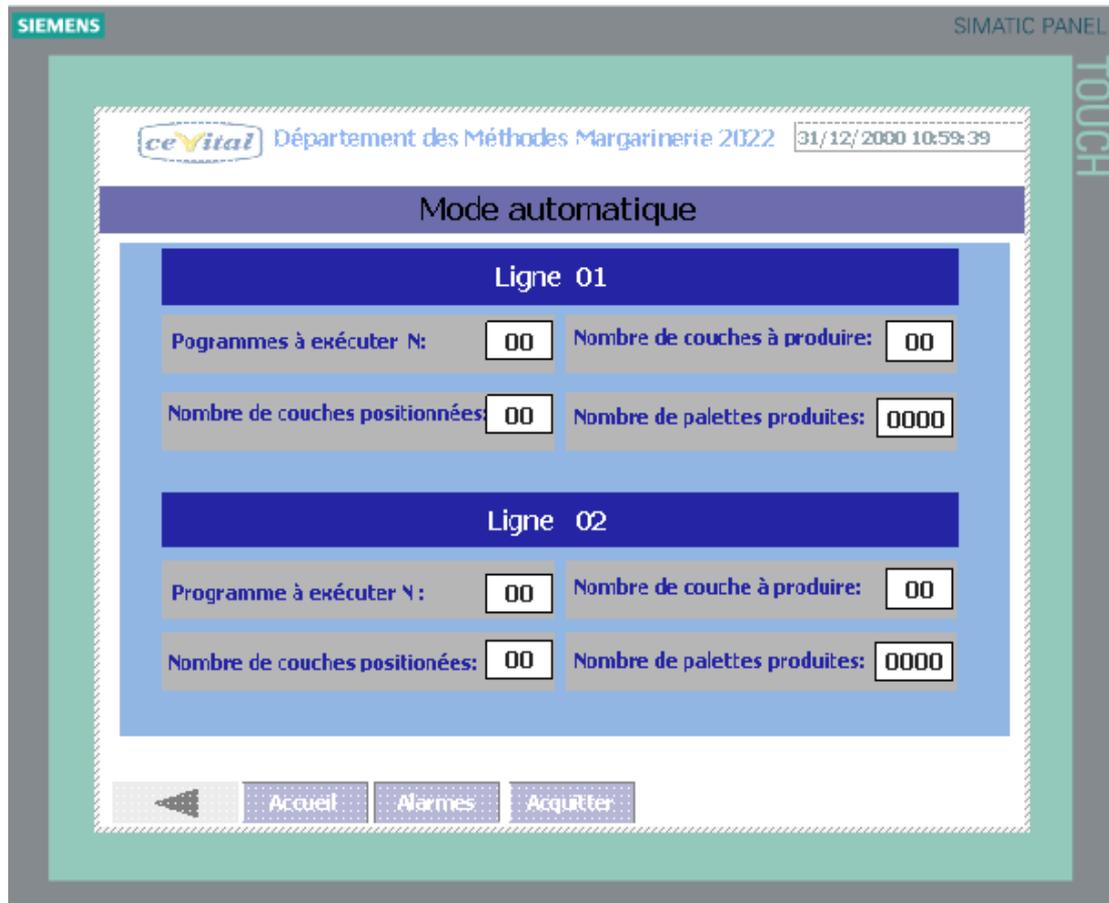


Figure III. 22 : Vue Mode automatique

La vue **Mode automatique** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Mode automatique** de la vue **Accueil**.

L'accès à cette vue met à **1** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » (DB10.DBW8), ce qui permet de fonctionner la machine en mode automatique.

La vue **Mode automatique** est faite pour l'affichage des paramètres suivants de chaque ligne : le numéro du programme sélectionné (le format en cours), le nombre de couches à produire dans chaque palette, le nombre de couches positionnés sur la palette en cours et le nombre de palettes qui sont produites. Ces données affichées permettent à l'opérateur de visualiser, contrôler et évaluer la production du palettiseur.

La valeur de la variable « **selection_mode_1** » sera mise à **0** en quittant cette vue.

III.3.4.4 Vue mode Manuel

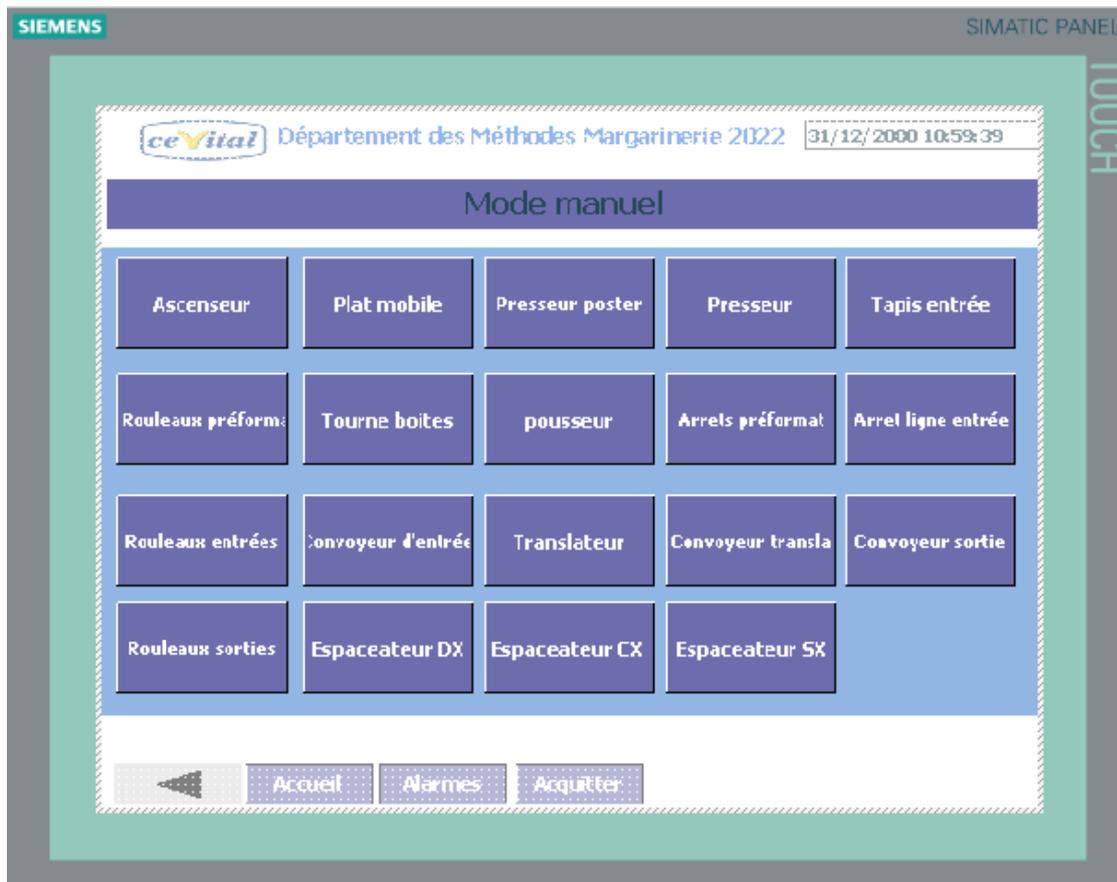


Figure III. 23 : Vue Mode manuel.

La vue **Mode manuel** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Mode manuel** de la vue **Accueil**. L'accès à cette vue met à **32** la valeur de la variable « **selection_mode_2** » (DB10.DBW4), ce qui permet de fonctionner la machine en mode manuel.

La vue **Mode manuel** permet à l'opérateur d'intervenir sur l'organe défectueux du process en cas de défaillance, tout en sélectionnant l'élément concerné et en appuyant sur le bouton **K+** ou **K-** selon le besoin.

La valeur de la variable « **selection_mode_2** » sera mise à **0** en quittant cette vue.

III.3.4.5 Vue Reset

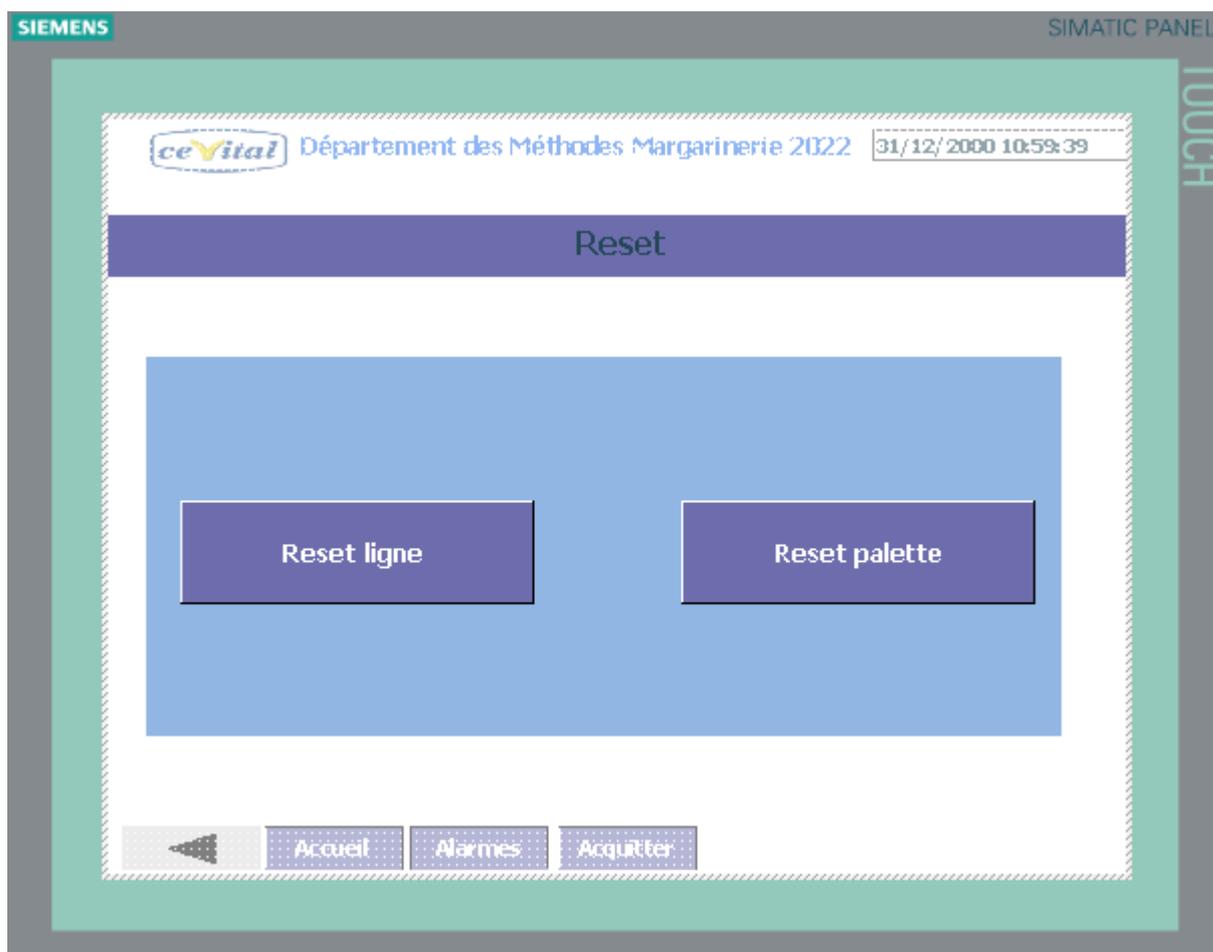


Figure III. 24 : Vue Reset.

Cette vue nous donne la main pour la sélection de l'un de Reset (**ligne** ou **palette**).

La **vue Reset** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset** de la **vue Accueil**.

III.3.4.6 Vue Reset ligne



Figure III. 25 : Vue Reset ligne.

