

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Projet de Fin d'Études

Présenté par

Bouadda Bilal

&

Merrouche Merouane

Pour l'obtention du diplôme de Master en Électronique option
en Ingénierie des Système et Informatique Industrielle (SISII)

Signaux

Thème

Contrôle et commande d'une ligne de soutirage par API et IHM

Proposé par : **MrHadj Saïd Larbi&MrBennila Nour-Eddine**

Année Universitaire **2015-2016**

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant, pour la santé, la volonté et pour sa clémence qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre promoteur Monsieur Bennila Nour-Eddine. On le remercie de nous avoir orienté, aidé et conseillé.

Nous remercions plus particulièrement Monsieur l'ingénieur Hadj Said Larbi de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé ; et tous les travailleurs de l'entreprise Danone, qui nous ont ouvert leurs portes et nous ont donné l'opportunité de réaliser ce projet.

On adresse nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Nous remercions les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner notre modeste travail.

Dédicace

Ce travail est dédié :

À mes chers parents ;

A mes chers frères et sœurs ;

À tous mes proches et plus particulièrement mon binôme ;

Tous mes amis et collègues d'études ;

Bilal

Ce travail est dédié :

À mes chers parents ;

A mes chères sœurs ;

À tous mes proches et plus particulièrement mon binôme ;

Tous mes amis et collègues d'études ;

Merouane

ملخص: إن هذا المشروع يركز على إضافة خطوط تعبئة جديدة ورفع إنتاج شركة دانون، لذا استخدمنا برنامج STEP7 للبرمجة المقدم من طرف SIEMENS. يحتوي STEP7 على وحدة تحكم منطق برمجة SIEMENS. استخدمناه في المشروع لمحاكاة البرامج وجعل الاتصالات نظرا لغياب المبرمج المي الحقيقي أبيبي «API»، وللإشراف استعملنا برنامج WinCC flexible باستخدام نظام التواصل بين انسان و الة «HMI».

كلمات المفاتيح: المبرمج المي أبيبي، نظام التواصل بين انسان و الة.

Résumé : Ce projet se base sur l'ajout des nouvelles canalisations de soutirage et l'augmentation de la production de l'entreprise Danone, pour cela on a utilisé le logiciel de programmation STEP7 fourni par la concepteur SIEMENS. Le STEP7 contient un simulateur d'automate SIEMENS. Nous l'avons utilisé dans notre projet pour simuler des programmes et de faire la communication vu l'absence de l'automate réel « API », et Pour la supervision nous avons utilisé le logiciel WinCC flexible en utilisant l'interface Homme/Machine « IHM ».

Mots clés : API ; IHM.

Abstract: This project is based on adding new racking lines and increasing the production of Danone company, for this we used the programming software STEP 7 provided by SIEMENS designer. STEP 7 contains a SIEMENS PLC simulator. We used it in our project to simulate programs and to the communication as a result of the absence of the real controller « API », and for the supervision we used WinCC flexible software using the human / Machine interface « HMI ».

Keywords : CIP, PLC, HMI.

Listes des acronymes et abréviations

NEP : Nettoyage En Place.

IHM : Interface Homme Machine.

HMI : Human Machine Interface.

API : Automate Programmable Industrielle.

PC : personal computer (ordinateur personnel).

GRAF CET : Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition.

LIST : Le langage à instruction (machine).

CONT : Le langage à contact.

LOG : Le langage graphique.

PROFIBUS : Bus de terrain propriétaire.

PT100 : Sonde de température à résistance platine.

fe : Fréquence d'échantillonnage.

UHT : Upérisation Haute Température.

Sidel : Société industrielle des emballages légers.

Cond : Conditionneuse.

TM : tank de maturation.

PET : Polyéthylène téréphtalate.

SPA : Société par action.

TOR : tout ou rien.

Table des matières

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

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise DANONE

1.1	Présentation.....	3
1.2	Situation de l'usine Danone dans la wilaya de Blida.....	5
1.3	La gamme de produit.....	5
1.4	Organisation.....	6
1.5	La production journalière.....	7
1.6	Equipment de l'entreprise DANONE.....	8
1.6.1	Machine de conditionnement	8
1.6.2	Les cuves	9
1.7	Conclusion.....	10

Chapitre 2 : principe de fonctionnement d'une ligne de soutirage

2.1	Introduction	11
2.2	Le principe de fonctionnement	12
2.2.1	Elément constituant	12
a.	ligne de soutirage	12
b.	conditionneuses	12
2.2.2	Les conditions pour démarrer un cycle de soutirage	16
2.3	Matériels utilisés	18
2.3.1	Les électrovannes	18
a.	Les tous ou rien (TOR)	18
b.	Vanne Delta DA3+	20
b.1	Vanne en position "FERMEE"	21

b.2	Vanne en position "OUVERTE"	22
	c. Vannes modulante	23
	2.3.2 Les capteurs	23
	a. Capteur de température Thermo-résistances Pt 100 (Omnigrad TST)	23
	b. Capteur de niveau (sonde à tige 11371)	24
	2.3.3 Débitmètre (promass 83)	25
	2.3.4 Le clapet anti retour	26
	2.3.5 L'échangeur de chaleur à plaque	27
	2.3.6 Variateur de vitesse	30
	2.3.7 Pompe de pression (APV ZMS-4)	31
	2.3.8 Les Tanks	31
	2.3.9 Les boules de NEP	32
	2.3.10 Systèmes de contrôle industriel (Superviseur).....	33
	2.3.11 Automate programmable.....	34
	2.4 Conclusion.....	34
	Chapitre 3 : Généralités sur Le logiciel de programmation STEP 7 et de supervision WinCC et les étapes de programmation	
	3.1 Introduction	35
	3.2 Généralité sur les automates programmable (API)	35
	3.2.1 Historique	35
	3.2.2 Définition	35
	3.2.3 L'automatisation	36
	3.2.4 Structure d'un API.....	37
	3.2.4.1 Structure externe d'un automate programmable industriel (API).....	37

3.2.4.2 Structure interne d'un automate programmable industriel (API).....	38
3.3 Fonctionnement et traitement du programme automate	40
3.4 Logiciel de programmation des API SIEMENS "Step7"	41
a. STEP 7	41
b. Créer un projet	42
c. Configuration matérielle (Partie Hardware)	43
d. Bloc utilisateur.....	44
d.1 Bloc système pour fonction standard et fonction système	47
d.2 Editeur demnemoniques.....	47
d.3 Différents types de variables contenue dans Step 7.....	48
d.4 Langage de programmation	49
d.5 Simulateur S7-PLCSIM.....	50
3.5 Logiciel de programmation WinCC flexible.....	52
3.5.1 Définition	52
3.5.2 WinCC flexible Runtime	52
3.5.3 Création de projet	53
3.5.4 Création des vues	55
3.5.5 Création de la variable	56
3.5.6 Intégration du projet STEP7	57
3.5.7 Créer des alarmes	58
3.6 Partie pratique	59
3.6.1 Description de notre programme	59
3.6.1.1 Configuration matérielle requise	60
3.6.2 programme utilisateur	66

3.6.2.1 table de mnémonique	70
3.6.2.3 langages de programmation	72
3.6.2.4 exemples de programme avec simulation	74
3.7 conclusion	79

Chapitre 4 :Interface de supervision de la station de soutirage

4.1 Interface de supervision HMI	80
4.1.1 Choix de pupitre opérateur	81
4.1.2 Déclaration des variables	82
4.1.3 Création des vues	83
4.1.3.1 Vue Accueil	84
4.1.3.2 Vue globale	85
4.1.3.3 Vue conditionneuse 4 et Conditionneuse 9	86
4.1.3.4 Vue soutirage	89
4.1.3.5 Vue informations	91
4.1.3.6 Vue Alarmes	92
4.2 Exemple de démarrage de soutirage	93
4.3 Conclusion	96
Conclusion générale.....	97
Bibliographie	98

Introduction générale

Avec la généralisation des lignes de production automatisées dans les usines ; les machines automatisées sont devenues les outils phare de l'industrie, elle apporte un meilleur rendement et de la haute qualité des produits en plus de la sécurité et de la flexibilité des processus, en contrepartie, cela entraîne une augmentation des besoins au niveau de l'industrie, spécialement en manipulation d'un grand nombre de variables et la gestion de véritables flux de communication.

Les machines automatisées sont reliées avec un automate programmable est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative ou partie opérative côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou PC côté capteur), de consignes et d'un programme informatique, afin de la mise en œuvre de fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties de plusieurs types de machines ou de processus.