Pour faire un **Reset totale** de la machine, il faut d'abord accéder à la vue **Reset ligne** ensuite suivre les consignes qui sont affichées sous forme d'un message dans cette vue. Cette action implique le **positionnement** de tous les organes de la machine à la position initiale et la **réinitialisation** des compteurs de couches des deux lignes, c'est à dire l'**arrêt total** du palettiseur.

La vue **Reset ligne** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset ligne** de la vue **Reset**. L'accès à cette vue met à **8** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » ce qui permet de rentrer dans la fonction Reset.

La valeur de la variable « **selection_mode_1** » sera mise à **0** en quittant cette vue.

III.3.4.7 Vue Reset ligne 1

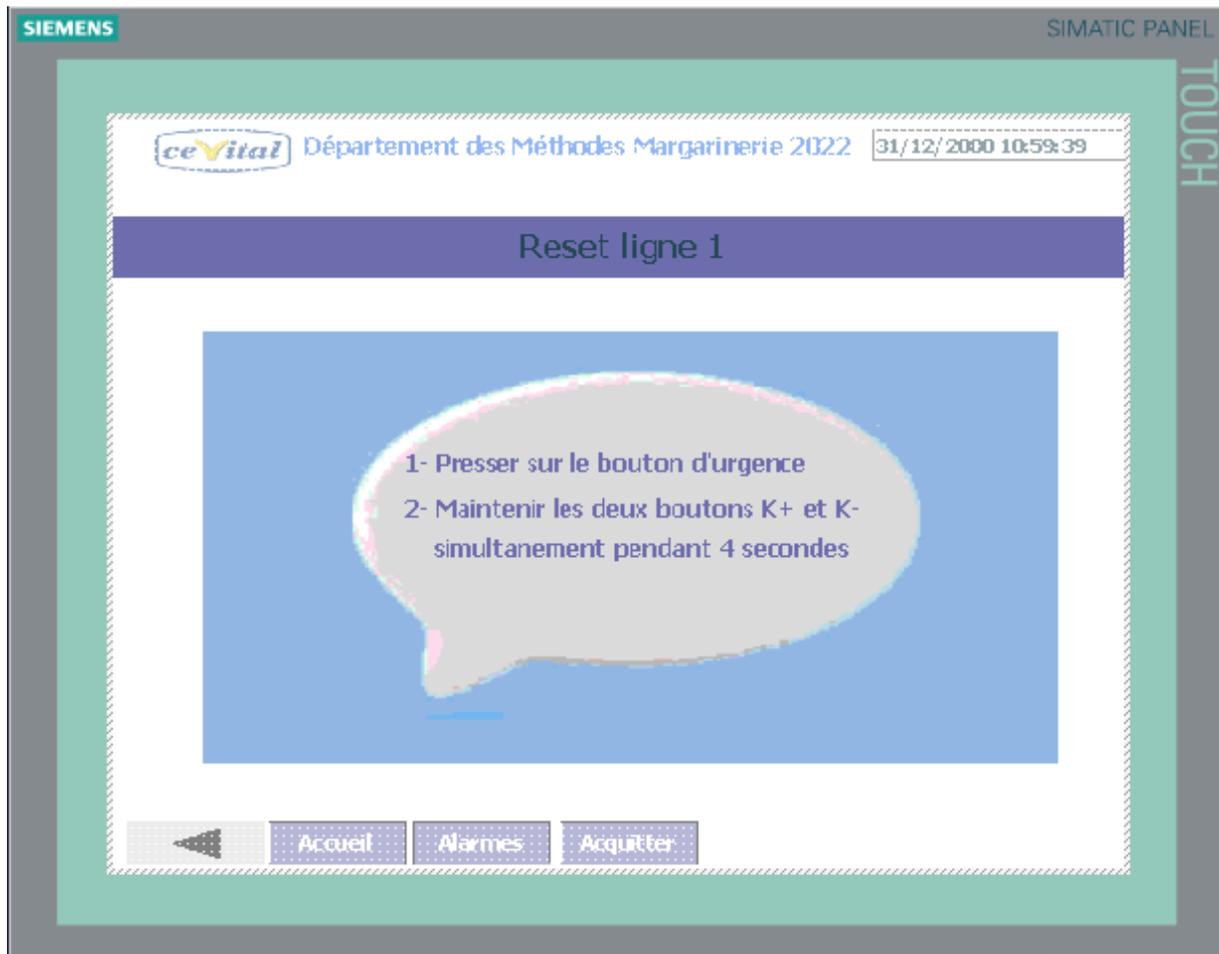


Figure III. 26 : Vue Reset ligne1.

Pour faire un Reset pour la ligne 1 uniquement, il faut d'abord accéder à la vue **Reset ligne 1** ensuite suivre les consignes qui sont affichées sous forme d'un message dans cette vue. Cette action provoque l'**arrêt** et la **réinitialisation** du **compteur de couches de la ligne 1** uniquement.

La vue **Reset ligne 1** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset ligne 1** de la vue **Reset ligne** précédente. L'accès à cette vue met à **42** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » ce qui permet de rentrer dans **Reset ligne 1**.

La valeur de la variable « **selection_mode_1** » sera mise à **0** en quittant cette vue.

III.3.4.8 Vue Reset ligne 2

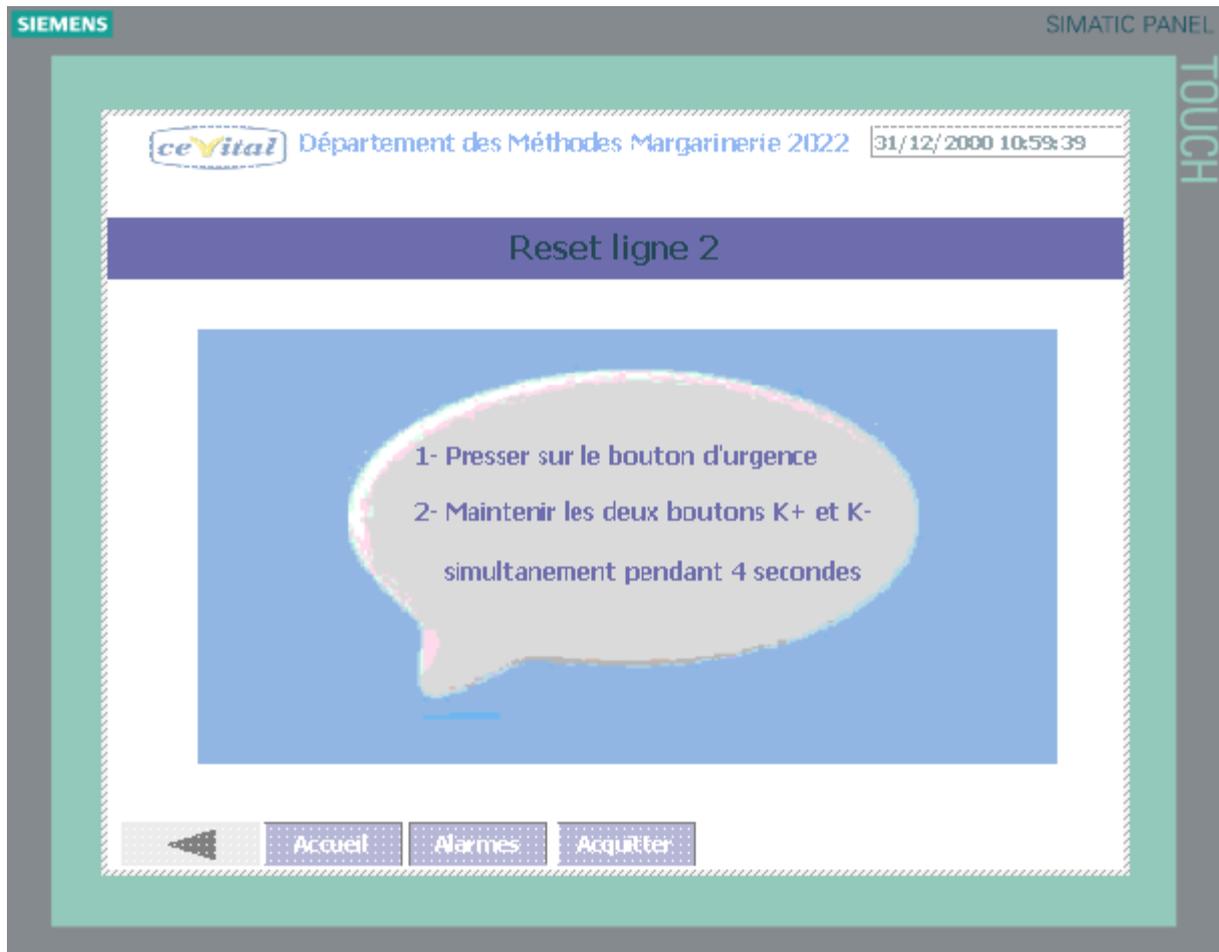


Figure III. 27 : Vue Reset ligne 2.

Pour faire un **Reset pour la ligne 2** uniquement, il faut d'abord accéder à la vue **Reset ligne 2** ensuite suivre les consignes qui sont affichées sous forme d'un message dans cette vue. Cette action provoque l'**arrêt** et la **réinitialisation** du **compteur de couches de la ligne 2** uniquement.

La vue **Reset ligne 2** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset ligne 2** de la vue **Reset ligne** précédente. L'accès à cette vue met à **43** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » ce qui permet de rentrer dans **Reset ligne 2**.

La valeur de la variable « **selection_mode_1** » sera mise à **0** en quittant cette vue.

III.3.4.9 Vue Reset palette

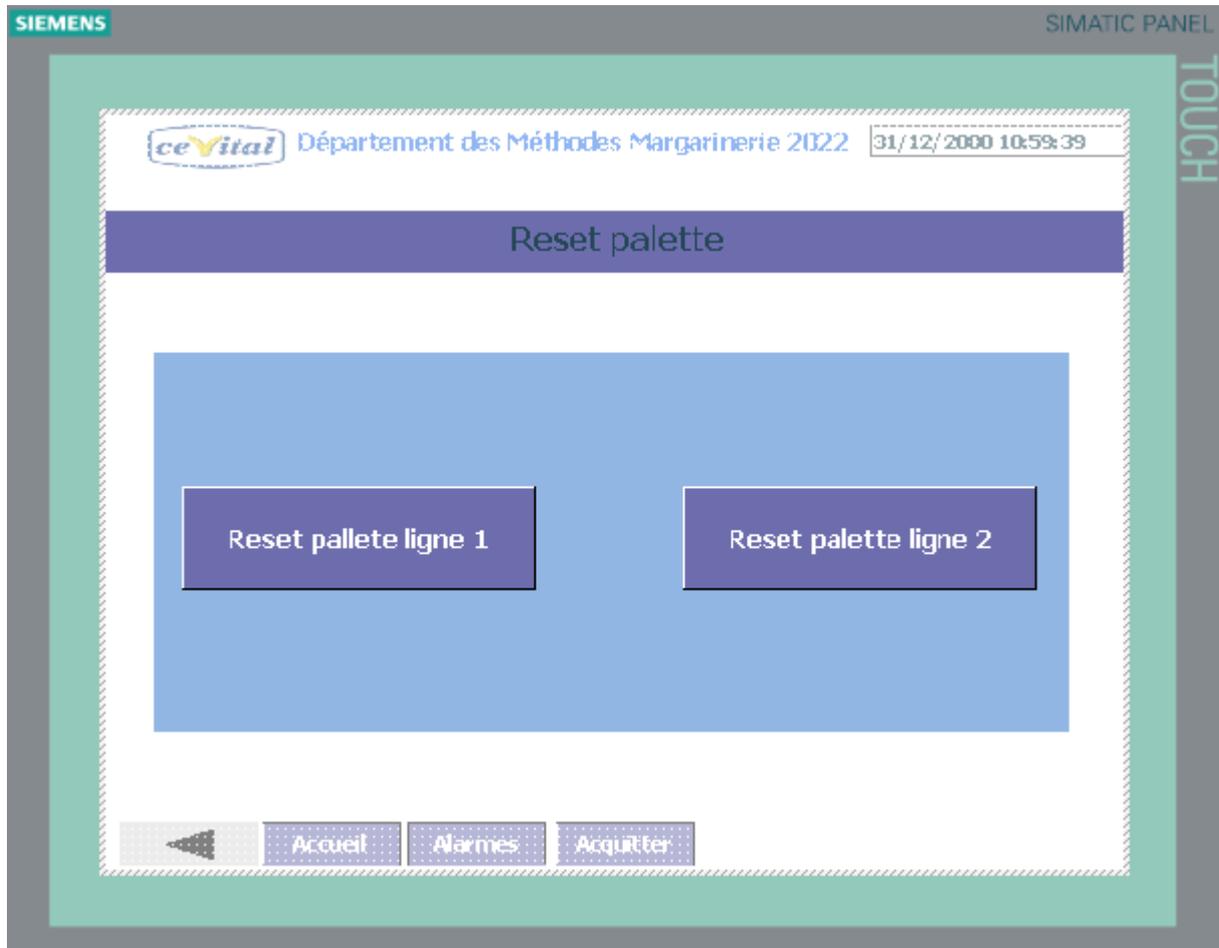


Figure III. 28 : Vue Reset palette.

La vue **Reset palette** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset palette** de la vue **Reset**.

La vue a une **sécurité d'accès de niveau administrateur** c'est-à-dire une saisi d'un **mot de passe** obligatoire pour avoir l'accès à la vue. Cette action s'effectue à la fin de chaque année afin de suivre la production annuelle de l'unité.

III.3.4.10 Reset palette ligne 1

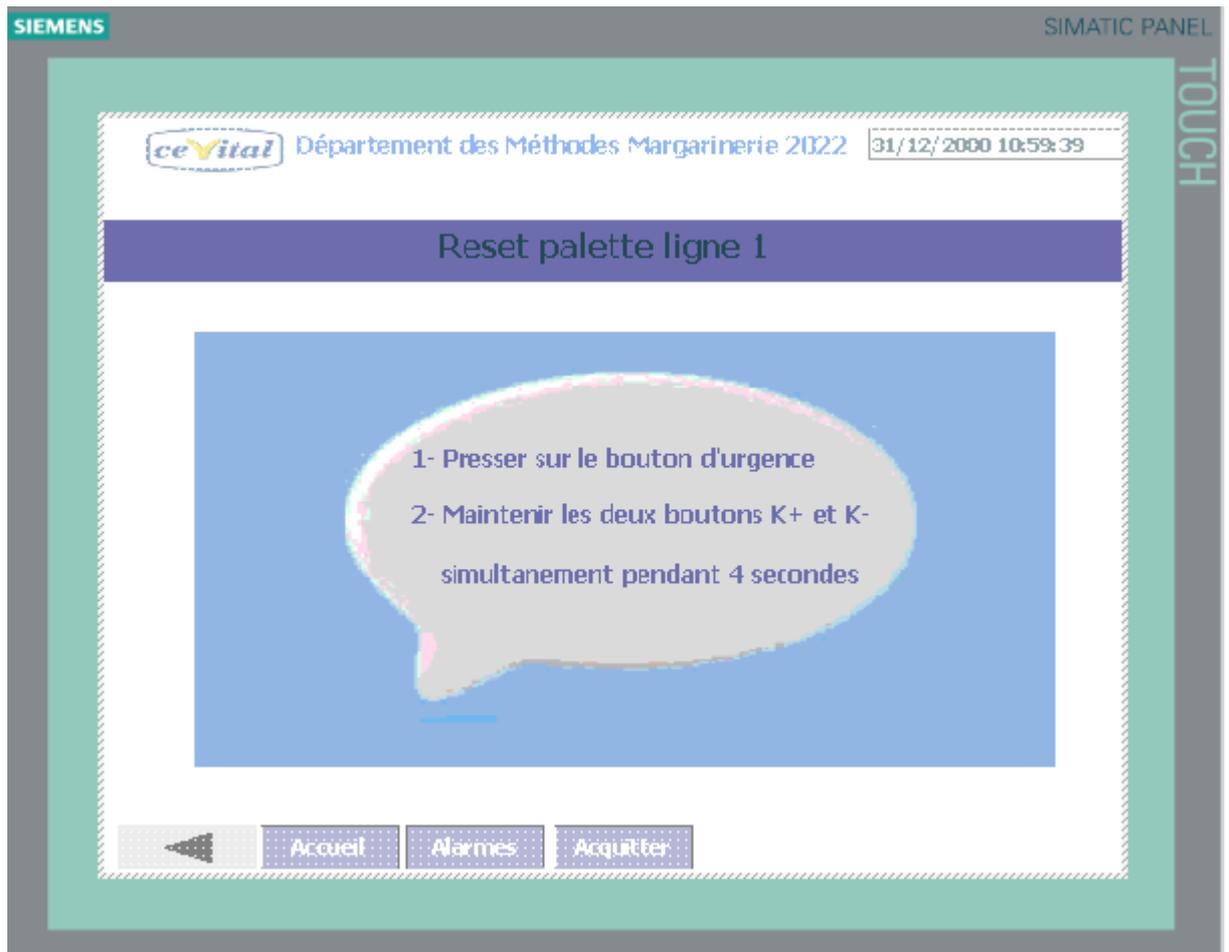


Figure III. 29 : L a vue Reset palette ligne 1.

La vue **Reset palette ligne 1** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **Reset palette ligne 1** de la vue **Reset palette**.

L'accès à cette vue met à **4** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » et sera mise à **0** en quittant cette vue. Le **Reset palette ligne 1** permet la **réinitialisation** de **compteur de palettes ligne 1**, après avoir suivre les consignes qui sont affichées sous forme d'un message dans cette vue.

III.3.4.1 Reset palette ligne 2

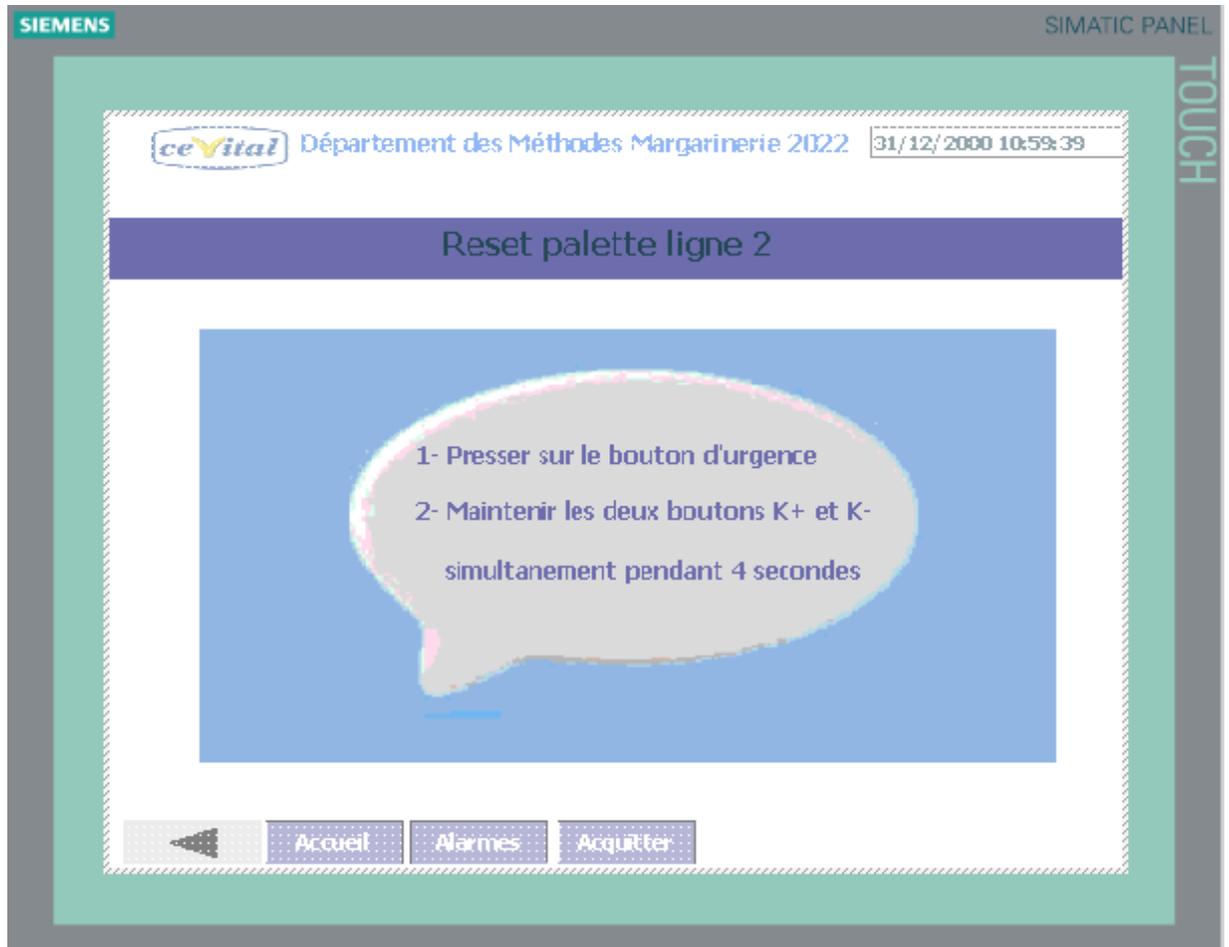


Figure III. 30 : La vue Reset palette ligne 2.

La vue **Reset palette ligne 2** s'apparaît en cliquant sur le bouton **Reset palette ligne 2** de la vue **Reset palette**.

L'accès à cette vue met à **5** la valeur de la variable « **selection_mode_1** » et sera mise à **0** en quittant cette vue. Le **Reset palette ligne 1** permet la **réinitialisation** de **compteur de palettes ligne 2**, après avoir suivi les consignes qui sont affichées sous forme d'un message dans cette vue.

III.3.4.2 Vue Temporisation 1

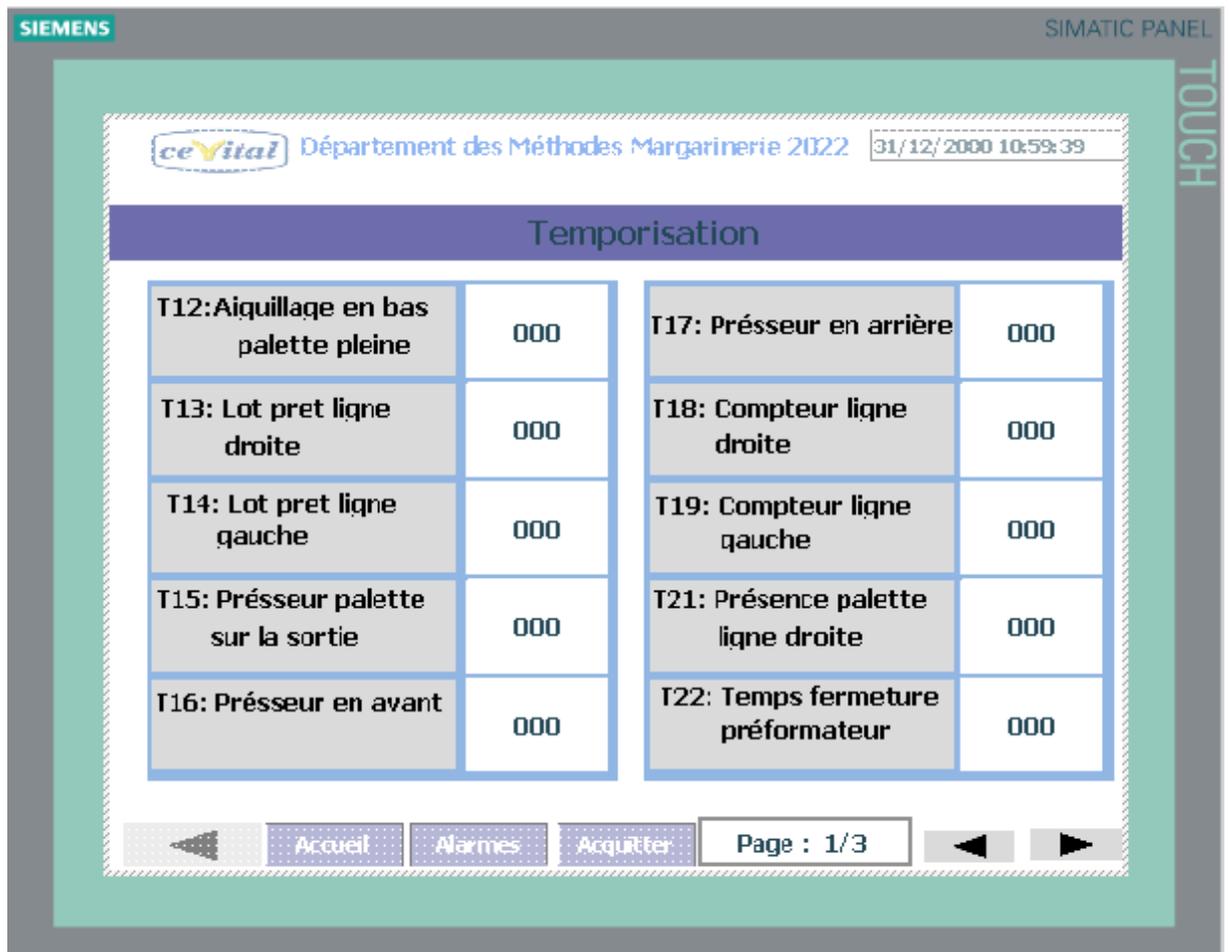


Figure III. 31 : Vue Temporisation 1.