La station de soutirage fait partie des autres stations de l'entreprise Danone, elle est contrôlée par l'automate programmable de marque APV, l'inconvénient de l'API « APV » est la non disponibilité de son logiciel, qui permet de simuler des solutions programmable proposé par les ingénieurs pour modifier ou améliorer le déroulement des différentes séquences, pour cela on a essayé d'utiliser le logiciel de programmation STEP7 fourni par le constructeur SIEMENS, dans le but d'optimiser le rendement et d'éliminer les problématiques suivantes :

- Ajouter une nouvelle ligne de soutirage vers une nouvelle conditionneuse à travers un réchauffeur dans le but d'augmenter le stockage du produit pour une meilleure flexibilité et pour élever le rendement de la production.
- Contrôler la gestion de soutirage vers la conditionneuse avec une meilleure réponse de commande.

Notre travail est divisé en quatre chapitres, le premier décrit et localise d'une manière générale l'entreprise Danone et ces activités, le deuxième chapitre contient la Présentation et la description de la station de soutirage et leurs composantes ainsi que les méthodes de soutirage avec le choix de ligne, le troisième chapitre présente le logiciel de programmation STEP 7 et de supervision WinCC flexible et aussi les étapes qu'on a usés pour créer notre programme et dans le dernier chapitre, chapitre quatre, on présente notre applications à l'aide de simulateur PLCSIM.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'études était globalement très intéressant. Il a permis de découvrir le monde professionnel et à transformer les connaissances de base requises à l'université en compétences professionnelles.

Nous avons fait notre mise en situation professionnelle dans l'entreprise Danone qui appartient au champ d'agroalimentaire, et qui est considéré comme le domaine le plus important en Algérie.

Durant toute la période du stage nous avons eu la possibilité de découvrir le milieu industriel notamment celle d'agroalimentaire, ses infrastructures et ses installations, mais le plus important pour nous c'était de voir de plus près et de manipuler pratiquement toute chose en relation avec notre domaine d'application.

La réalisation nous a poussé à faire appel à toute nos connaissances et aptitudes d'élèves ingénieurs et nous a permis d'appréhender les difficultés que les ingénieurs rencontrent tous les jours dans la vie professionnelle tout en prenant des initiatives personnelles.

Le travail que nous avons réalisé est d'ajouter une nouvelle ligne de soutirage et développée d'un programme pour les API et IHM pour augmenter le rendement ;

Pour cela nous avons développé un programme dans le logiciel STEP7 qui sera chargé dans l'automate programmable en vue de commander la station soutirage. L'avantage de logiciel STEP7 est de contenir un simulateur d'automate SIEMENS (S7-300), pour simuler des programmes et de faire la communication à l'absence de l'automate réel.

A la fin nous avons terminé notre modélisation par l'introduction d'un système de supervision grâce à logiciel Wincc pour garantir et assurer le contrôle et la surveillance du procédé.

Chapitre 1 Présentation de l'entreprise Danone

1.1 Présentation :[1]

Danone est un groupe agro-alimentaire français fondé en 1973 (Voir **figure 1.1** et **figure 1.2**). **Danone** est présente sur les 5 continents, commercialise ses produits dans plus de 140 pays et emploie plus de 100 000 Danoners à travers le monde qui répondent tous aux valeurs intrinsèques de l'ADN de **Danone** qui sont les valeurs HOPE : Humanisme, Ouverture, Proximité et Enthousiasme.

Aujourd'hui, **Danone** est l'une des entreprises multinationales les plus dynamiques et novatrices de son secteur ; mais aussi l'un des rares groupes multinationaux soucieux de son impact sur l'environnement et de son implication dans l'amélioration de la condition humaine. C'est ce que l'on appelle « Le double projet économique et social », car chez **Danone** nous pensons que "La raison d'être d'une entreprise c'est son utilité sociale" Dixit. Franck Riboud, Président du Conseil d'Administration de **Danone**.

L'usine de yaourt de Trèfle, située à Blida, dont le siège social est implanté sur la zone industrielle, site 1, Ben Boulaïd, Blida (Voir **figure 1.3**), a été acquise par le groupe français **Danone**. Le Directeur général de **Danone**, Jean-Yves Broussy et le PDG de Trèfle, Riad Brik-Chaouch, en ont fait l'annonce jeudi 4 juin 2015 à Alger, lors d'une conférence de presse restreinte.

Les yaourts Trèfle seront toujours présents sur les étals. En effet, **Danone** ne compte pas changer la marque, reconnue par les consommateurs.

Par ailleurs, Trèfle conserve ses autres activités, notamment dans la production de jus et de boissons lactées.

Danone est présent en Algérie depuis 2001, notamment à travers le rachat des laiteries Djurdjura, devenue **Danone** Djurdjura Algérie.

C'est en 2001 qu'il y a eu lancement du nouveau complexe, avec transfert des équipements initiaux et avait eu l'acquisition d'une quatrième ligne de production en yaourt étuvé, de capacité 40 000 pots/heure, le tout est alimenté par un atelier moderne de processus APV, entièrement automatisé, portant la capacité totale de production à 77 500 pots/heure.

En 2002, L'entreprise **Danone** a renforcé l'unité par deux nouvelles lignes de conditionnement pour la production du yaourt brassé et des fromages frais ainsi qu'une ligne SIDEL pour les produits frais et UHT (Upérisation Haute Température) en bouteilles avec une capacité de 120.000 bouteilles/jour.

En 2003, L'entreprise **Danone** a eu l'acquisition d'une septième ligne de conditionnement de capacité 40 000 pots/heure en yaourt étuvé et crème dessert.

En 2004, l'acquisition d'une nouvelle unité de conditionnement en bouteilles PET, de produits frais, de capacité 22 000 bouteilles/heure.

En 2007, L'entreprise **Danone** acquiert un statut de SPA, sa capacité de production est de 200 000L/jour.



Figure 1.1 : L'usine « Danone ».



Figure 1.2 : logo de l'entreprise Danone.

1.2 Situation de l'usine Danone dans la wilaya de Blida :[2]

L'usine **Danone** est située au niveau de la zone industrielle de la ville de Blida, une prise d'image par satellite objective exactement l'emplacement de la société. (Voir figure 1.3).

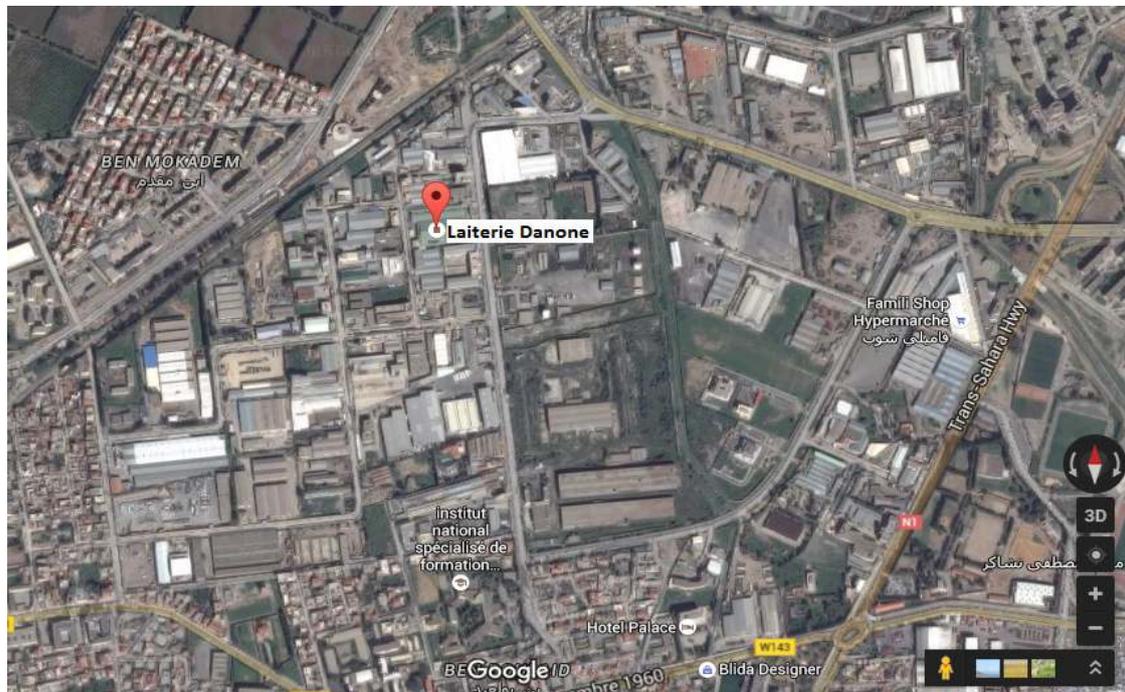


Figure 1.3 : géo localisation.