La vue **Temporisation** (1, 2 ou 3) s'apparaît en cliquant sur le bouton **Temporisation** de la vue **Accueil**.

Notre système comprend **29 temporisateurs** répartis en trois pages (trois vues). Ils sont utilisés pour la mise en marche du palettiseur, c'est la raison pour laquelle l'accès à cette vue est limité aux personnes administrateurs tout en saisissant un **mot de passe de sécurité**. Comme ils peuvent être modifiés en cas de besoin, par exemple ajuster le temps du convoyeur de sortie pour bien centrer exactement la palette.

III.3.4.3 Vue programmation

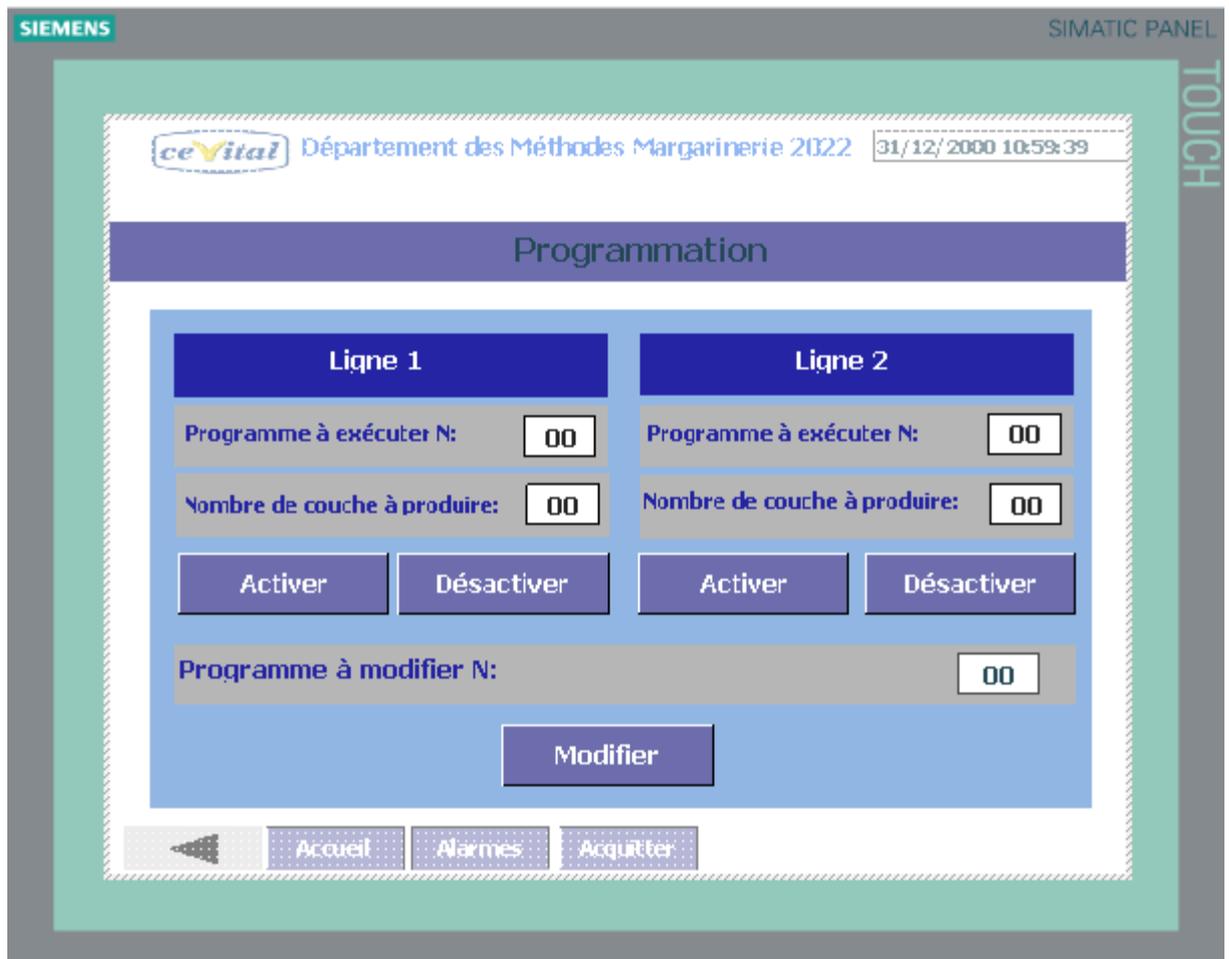


Figure III. 32 : Vue Programmation.

La vue **Programmation** donne à l'opérateur l'utilité de saisir le numéro du programme à effectuer, ainsi le nombre de couches à produire par palette dans chaque ligne de production. Comme elle permet de passer à la modification des programmes en cliquant sur le bouton **modifier**.

L'accès à cette vue met à **5** la valeur de la variable « **sélection_mode_2** », ce qui permet de passer au mode programmation. La valeur de cette la variable sera mise à **0** en quittant cette vue **Programmation**.

En cliquant sur le bouton **Programmation** de la vue **Accueil**, la vue **Programmation** ne peut apparaître qu'en saisissant le **mot de passe** et le nom d'utilisateur, ce qui permet uniquement à l'opérateur de commander les formats à exécuter, les nombres de couches à produire et d'apporter les modifications nécessaires des programmes. Cette mesure est prise pour la sécurité du fonctionnement de la machine.

III.3.4.4 Vue Programme à modifier :

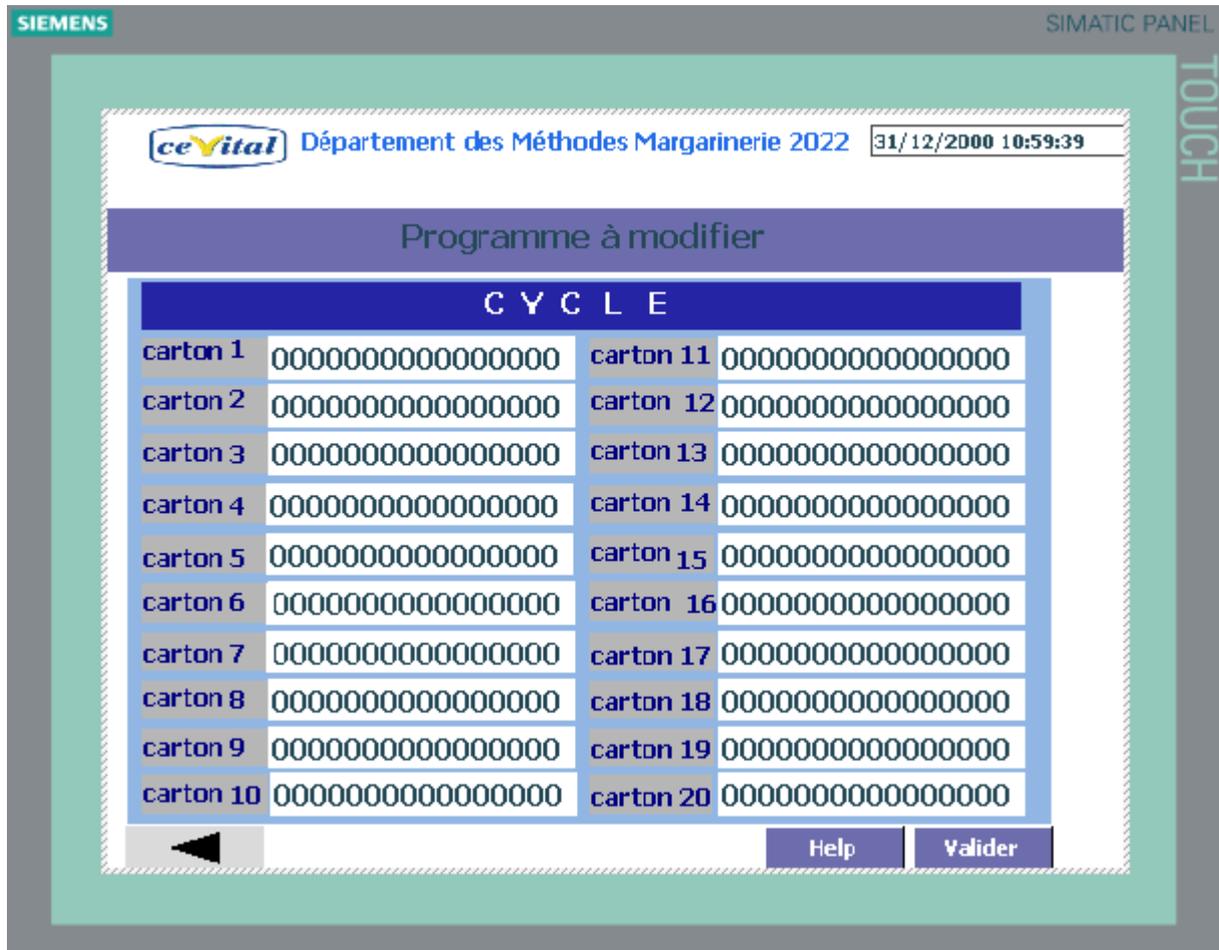


Figure III. 33 : Vue Programme à modifier.

La vue **Programme à modifier** s'apparaisse en cliquant sur le bouton **modifier** de la vue **Programmation**. Cette vue permet à l'opérateur de **modifier** un programme déjà existant ou d'ajouter un nouveau format en cas de production d'un nouveau produit par exemple.

Pour confirmer la modification, il suffit d'appuyer sur le bouton **Valider** de cette vue.

III.3.4.5 Vue Manuel de modification du format

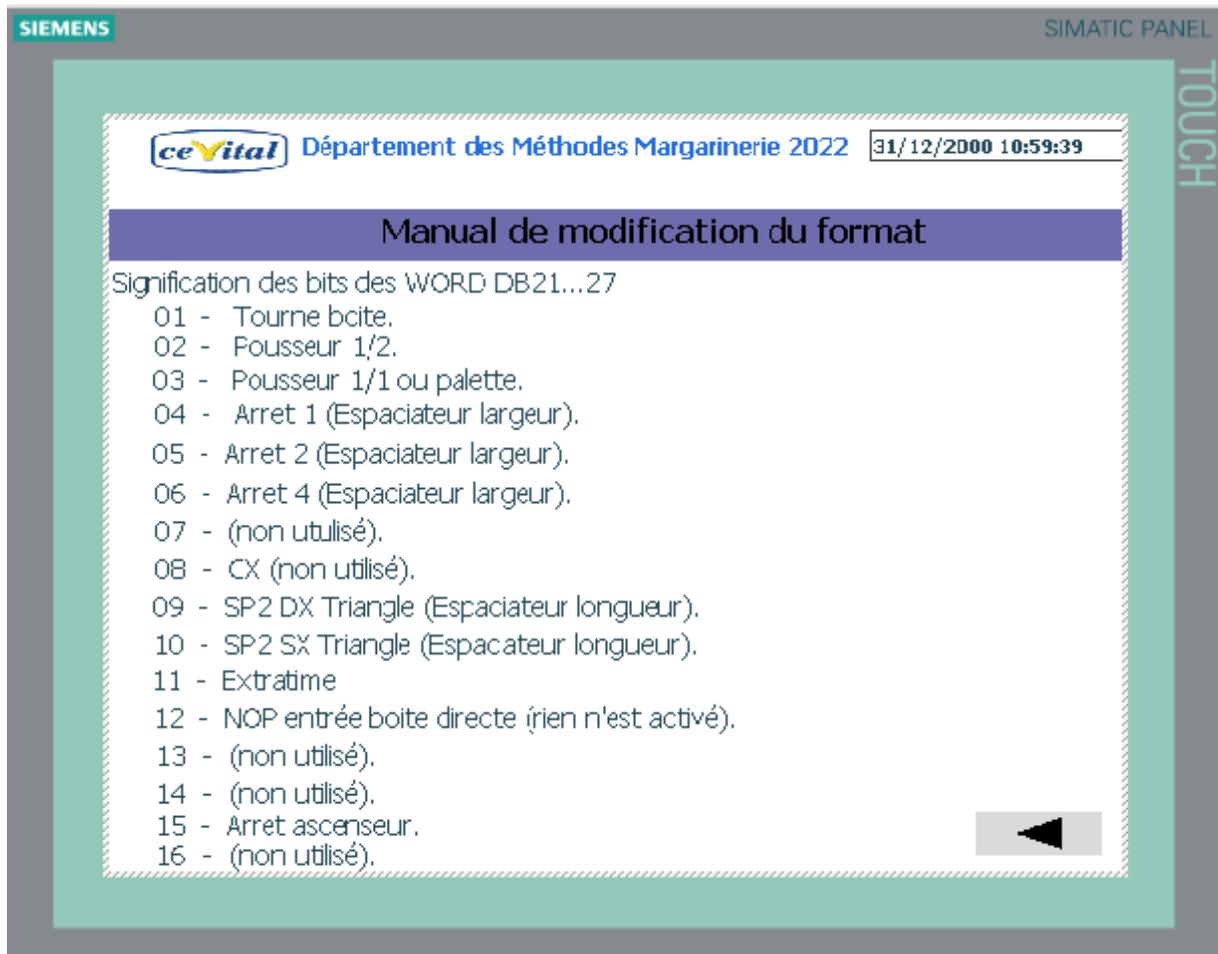


Figure III. 34 : Vue manuel de modification du format.

La vue **Manual de réglage** s'apparaisse en appuyant sur le bouton **Help**.

Dans cette vue on trouve les significations des bits word représentant chaque carton dans les programmes de couches mise en place et qui se présentent dans la vue **Programme à modifier** précédente.

III.3.4.6 Vue Alarmes

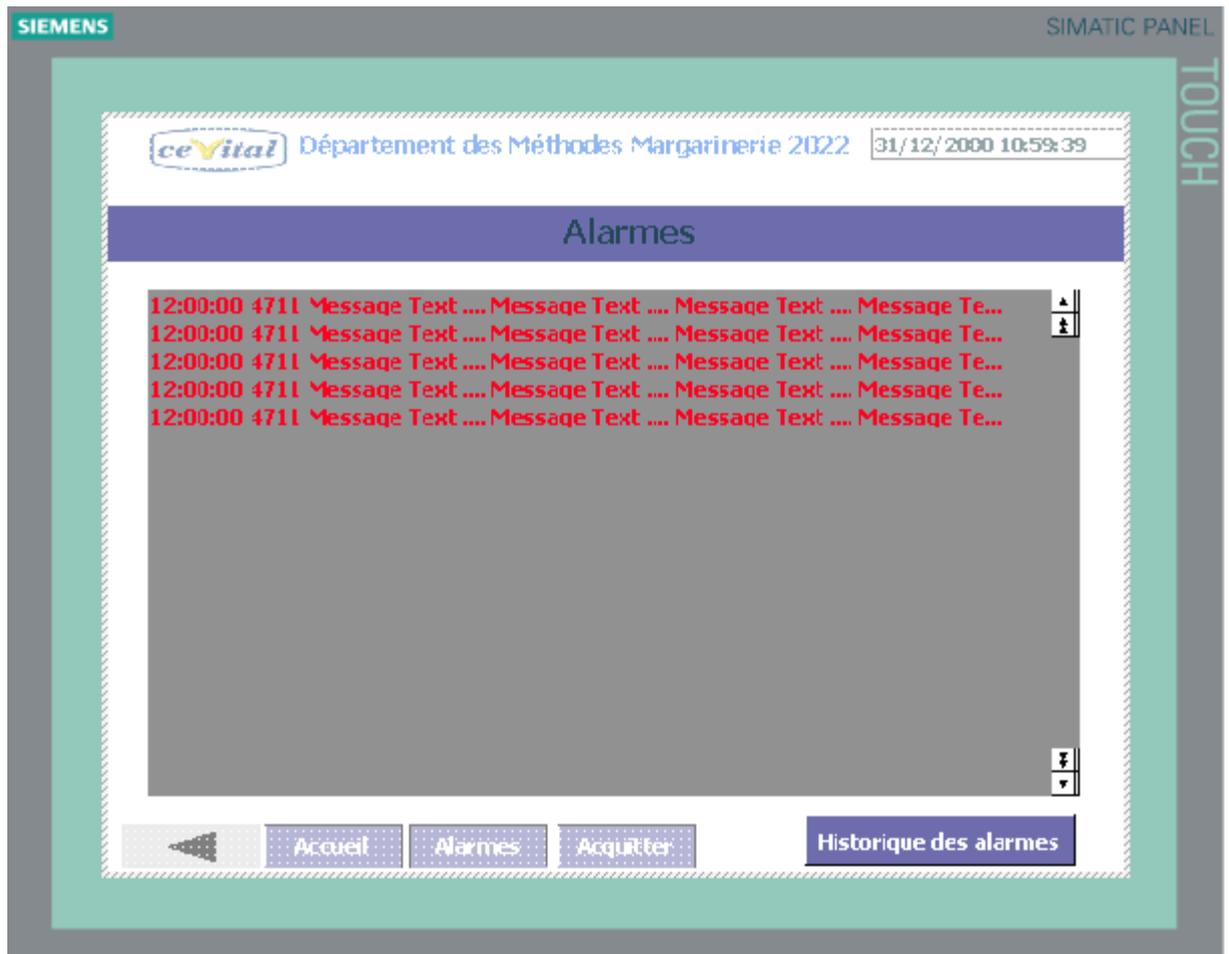


Figure III. 35 : Vue d'alarmes.

La vue **Alarmes** s'apparaisse en appuyant sur le bouton **Alarmes** du model.

Cette vue permet d'afficher la date, l'heure, le numéro et le message d'alarmes déclenchées. Pour acquitter une alarme, il faut intervenir à la défaillance et cliquer sur le bouton **Acquitter**.

III.3.4.7 Vue Historique des alarmes

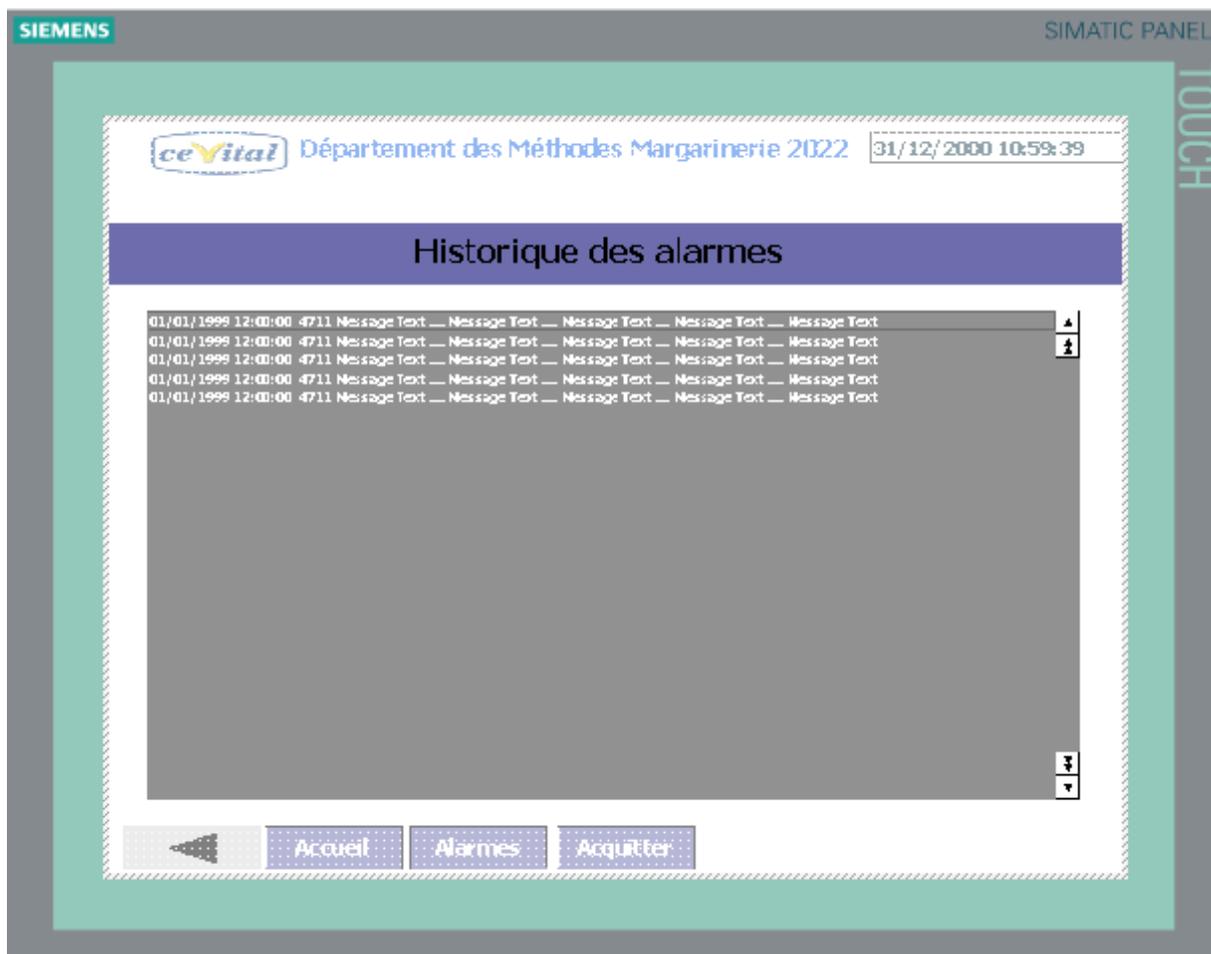


Figure III. 36 : Vue Historique des alarmes.

La vue **Historique des alarmes** s'apparaisse en appuyant sur le bouton **Historique des alarmes** de la vue **Alarmes**.

Cette vue permet de visualiser l'historique des alarmes acquittées, en affichant la date, l'heure, le numéro et le message d'alarmes.

La consultation de l'historique des alarmes aide les opérateurs à détecter les organes endommagés (cas d'une alarme répétitive correspondante à un organe), ce qui permet l'intervention préalable de la maintenance des organes concernés.