1.3 La gamme de produits :

La laiterie **Danone** propose une large gamme de produits laitiers qui va des différents yaourts et crèmes dessert, au lait UHT et lait caillé au fromage fondu. L'entreprise **Danone** commercialise aussi des boissons telles que différents jus de fruits et citronnades.

Le tableau suivant reprend les principaux produits que commercialise L'entreprise **Danone**. (Voir **tableau 1.1**)

PRODUITS DANONE	
YAOURT BANDEROLER ETUVER	110 GR
YAOURT BANDEROLER NATURE	110 GR
YAOURT LIGHT	110 GR
YAOURT Brassé aromatisé	100 GR
YAOURT. Brassé Fruité	110 GR
YAROUT. Brassé Fruité TARTISE	100 GR
YAOURT Finesse 0,4%MG	100 GR
YAOURT Brassé Mix	85 GR
YAOURT BOUTEILLE	1 LITRE
CREME DESSERT CHOCO	100 GR
CREME DESSERT CAMEL	100 GR
CREMY PISTACHE	90 GR
CREMY VANILLE	90 GR
CREMY CAMEL	90 GR
CREMY CHOCO	90 GR
LEBEN SACHET	1 LITRE
RAIB BOUTEILLE	1 LITRE
LEBEN BOUTEILLE	1 LITRE
PETIT MALIN NATURE	60 GR
PETIT MALIN AROMATISER	60 GR
LAIT BOUTEILLE	1 LITRE
CITRONADE JUS BOUTEILLE	1 LITRE
FRESH UP JUS BOUTEILLE	1 LITRE
ACTI-FORT	1/2 ET 1LITRE
BELLE DES CHAMPS FROMAGE	KG

Tableau 1.1 : Gamme de produits « Danone ».

1.4 Organisation :[1]

L'entreprise **Danone** possède une organisation classique, de type hiérarchique, avec une direction générale, reposant sur des structures opérationnelle, fondées sur le principe des fonctions, à savoir :

- Direction Générale (DG).
- Direction Administration Générale (DAG).
- Direction d'Usine (DU) (production (DP), Direction Maintenance (DM)).
- Direction Qualité (DQ).

- Direction Approvisionnement (DA).
- Direction Finances et Comptabilité (DFC).
- Direction Ventes (DV).

(Voir **figure 1.5**)

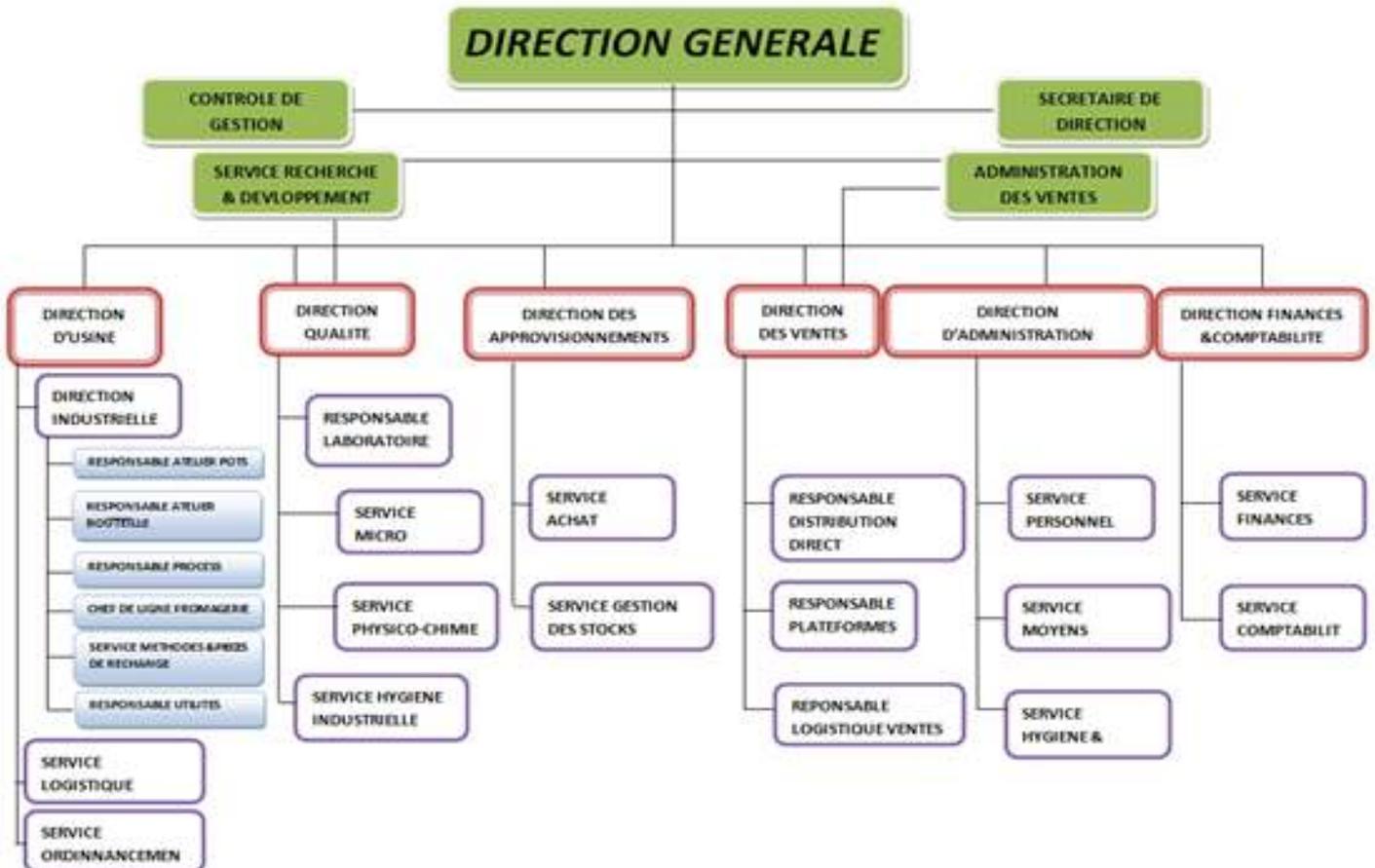


Figure 1.5 : Organigramme Groupe « Danone ».

1.5 La production journalière :

La production journalière au niveau de l'entreprise **Danone** est de 200 000L/J

(Tous produits confondus). Sachant que les jours de production sont au nombre de 6 jours par semaine et que les expéditions s'effectuent en moyenne 2 fois par semaine

(En ce qui concerne les partenaires nationaux). La quantité à expédier s'élève donc à $3 * (200\ 000) = 600\ 000$ L, à chaque tournée.

Les produits à expédier sont répartis comme suit : (voir **figure 1.6**)

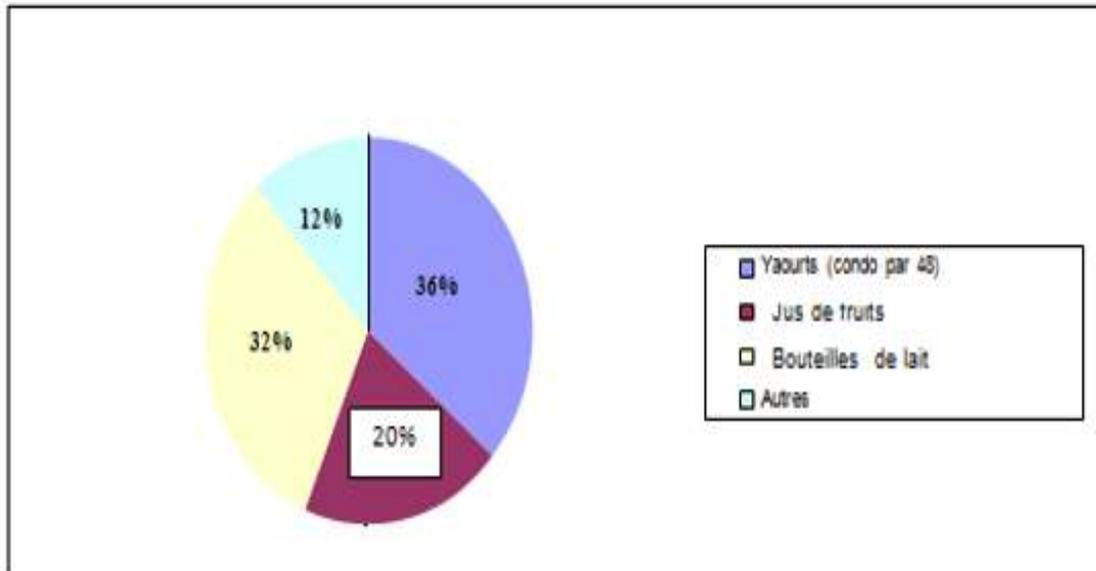


Figure 1.6 : Production journalière de Danone par type de conditionnement.