III.3.5 Création des variables

L'élaboration d'une interface Homme/Machine nécessite la création d'un tableau de variables API qui seront utilisées les différents éléments existant sur les vues du pupitre opérateur. Dans le tableau ci-dessous on trouve des variables de différents types (INT, WORD, BIT) tant que chaque variable de l'HMI correspond à une autre dans l'API.

HMI tags					
Name ▲	Tag table	Data type	Connection	PLC name	
acquitement	Default tag table	Bool	HMI_Conne...	CPU 315-2PN/DP	
Acquitter alarme	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Alarme 1	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Alarme 2	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Alarme 3	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Alarme 4	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Arret ligne entrée	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
Arret Preformat	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
asc_HMI	Default tag table	Int	<Internal tag>		
Ascenseur	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_1_programme_1	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_1_programme_2	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_1_programme_3	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_1_programme_4	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_10_programme_1	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_10_programme_2	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_10_programme_3	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_10_programme_4	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	
carton_11_programme_1	Default tag table	Word	HMI_Connectio...	CPU 315-2PN/DP	

Figure III. 37 : Table des variables IHM.

III.3.6 Création des alarmes et les vues d'alarmes

Durant le fonctionnement de notre système, des informations essentielles sur les conditions d'exploitation, les défauts et les états importants du processus doivent être affichés sur notre pupitre opérateur IHM, c'est la raison pour laquelle la création des alarmes est nécessaire. La figure ci-dessous représente les différentes alarmes du système :

Discrete alarms							
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge..	Trigger address	
1	ALL_1	ARRET D'URGENCE	Errors	Alarme 1	8	%DB10.DBX3...	
2	ALL_2	CONNECTEURS DEBRANCHES	Errors	Alarme 1	9	%DB10.DBX3...	
3	ALL_3	PORTE OUVERTE	Errors	Alarme 1	10	%DB10.DBX3...	
4	ALL_4	manque d'air	Errors	Alarme 1	11	%DB10.DBX3...	
5	ALL_5	declenchement thermique	Errors	Alarme 1	12	%DB10.DBX3...	
6	ALL_6	Declenchement barrière opérateur	Errors	Alarme 1	13	%DB10.DBX3...	
7	ALL_7	Erreur de test barrière de sécurité	Errors	Alarme 1	14	%DB10.DBX3...	
8	ALL_8	Ascenseur en haut	Errors	Alarme 1	15	%DB10.DBX3...	
9	ALL_9	Ascenseur en bas	Errors	Alarme 1	0	%DB10.DBX3...	
11	ALL_11	Plat chariot en avant	Errors	Alarme 1	2	%DB10.DBX3...	
12	ALL_12	Plat chariot en arrière	Errors	Alarme 1	3	%DB10.DBX3...	
13	ALL_13	Presseur posterieur fermé	Errors	Alarme 1	4	%DB10.DBX3...	
14	ALL_14	Presseur posterieur ouvert	Errors	Alarme 1	5	%DB10.DBX3...	
15	ALL_15	Pousseur en avant	Errors	Alarme 1	6	%DB10.DBX3...	
16	ALL_16	Pousseur en arrière	Errors	Alarme 1	7	%DB10.DBX3...	
17	ALL_17	Entrée à droite préformateur	Errors	Alarme 2	8	%DB10.DBX3...	
18	ALL_18	Sécurité pousseur	Errors	Alarme 2	9	%DB10.DBX3...	
19	ALL_19	fil chariot	Errors	Alarme 2	10	%DB10.DBX3...	
20	ALL_20	Encombrement chariot	Errors	Alarme 2	11	%DB10.DBX3...	
21	ALL_21	Entrée à gauche préformateur	Errors	Alarme 2	12	%DB10.DBX3...	
22	ALL_22	Palette vide sur rouleaux d'entrée	Errors	Alarme 2	13	%DB10.DBX3...	
23	ALL_23	Palette vide sur aiguillage en haut	Errors	Alarme 2	14	%DB10.DBX3...	
24	ALL_24	Palette vide sur aiguillage en bas	Errors	Alarme 2	15	%DB10.DBX3...	

Figure III. 38 : La configuration des alarmes.

III.3.7 Test et visualisation

Le logiciel de simulation d'automate S7-PLCSIM, intégré dans l'atelier logiciel STEP 7 Professional, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible, comme il permet de réduire, de manière significative, les temps de mise en service de vos installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automates.

Dans cette partie, nous allons simuler quelques vues de notre pupitre opérateur en utilisant le simulateur S7-PLCSIM, afin de tester la similarité des données affichées sur le pupitre et celles du programme.

III.3.7.1 La fonction programmation

La figure suivante présente le résultat de simulation de la fonction programmation qui gère l'**habilitation** de deux lignes de palettiseur, le saisie du **numéro de programme** (format) à exécuter (dans ce cas le programme N°5 pour la **ligne 1** et le programme N°2 pour la **ligne 2**) et le **nombre de couches à produire** (10 couches pour **ligne 1**, 8 couches pour **ligne 2**). L'**animation** en vert indique l'**activation** de la ligne 1 et la **désactivation** de la ligne 2.

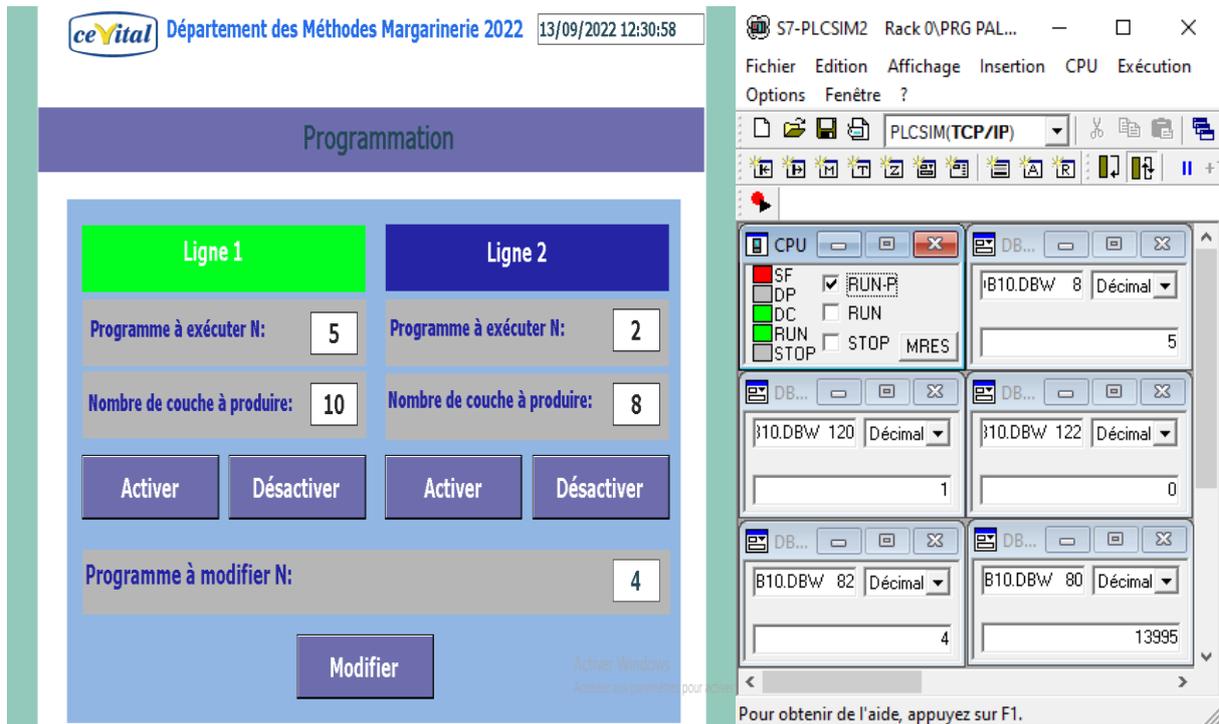


Figure III. 39: simulation du mode programmation.

Tableau III. 1 : Résultat de la simulation de la vue Programmation.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW8	5	Le palettiseur est en mode programmation
%DB10.DBW120	1	Ligne 1 est activée
%DB10.DBW122	0	Ligne 2 est désactivée
%DB10.DBW82	4	Numéro de programme à modifier
%DB10.DBW80	13995	Mot de passe pour accéder a la modification

III.3.7.2 La fonction Automatique

La figure ci-dessous nous présente le résultat de simulation du mode automatique. On remarque bien que les valeurs des paramètres saisis dans la vue programmation sont bien les mêmes affichés dans la vue automatique y compris l'habilitation des lignes.

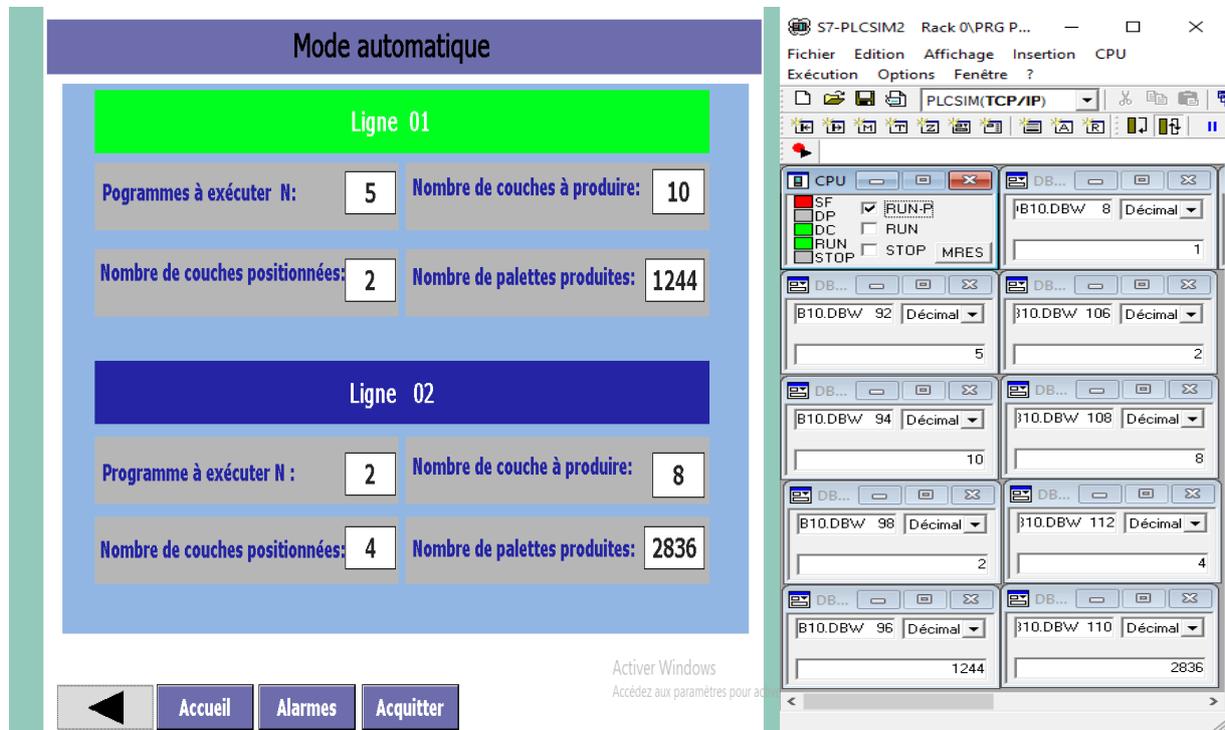


Figure III. 40: Simulation mode automatique.