1.6 Equipement de l'entreprise Danone :

1.6.1 Machines de conditionnement :

L'entreprise **Danone** dispose de neuf lignes de conditionnement qui assure les fabrications de différent produit :

1. Deux machines "A6(24)" (Arcil) assurant la fabrication de 40000 pots/heure.
2. Deux machines "A6(12)" (Arcil) assurant la fabrication de 20000 pots/heure.
3. Deux machines (Sidel) assurant la fabrication des bouteilles.
4. Trois machines "IZIA4" (Arcil) assurant la fabrication de 12500 pots/heure.
(Voir **figure 1.7**)



Figure 1.7: Machine Arcil (IZIA4).

1.6.2 Les cuves :

L'entreprise dispose de plusieurs cuves, elles sont utilisées pour la préparation des produits (lait, yaourt...) et le stockage de la matière première et même au nettoyage (acide, soude...) (Voir figure 1.8)



Figure 1.8: Les cuves de stockage.

1.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'entreprise « **Danone** », la date de sa création, le taux de sa production, l'architecture de la pyramide administrative, puis on a cité les équipements industriels, et son importance dans le secteur industriel algérien en générale et au sein de la zone industrielle de Blida en particulier.

Dans le prochain chapitre, on va présenter le processus et le principe de fonctionnement de la station de soutirage et les matériaux nécessaire utilisé.

Chapitre3 : Généralités sur Le logiciel de programmation STEP 7 et de supervision WinCC et les étapes de programmation.

3.1 Introduction:

Ce chapitre décrit, dans une première partie, une description de l'automate, et nous présenterons les outils qu'on va utiliser pour développer notre application tels que le logiciel de programmation STEP7, le simulateur PLCSIM et le logiciel de supervision WinCC flexible, les étapes que nous avons effectuées pour programmer l'automate à recevoir les données, ainsi que la programmation. Dans la deuxième partie contient notre programmation que nous avons réalisée.

3.2 Généralité sur les automates programmable (API) :[6]

3.2.1 Historique :

Les automatismes séquentiels ont été réalisés, depuis longtemps, à base de relais électromagnétiques. L'inconvénient c'est qu'il s'agit d'un système câblé ce qui impose la refonte complète du câblage et ceci pour la moindre modification dans l'ordonnancement des séquences. En 1966, l'apparition des relais statiques a permis de réaliser des divers modules supplémentaires tel que le comptage, la temporisation, le pas à pas ... Cependant cette technologie avait le même problème : technologie câblée. En 1968 et à la demande de l'industrie automobile nord-américaine, sont apparus les premiers dispositifs de commande logique aisément modifiable : Les PLC (Programmable Logic Controller) par Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment. Le premier dispositif français était le PB6 de Merlin Gerin en 1973.

3.2.2 Définition:

L'API (Automate Programmable Industriel) ou en anglais PLC (Programmable Logic Controller) c'est un appareil électronique destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel (Il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs). Qui comporte une mémoire

Programmable par un utilisateur automatique (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Ladder...etc.) pour le stockage interne des instructions pour satisfaire un objectif.

Donc si une machine électronique qui se place entre deux grands courants : la logique câblée et le calculateur universel. Elle se distingue par plusieurs caractéristiques : conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles qui peuvent être sévères ; gérer un grand nombre de signaux d'E/S en temps réel ; dispose de langages adaptés aux fonctions d'automatismes et qui ne réclament pas de connaissances particulières en informatique (programmation simple) ; flexibles et montage rapide (structure modulaire).

Les domaines d'utilisation sont très divers : métallurgie et sidérurgie (sécurité), mécanique et automobile (montage, banc d'essais, ...), chimique, pétrolière, alimentaires....

3.2.3 L'automatisation :

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Accroître la productivité (rentabilité, compétitivité) du système
- Améliorer la flexibilité de production ;
- Améliorer la qualité du produit
- Adaptation à des contextes particuliers tel que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux.Nucléaire...), adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
- Augmenter la sécurité, etc...

(Voir **figure 3.1**)



Figure 3.1 : Automate SIEMENS s7-300.

3.2.4 Structure d'un API :[5]

3.2.4.1 Structure externe d'un automate programmable industriel (API) :

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel (API) sont :

- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation.
- Taille mémoire.
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).
- Nombre d'entrées / sorties.
- Modules complémentaires (analogique, communication, ...).
- Langage de programmation.

(Voir **figure 3.2**)

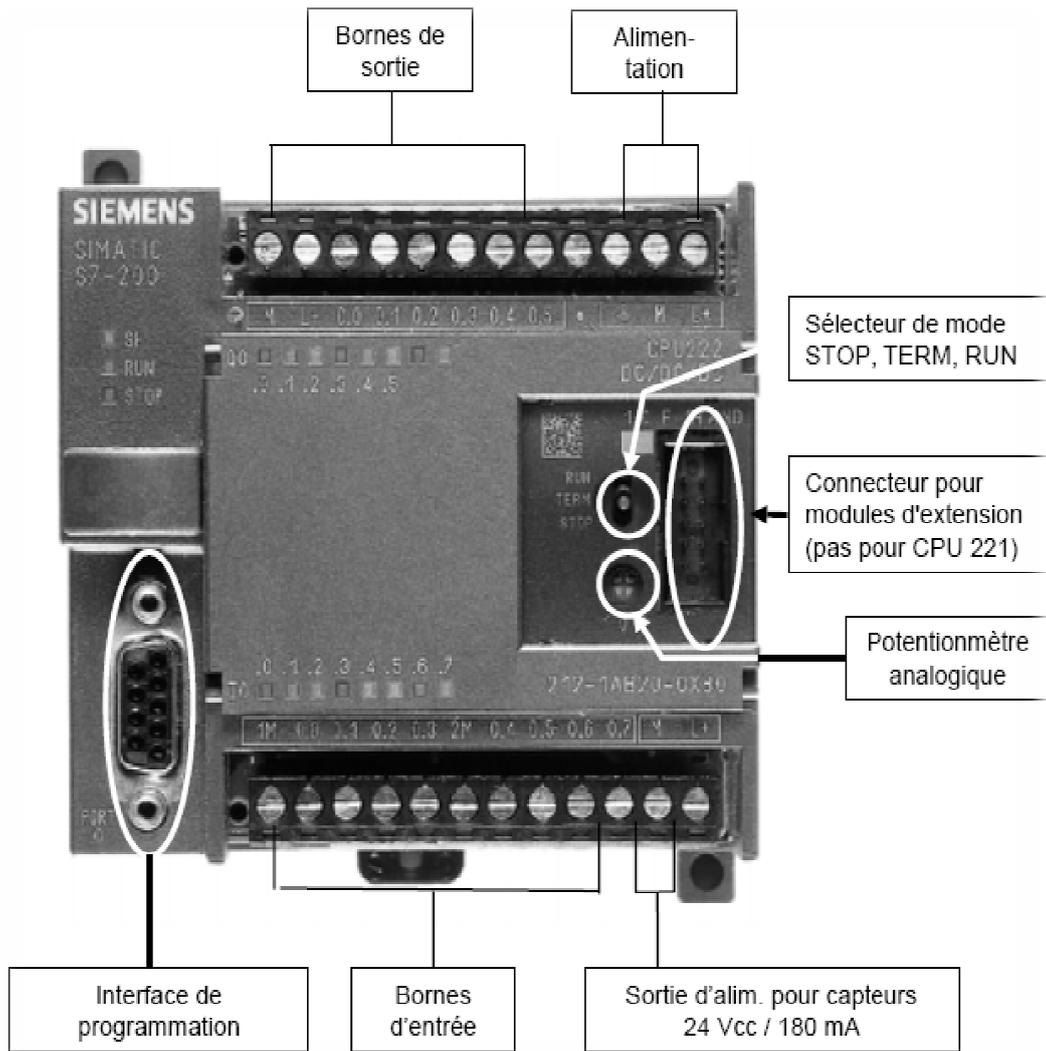


Figure 3.2 : Aspect extérieur d'un automate S7-200 CPU222.

3.2.4.2 Structure interne d'un automate programmable industriel (API):

Un API se compose donc de trois grandes parties :

- **Le processeur :**

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.

- **La zone mémoire :**

-La mémoire c'est la zone où est stocké le programme. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement.

- La mémoire de données utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement c'est la RAM (mémoire vive). Elle fait partie du système entrées-sorties. Elle fige les valeurs (0 ou 1) présentes sur les lignes d'entrées, à chaque prise en compte cyclique de celle-ci, elle mémorise les valeurs calculées à placer sur les sorties.

- **Les interfaces Entrées/Sorties :**

- . **Les entrées /sortie TOR :**

Les API offrent une grande variété d'E/S TOR adaptées au milieu industriel et qui peuvent accepter suivant les cartes, des informations en courant ou en tension, alternatifs ou continus.

- **Les entrées TOR :**

Elles permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, thermostats, fins de course, capteur de proximité, photo-électriques, roues codeuses, ... Outre l'acquisition de l'information, les modules d'E binaires réalisent un prétraitement du signal : mise en forme, élimination des parasites (filtrage), découplage des niveaux de puissance.

- **Les sorties TOR :**

Elles permettent de raccorder à l'automate les différents pré- actionneurs tels que : vannes, contacteurs, voyants, électrovannes, relais de puissance, afficheurs, ...Le même souci d'isolement électrique se retrouve au niveau des sorties. De plus, il convient de rendre disponible sur celles-ci une certaine puissance utilisable à la commande du procédé. Tensions de sortie : 5, 24, 48, 125 VCC ou 24, 48, 120, 220 VCA, les courants variant de quelques mA à quelques A. La sortie s'effectue sur relais ou sur triacs conducteurs au zéro de tension en alternatif, ou sur transistor de puissance en continu.

- . **Les E/S analogiques :**

Les E/S analogiques transforment une grandeur analogique en une valeur numérique et vice versa. La précision dépend du nombre de bits utilisés. Technologiquement, les EA/SA sont caractérisées par l'amplitude du signal analogique (typiquement 0/10V ou -10/+10V) et par le courant correspondant.

- **Les EntréesAnalogique :**

En générale on opère sur 12 bits (ou 11 bits + 1 bit de signe si nécessaire) = 4096 niveaux quantifiés, ainsi pour un signal admissible de 12V, le niveau correspond à 2,44mV. Si l'on souhaite bénéficier d'une précision de 0,1 %, il ne sera pas possible de mesurer des signaux d'amplitude inférieure à 2,44V. C'est pourquoi, les EA performants comprennent un amplificateur à gain programmable destiné à permettre une mesure à pleine échelle, avec une excellente précision. Le convertisseur analogique numérique opère par approximations successives. Il réclame autour de 2µs pour effectuer une résolution de 12 bits. Ce délai introduit un retard pur dans l'acquisition et nécessite le maintien à un niveau constant du signal à convertir pendant la conversion. D'où l'utilisation d'un bloc échantillonneur bloqueur. Ce dernier scrutant le signal de la voie sélectionnée pendant un court instant à

une cadence déterminée (période d'échantillonnage) et conservant cette valeur analogique instantanée jusqu'à la fin de la conversion. L'échantillonneur est le dispositif qui prélève à une fréquence f_e , fréquence d'échantillonnage, les valeurs prises par le signal analogique. Le théorème de Shannon indique que f_e doit être au moins égale au double de la fréquence du signal échantillonné pour que la mesure soit significative. La fréquence d'échantillonnage, directement liée à la vitesse du convertisseur, doit être plus élevée que la fréquence maximale du signal à convertir, de manière à fournir une représentation numérique fidèle de la forme analogique du signal.

• **Les Sortie Analogique** : Ces modules assurent la conversion numérique analogique. L'intensité ou la tension de sortie est proportionnelle à la valeur numérique. Les sorties analogiques peuvent posséder un convertisseur par voie. Le nombre des voies sur ces cartes est 2 ou 4. (Voir **figure 3.3**)

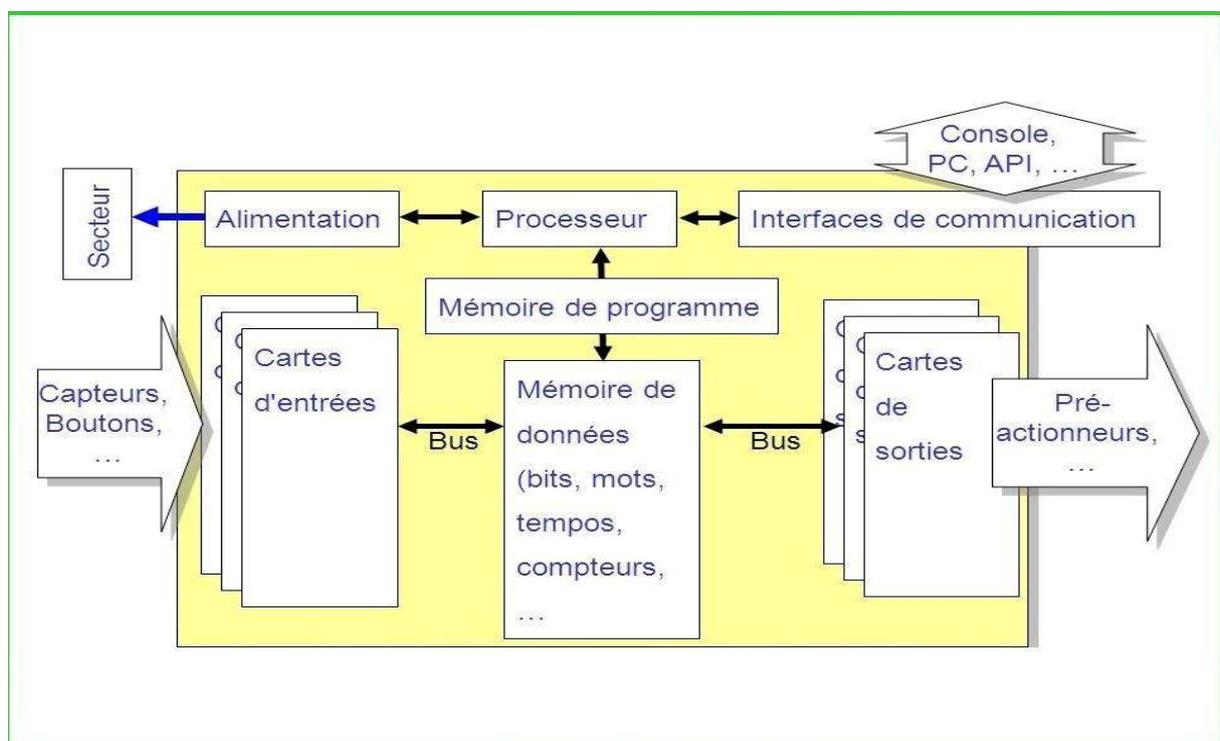


Figure 3.3 : structure interne d'un API.

3.3 Fonctionnement et traitement du programme automate :[4]

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- Traitement interne : L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...).
- Lecture des entrées : L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.

- Exécution du programme : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
 - Ecriture des sorties : L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.
- Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique). (Voir **figure 3.4**)

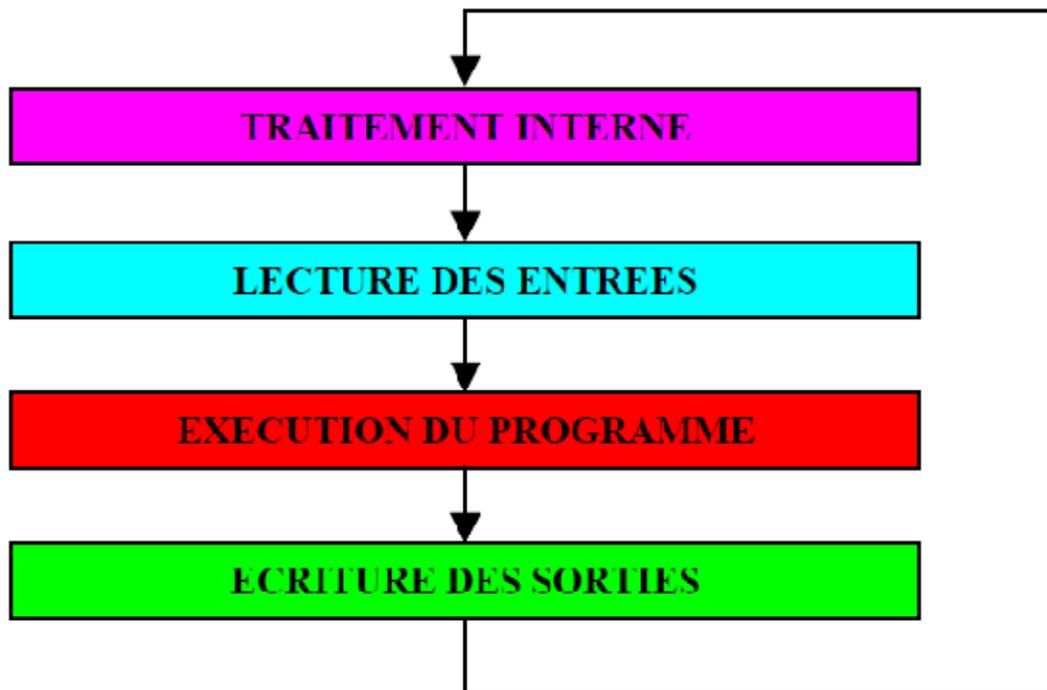


Figure 3.4 : traitement d'un API.