Tableau III. 2 : Résultat de simulation du mode automatique.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW8	1	Le palettiseur est en mode automatique
%DB10.DBW92	5	Ligne 1 exécute le programme N°5
%DB10.DBW94	10	Nombre de couches à produire dans ligne 1
%DB10.DBW98	2	Nombre de couches positionnées sur la palette ligne 1
%DB10.DBW96	1244	Nombre de palette produite dans ligne 1

%DB10.DBW106	2	Ligne 2 exécute le programme N°2
%DB10.DBW108	8	Nombre de couches à produire dans ligne 2
%DB10.DBW112	4	Nombre de couches positionnées sur la palette ligne 2
%DB10.DBW110	2836	Nombre de palette produite dans ligne 2

III.3.7.3 Modification de format

Les figures suivantes montrent les données des cartons de **format N°4** enregistrés dans son bloc **DB24** et les démarches pour réaliser la modification.

- **Avant modification**

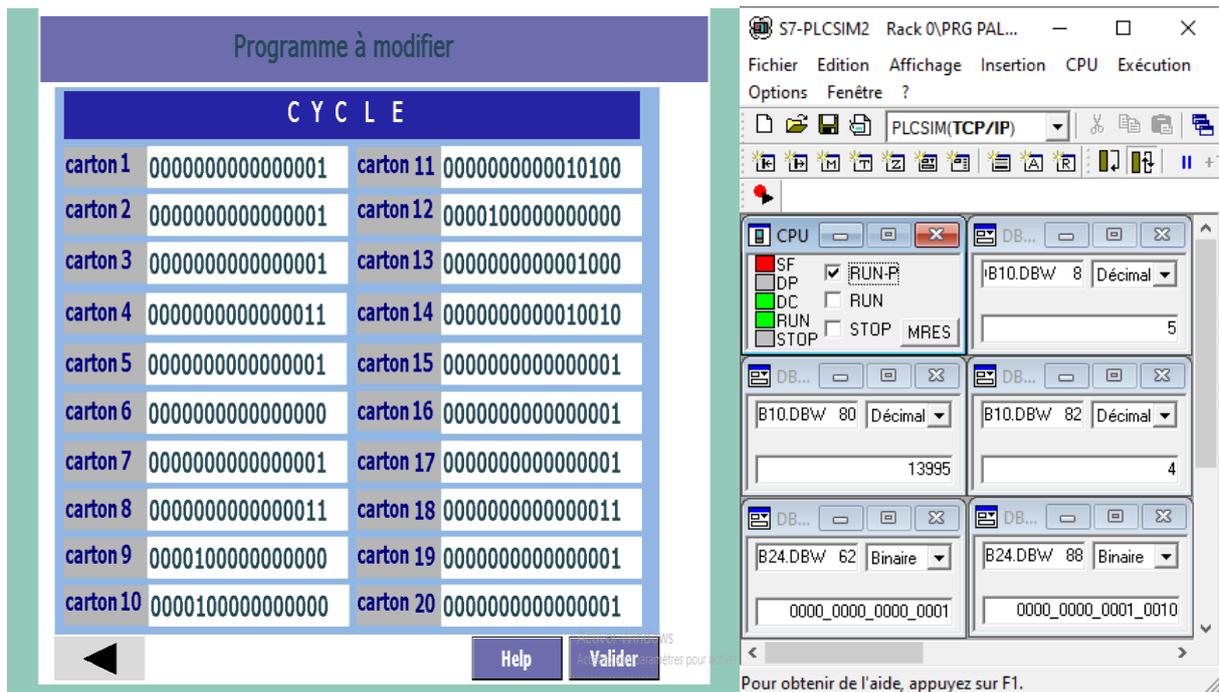


Figure III. 41 : Le programme N°4 avant modification

Tableau III. 3 : Les données du programme n°4 avant modification.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW8	5	Le palettiseur est en mode programmation
%DB10.DBW80	13995	Accédé à la modification
%DB10.DBW82	4	La modification du programme N°4
%DB24.DBW62	0000000000000001	Les données du carton 1 avant la modification
%DB24.DBW88	0000000000010010	Les données du carton 14 avant la modification

- **Après modification**

The screenshot shows the S7-PLCSIM2 software interface. On the left, a window titled 'Programme à modifier' displays a table of 20 cartons. The table has two columns: 'carton' and 'valeur'. The values are binary strings. Below the table are 'Help' and 'Valider' buttons. On the right, the 'CPU' window shows the status of the PLC. It includes a 'CPU' tab with a 'RUN' indicator and a 'MRES' button. Below this, there are several 'DB...' windows showing the values of data blocks in decimal and binary formats. The values shown are: B10.DBW 8 (5), B10.DBW 80 (0), B10.DBW 82 (4), B24.DBW 62 (0000_1000_0000_0000), and B24.DBW 88 (0000_1000_0000_0010).

Figure III. 42: Le programme N°4 après modification.

Tableau III. 4 : Les données du programme n°4 après modification.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW80	0	Confirmation de la modification
%DB24.DBW62	0000100000000000	Les données d carton 1 après la modification
%DB24.DBW88	0000100000000010	Les données du carton 14 après la modification

III.3.7.4 La fonction manuelle

Le bouton **tourne boîte** présente à la fois le tourne boîte **des deux lignes** (tourne boîte **ligne 1**, tourne boîte **ligne 2**). Pour activer l'actionneur (tourne boîte), il faut que les conditions suivantes soient acquises : **réarmer** la machine, machine **sous tension**, **porte fermé**, **air comprimé**, **barrière de sécurité** et **test barrière**. Après la vérification des conditions on doit appuyer sur le bouton **tourne boîte** dans la vue Manuel du pupitre (**K7** sur le pupitre), et maintenir sur **K⁺** (**E32.1**) pour le tourne boîte **ligne 1** et **K⁻** (**E32.2**) Pour le tourne boîte **ligne 2**.

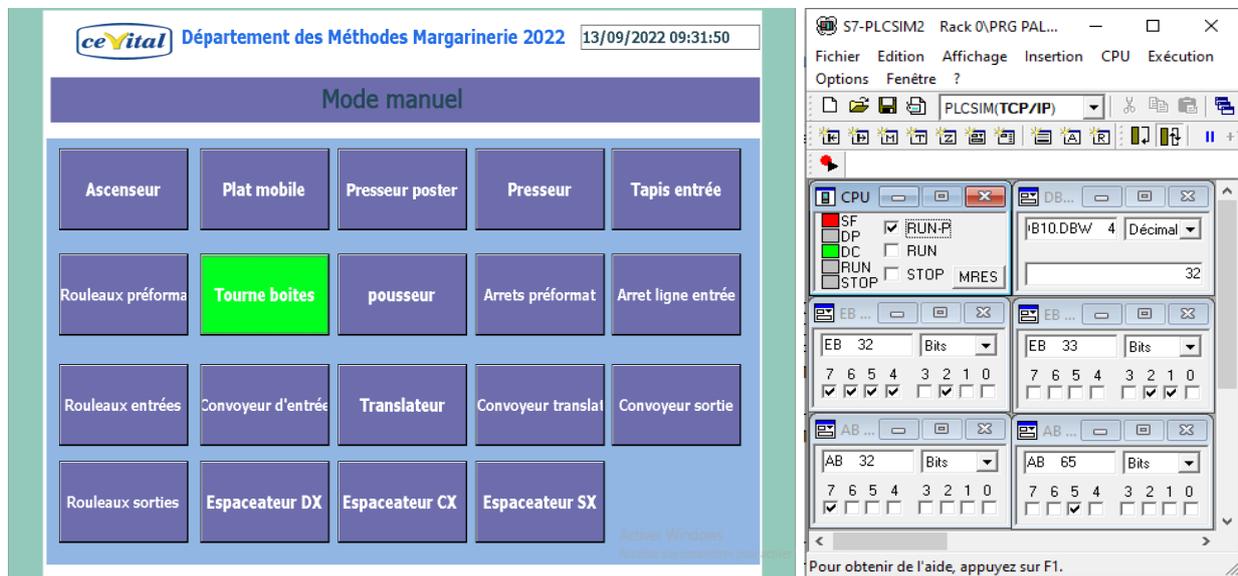


Figure III. 43: Simulation du mode manuel.

Tableau III. 5 : Résultat de simulation du mode manuel.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW4	32	Le palettiseur est en mode manuel

%EB 32	11110100	Les conditions pour activer le mode manuel
%EB 33	00000110	Les conditions pour activer le mode manuel
%EB 32.2	1	K ⁺ (pour activer tourne boite droit)
%AB 32.7	1	La sortie de tourne boite droit est activer

III.3.7.5 La fonction Reset ligne 1

Les figures suivantes présentes Reset ligne 1.

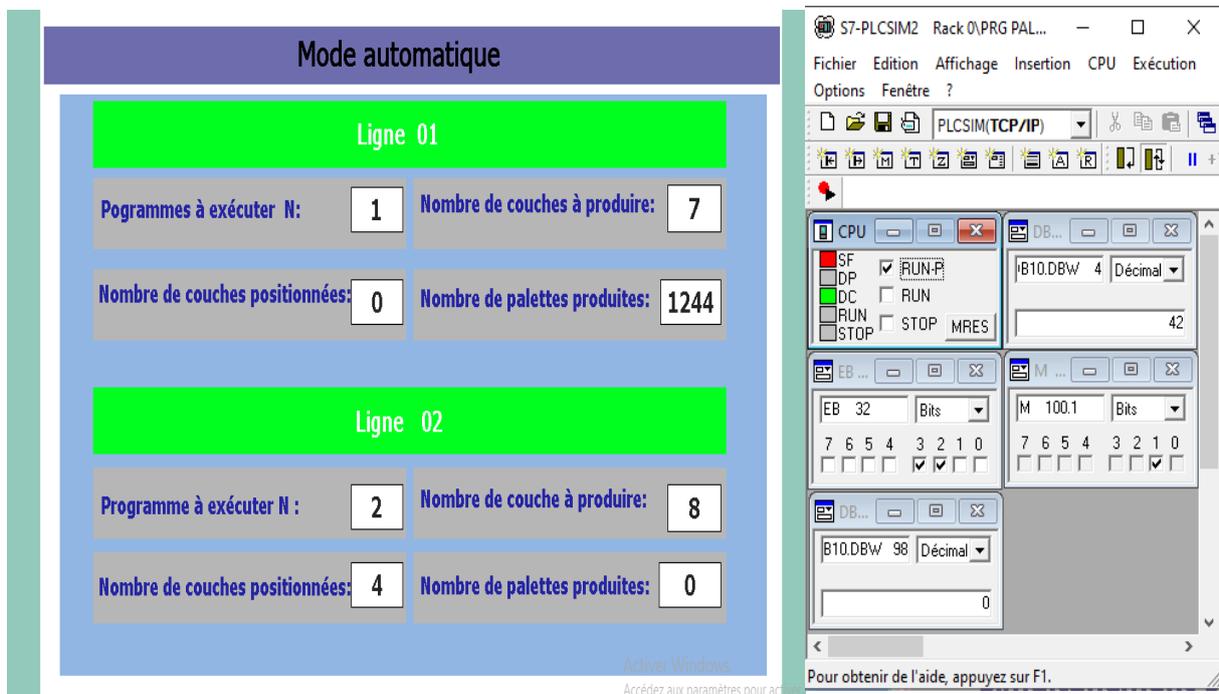


Figure III. 44: Simulation Reset ligne 1.

Tableau III. 6: Résultat de la simulation Reset ligne 1.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW4	42	Le palettiseur est en mode Reset ligne 1.
%M100.1	1	Arrêt d'urgence
%EB32.2	1	Le maintien sur K ⁺

%EB32.3	1	Le maintien sur K ⁻
%DB10.DB98	0	La mise à zéro du compteur de couches positionnées

III.3.7.6 La fonction Reset total

Les figures suivantes présentes Reset total.