3.4 Logiciel de programmation des API SIEMENS "Step7" :[6]

a STEP 7 :

Step 7 permet l'accès de base aux automates SIEMENS. Il permet de configurer et 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, il existe plusieurs versions de Step 7 :

-STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.

-STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7.

b Créer un projet :

Un projet permet de regrouper l'ensemble des données et programmes nécessaires à réaliser une solution d'automatisation. Ces données englobent en particulier :

- Les données de configuration matérielle et les données de paramétrage pour les modules.
- Les données de configuration pour la communication par réseau.
- Les programmes pour modules programmables.

-La tâche principale dans la réalisation d'un projet, consiste à préparer ces données et développer le programme qui assure la tâche d'automatisation de la surveillance du procédé

Il existe deux méthodes pour créer un projet soit par l'assistant qui se lance automatiquement après chaque ouverture de logiciel Step 7 ou de le créer manuellement (fichier ->nouveau). (Voir **figure 3.5**)



Figure 3.5 : raccourci de Step 7.

▪ Fenêtre projet :

La fenêtre du projet est la fenêtre principale. Elle est partagée en deux volets :

Le volet gauche représente l'arborescence du projet et le volet droit affiche le contenu de l'objet. (Voir **figure 3.6**)

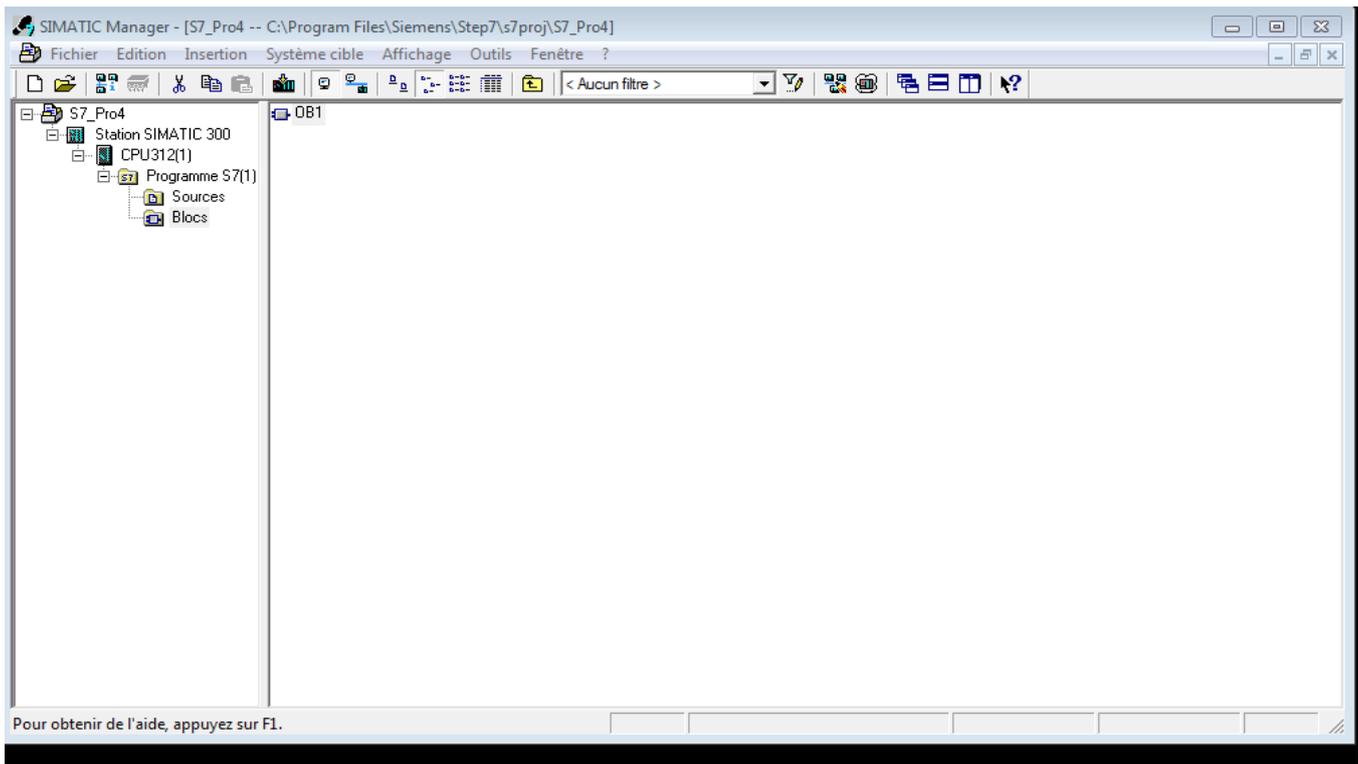


Figure 3.6 :Logiciel STEP7.

Les principales actions qu'on peut effectuer à partir de cette fenêtre sont :



Partenaire accessible : Affiche tous les modules accessibles dans le réseau avec leurs adresses.



Charger : Permet de charger le programme dans la mémoire.



En ligne : Permet de voir en ligne le déroulement du programme de l'automate. Passe dans le mode d'affichage hors ligne.



Démarre l'application servant à configurer des réseaux PROFIBUS et ETHERNET.



Permet d'activer/désactiver le simulateur.

c Configuration matérielle (Partie Hardware) :

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses prérègles d'un module.
- Configurer les liaisons de communication. (Voir **figure 3.7**)

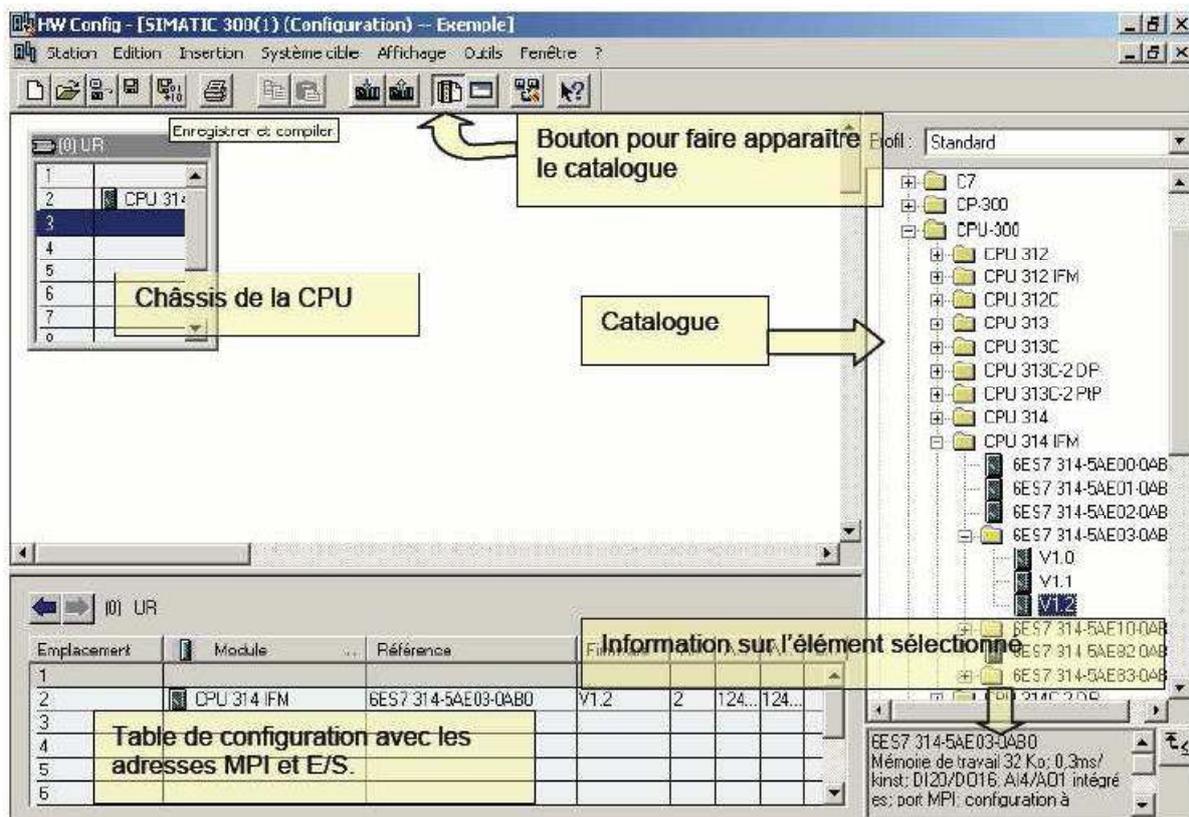


Figure 3.7: Configuration du matériel.

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis " RACK-300 " qui comprend un rail profile. Il prévoit plusieurs lignes : la première ligne (dans l'ordre de leur implantation physique) est réservée pour l'alimentation, la deuxième ligne est réservée pour l'automate, La ligne 3 est réservée aux coupleurs (en particulier pour connecter un second rail), puis les modules entrées et sorties TOR et Analogique.

d Bloc utilisateur :

STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

Les blocs d'organisation (OB) : constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Un bloc d'organisation OB1 vide est créé automatiquement dans le dossier blocs lors de création d'un projet.

Le système d'exploitation exécute OB1 de manière cyclique. Quand son traitement est achevé, le système écrit dans la mémoire image des sorties, met à jour la mémoire image des entrées et redémarre l'exécution de l'OB1 à nouveau.

Le bloc fonctionnel FB : est subordonné au bloc d'organisation. Il renferme une partie du programme qui peut être appelée autant de fois que l'on veut dans l'OB1.

Les FB sont très utiles car ils permettent l'abstraction des logiques complexes et récurrentes au sein d'un programme, augmentant l'efficacité et la rapidité de mise en œuvre de fonctionnalités présentes sur plusieurs emplacements dans le programme.

Ils offrent le gain de mémoire obtenu en multipliant des instances de variables au lieu de retrouver la même portion de code plusieurs fois. Ils permettent également de protéger des parties de codes de programme en les rendant inaccessibles à un utilisateur non autorisé à modifier le bloc.

Tous les paramètres formels et toutes les données statiques du bloc fonctionnel sont stockés dans un bloc de données DB séparé qui est associé au bloc fonctionnel. Ce type de bloc est appelé DB d'instance.

Contrairement au DB d'instance, le DB globale est utilisé par tous les autres FB et OB.

Les données stockées dans le DB sont de type booléen, nombre entier, réel. Il y a aussi les dates, heures et chaînes de caractères.

Fonction FC : ne possède pas une zone de mémoire propre (elle n'a pas besoin de Bloc de données contrairement au bloc fonctionnel), mais elle peut transmettre des paramètres. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction.

La structure d'un programme en STEP7 est définie comme suit : (Voir **figure 3.8**)

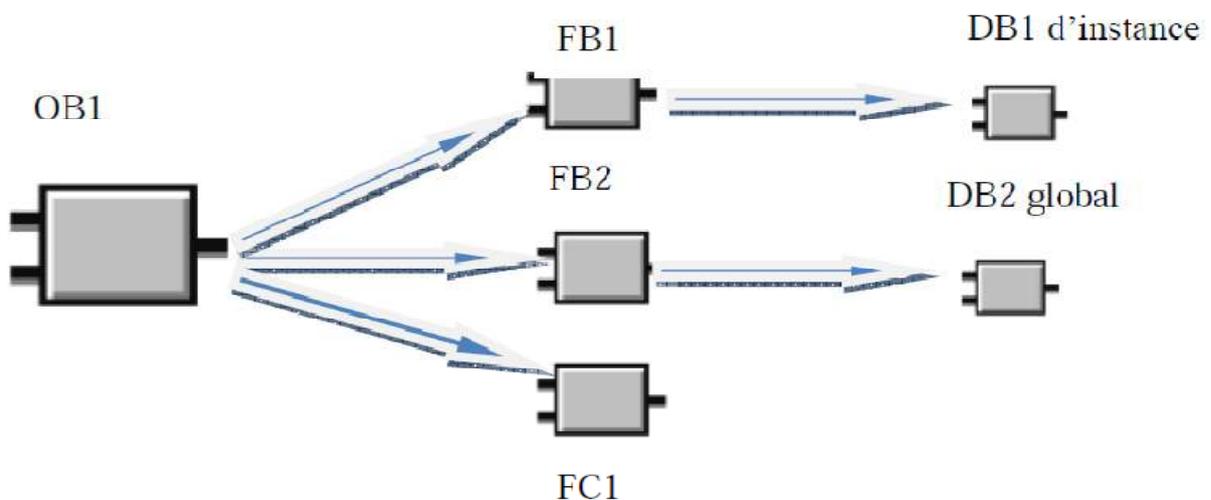


Figure 3.8 : Structure du programme STEP7.

- Cette structure offre plusieurs avantages :

- Ecrire clairement des programmes importants.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme et faciliter sa modification.
- Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section.

Les blocs de code (OB, FB, FC) comportent une section de déclaration des variables, une section d'instructions et possèdent aussi des priorités.

Les variables représentent les ressources de base pour l'exécution de programme. Les variables d'entrées ou de sorties sont reliées à des entrées et des sorties physiques dans le programme, on leur donne une adresse explicite liée au matériel. Ces variables représentent l'état réel du système au sein du programme.

Certaines variables locales déclarées et utilisées dans un bloc ne seront utilisées que localement c'est à dire qu'elles ne peuvent pas être utilisées par un autre bloc. (Voir **figure 3.9**)

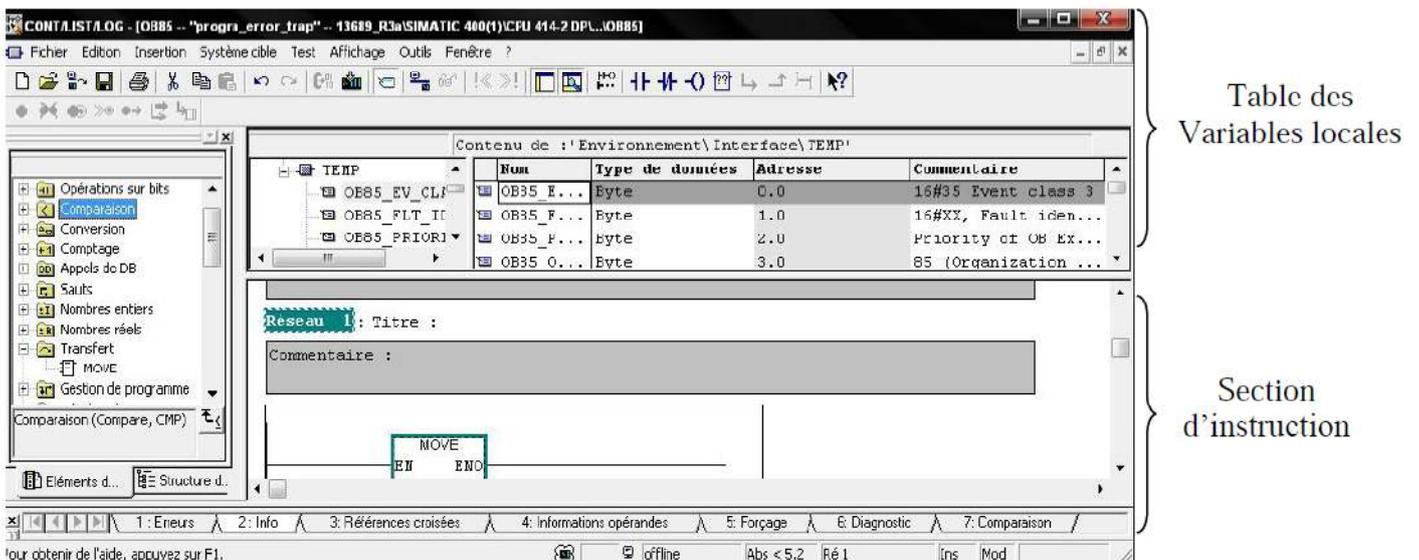


Figure3.9 : Fenêtre de programmation.