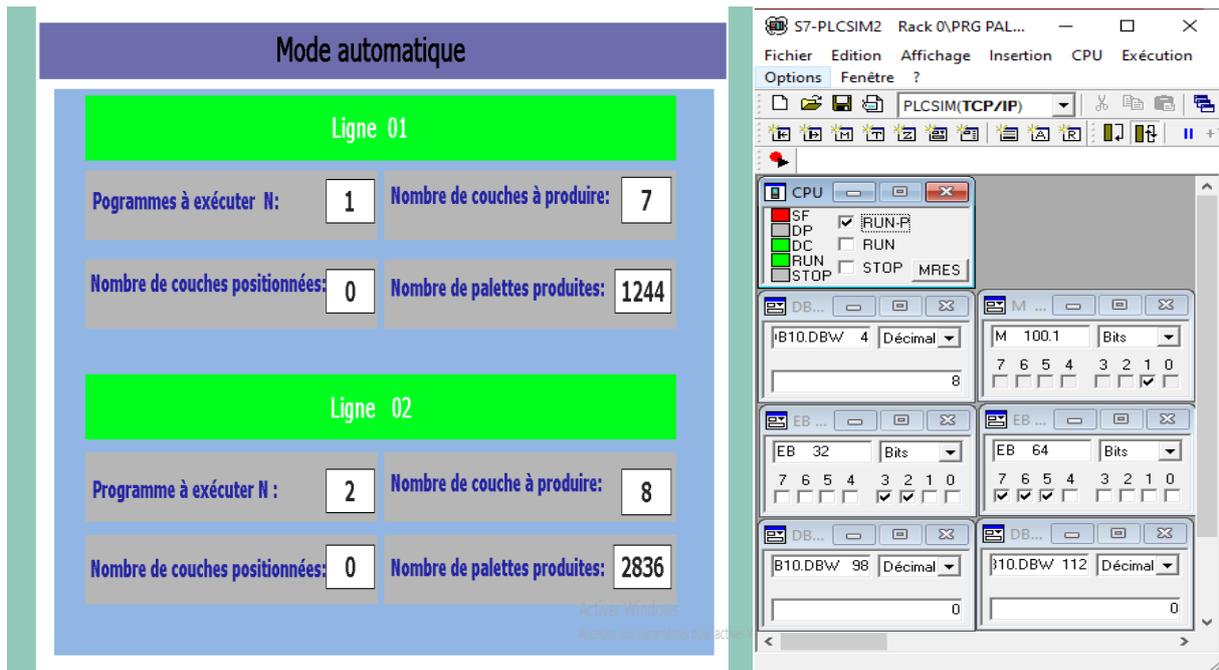


Figure III. 45: Simulation Reset total.

Tableau III. 7: Résultat de la simulation de Reset total.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW4	8	Le palettiseur est en mode reset total
%M100.1	1	Arrêt d'urgence
%EB64	11100000	Les conditions pour activer le mode Reset total
%EB32.2	1	Le maintien sur K ⁺
%EB32.3	1	Le maintien sur K ⁻
%DB10.DBW98	0	La mise à zéro du compteur de couches positionnées

III.3.7.7 La fonction Reset palette ligne 1

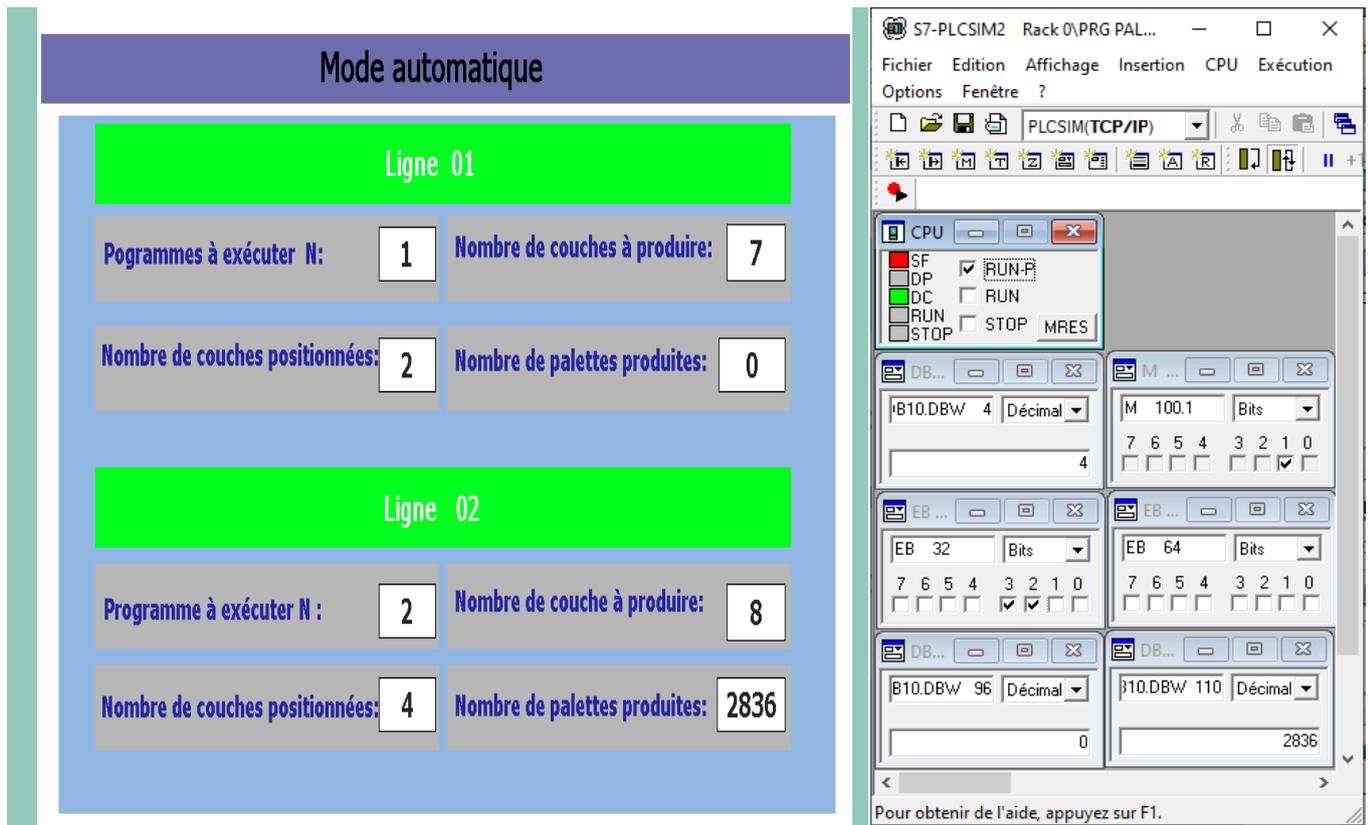


Figure III. 46: Simulation Reset palette ligne 1.

Tableau III. 8: Résultat de la simulation Reset palette ligne 1.

Adresse	Valeur	Signification
%DB10.DBW4	4	Le palettiseur est mode Reset palette ligne 1.
%M100.1	1	Arrêt d'urgence
%EB32.2	1	Le maintien sur K ⁺
%EB32.3	1	Le maintien sur K ⁻
%DB10.DBW96	0	La mise à zéro du compteur de palettes ligne 1.

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre on a abordé la migration S5/S7 de l'automate S5-95U vers S7-300 en utilisant l'outil de migration intégré dans STEP7 et l'élaboration d'une interface IHM à l'aide du TIA Portal pour commander les organes du palettiseur, visualiser le fonctionnement automatique et localiser précisément et en un seul coup d'œil l'élément en arrêt ou défectueux du fonctionnement du palettiseur.

La thématique traitée nous a donné l'occasion d'assimiler les démarches à suivre pour la résolution de la problématique et l'amélioration du rendement en travaillant sur les solutions adéquates proposés.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études s'est inscrit dans le cadre de l'automatisation des systèmes de palettisation, et s'appuyait sur un stage pratique au niveau du service margarinerie de l'entreprise CEVITAL. L'objectif du travail était de faire une migration S5/S7 de l'automate obsolète S5-95U vers l'automate S7-300 qui est plus puissant et plus récent et d'élaborer une interface homme machine (IHM) qui permet la commande et la visualisation du fonctionnement du palettiseur.

Pour élaborer l'objectif souligné, il nous a été utile de faire des recherches sur les automates programmables industriels, les interfaces Homme/Machine et la compréhension du système de palettisation, comme il a fallu assurer un fonctionnement nominale tout en tenant compte des critères de fiabilité et de disponibilité, être précis et efficace lors de chaque étape du projet en vérifiant les documents et les séquences élaborés et par la maîtrise de logiciel de programmation des automates et des interfaces de supervisions (TIA PORTAL). Un travail minutieux a été fait, ce qui nous a permis d'apprendre une certaine méthodologie d'analyse et une réactivité plus accrue.

Ce projet a été le point de départ d'un nouveau tournant dans notre formation. Il nous a permis de faire des recherches, d'échanger et de partager des points de vue avec nos collaborateurs au sein d'une équipe de travail motivante, de mieux approché le monde industriel, tout en mettant en pratique nos acquis théoriques. Comme nous avons bénéficié d'une courte et modeste « expérience professionnelle » par le contact direct avec le personnel et les installations de l'entreprise.

Cette expérience restera pour nous une référence très importante pour apprendre, développer et améliorer nos compétences et connaissances déjà acquises tout au long de notre formation.

Rien n'est parfait, beaucoup de travail reste à faire pour améliorer la solution préposée et faire évoluer la réalisation pratique sur le terrain et mettre en place le pupitre opérateur.

Référence bibliographique

- [1] NOVUS. (1 mars 2021). [En ligne]. www.novus.com.br
- [2] COPATADA. [En ligne]. www.capatada.com
- [3] N. ALLEL, Rapport de stage au sein de l'entreprise CEVITAL : 2016.
- [4] M. MAKHLOUFI, S. BOUMAZA, migration S5/S7 ET S7/TIA PORTAL d'un API d'un système de palettisation, mémoire de fin de cycle, Bejaia : Université de Bejaia, 2016.
- [5] J. Perrin, M. Magniez, et f. Sinibaldi. Automatique Industrielle. 1982.
- [6] W. Bolton. Automates Programmables Industriels. Dunod, 2010.
- [7] T. Ischen, « Commande machine innovante », Avril 2017, vol. 1ère édition, pp. 9.
- [8] Manuel system SIMATIC S5 « Automates Programmables S5-90U/S5-95U ». Edition 3, numéro de référence 6ES5998-8MA32.
- [9] Manuel SIEMENS « Automatique innovation » édition 2009.
- [10] Manuel SIEMENS STEP7 « Pour une transition facile de S5 a S7 » Edition 05/2010.
- [11] Manuel système N0 6ES5998-8MA32 Edition 01.199.
- [12] Document SIEMENS « Module A1 totally integrated automation » édition 05/2005.
- [13] Document SIEMENS « Automatisierung- and Antriebstechnik, Siemens A&D Cooperates with Education, » Edition, 2004.
- [14] J.-P. Thomesse, « Ingénierie des systèmes homme machine, » Techniques de l'ingénieur, édition, 2004.
- [15] A. SIMON. « Automates programmables industriels », Paris : l'Elan Eyrolles, 1991.
- [16] MECALUX. [En ligne]. <https://www.mecaluxe.fr/blog/palettisation>.
- [17] K.AYOUDJ « Programmation d'une Interface Homme/Machine (IHM) pour un système de palettisation ». Mémoire Master 2. Université de BORDEAUX, promotion 2015.
- [18] Dénomination palettiseur A (délivré par CEVITAL).
- [19] Documentation technique du palettiseur de MODEL MAXIPAL, marque : TMG Impianti, N° 12004900 (délivré par Cevital).
- [20] STEP 7 Basic V11.0 SP1 « Migration de projets au moyen du portail TIA ».

Référence bibliographique

- [21] TECHNIQUE DE L'INGENIEUR. (1998) Palettiseurs et palettisation. [En ligne].
<https://www.techniques-ingenieur.fr/>
- [22] L. Bergognoux, « Automate programmable industrie », supporte de cours, Ecole Polytechnique Marseille, Édition 2004-2005.
- [23] Manuel SIEMENS SIMATIC HMI « Pupitres opérateur Basic Panels ».