Le volet gauche affiche les différents opérandes qu'on peut insérer dans le réseau tels que les opérandes de comparaison, de conversion et les blocs déjà programmés (FB, FC).

Pour créer un bloc dans un projet, on passe par les étapes suivantes.

- Création d'un bloc OB, FB, FC dans le gestionnaire de projet SIMATIC.
- Edition de la table des déclarations des variables
- Edition de la partie d'instruction : le choix du langage (LIST, CONT, LOG).
- Définir la priorité du bloc (quand et où il sera appelé).

D.1 Bloc système pour fonction standard et fonction système :

Ces blocs peuvent être appelés par l'utilisateur et utilisés dans le programme.
On dispose dans STEP 7 des blocs système suivants

-SFB (bloc fonctionnel système) :

Un bloc fonctionnel système (SFB) est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Comme les SFB font partie du système d'exploitation, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme. Comme les FB, les SFB sont des blocs avec mémoire. Vous devez donc également créer pour les SFB des blocs de données d'instance que vous chargez dans la CPU en tant que partie du programme.

Les CPU S7 proposent des SFB :

- pour la communication via des liaisons configurées,

Pour des fonctions spéciales intégrées (par exemple, SFB29 HS_COUNT dans la CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM).

-SFC (fonction système) :

Une fonction système (SFC) est une fonction préprogrammée et intégrée dans la CPU S7. Vous pouvez appeler les SFC à partir de votre 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.

Les CPU S7 proposent des fonctions système pour :

- des fonctions de copie et de blocs,
- le contrôle du programme,
- la gestion de l'horloge et du compteur d'heures de fonctionnement, le transfert d'enregistrements logiques,
- le transfert, en mode de fonctionnement multiprocesseur, d'événements d'une CPU à toutes les CPU enfichées,
- la gestion des alarmes horaires et temporisées,
- la gestion des événements d'erreur synchrone, des événements d'alarme et des événements d'erreur asynchrone,
- l'information sur les données système statiques et dynamiques, p. ex. le diagnostic,
- la mise à jour de la mémoire image du processus et le traitement de champ binaire,
- l'adressage de modules,
- la périphérie décentralisée,
- la communication par données globales,
- la communication via des liaisons non configurées,
- la création de messages relatifs aux blocs.

D.2 EDITEUR MNEMONIQUES :

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 (ex E0.0=MOTEUR) améliore

considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels. Les mnémoniques ainsi définie sont utilisable dans tout le programme utilisateur d'un module programmable. (Voir **figure 3.10**)

	Etat	Mnémonique	Opéran	Type de d	Commen
15		led15	A 1.6	BOOL	
16		led16	A 1.7	BOOL	
17		octet s1	AB 0	BYTE	
18		octet s2	AB 1	BYTE	
19		octet s3	AB 2	BYTE	
20		octet s4	AB 3	BYTE	
21		double s1	AD 0	DWORD	
22		afficheur	AD 2	DWORD	
23		mot s1	AW 0	WORD	
24		mot s2	AW 2	WORD	
25		bouton1	E 0.0	BOOL	
26		bouton2	E 0.1	BOOL	
27		bouton3	E 0.2	BOOL	

Figure 3.10 : table de Mnémoniques.

D.3 Différents types de variables contenue dans Step 7 :

Dans l'environnement STEP7 on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable, le tableau résume les types de variables utilisées : (Voir **figure 3.11**)

Mot-clé	Largeur (en bits)	Exemple d'une constante de ce type
BOOL	1	1 ou 0
BYTE	8	B#16#A9
WORD	16	W#16#12AF
DWORD	32	DW#16#ADAC1EF5
CHAR	8	CHAR

S5TIME	16	S5T#5s_200ms

INT	16	123
DINT	32	65539 ou L#-1
REAL	32	REAL

TIME	32	T#2D_1H_3M_45S_12MS
DATE	16	D#200-07-21
TIME-OF-DAY	32	TOD#12:23:45.12

Figure 3.11 : Types de variables utilisés dans Step7.

D.4 Langage de programmation :[5]

Le langage LOG :

C'est un langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques). Il n'y a rien de spécial à dire, c'est très intuitif. On peut utiliser plusieurs entrées pour une même porte, placer des inverseurs sur les entrées.... Ici, on découpe son programme en plusieurs réseaux (en général quand un ensemble de blocs n'est pas relié au reste, ou un réseau par sortie...)

Le langage LIST :

C'est un langage textuel, qui est le plus proche du comportement interne de l'automate (correspond à peu près à l'assembleur dans un ordinateur). Le système sait toujours traduire du CONT ou du LOG en LIST, mais pas l'inverse.

Le programme se compose d'une suite de lignes, chacune spécifiant un code opération suivi d'un opérande (et un seul). L'opérande peut être une adresse absolue (E0.0) ou un

mnémorique entre guillemets (si les mnémoniques ont été définis, bien sûr). Comme on ne peut pas utiliser
Deux opérandes dans une même ligne.

Le langage CONT :

Le schéma à contact CONT est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. Les éléments d'un schéma de circuit tels que contacts à fermeture, contacts à ouverture sont rassemblés dans un réseau. Un ou plusieurs réseaux forment la section des instructions complètes d'un bloc de code.

Ce langage permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. (Voir **figure 3.12**)

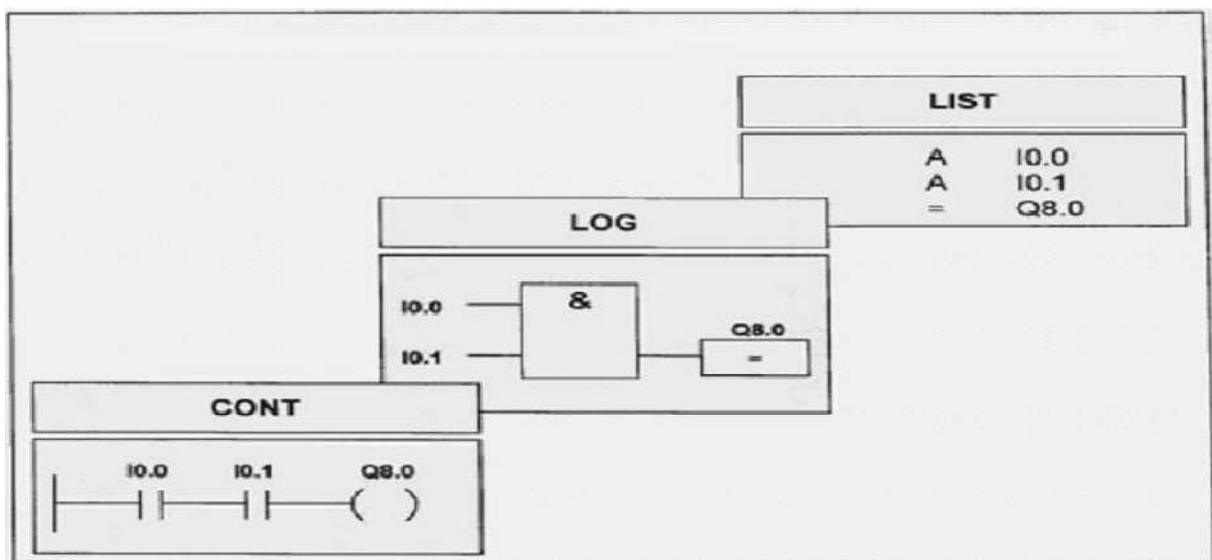


Figure 3.12 : langage de programmation step7.

D.5 Simulateur S7-PLCSIM :

Le simulateur S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme utilisateur dans un API qu'on veut simuler. Il fournit une interface simple avec le programme utilisateur pour visualiser et forcer différents objets comme des entrées et des sorties.

Ces objets sont :

-Entrées  : Permet d'accéder aux données enregistrées dans la zone mémoire des entrées. L'adresse par défaut est l'octet 0 (EB0).

-Sorties  : Permet d'accéder aux données enregistrées dans la zone mémoire des sorties. L'adresse par défaut est l'octet 0 (AB0).

-Mémento  : Permet d'accéder aux données enregistrées dans la zone des mémentos (M). L'adresse par défaut est l'octet 0 (MB0).

-Temporisation  : Permet d'accéder aux temporisations utilisées par le programme. La temporisation par défaut est T0.

-Compteur  : Accède aux compteurs utilisés par le programme. Le compteur par défaut est Z0.

La fenêtre principale du simulateur S7-PLCSIM est présentée comme suit :(Voir **figure 3.13**)

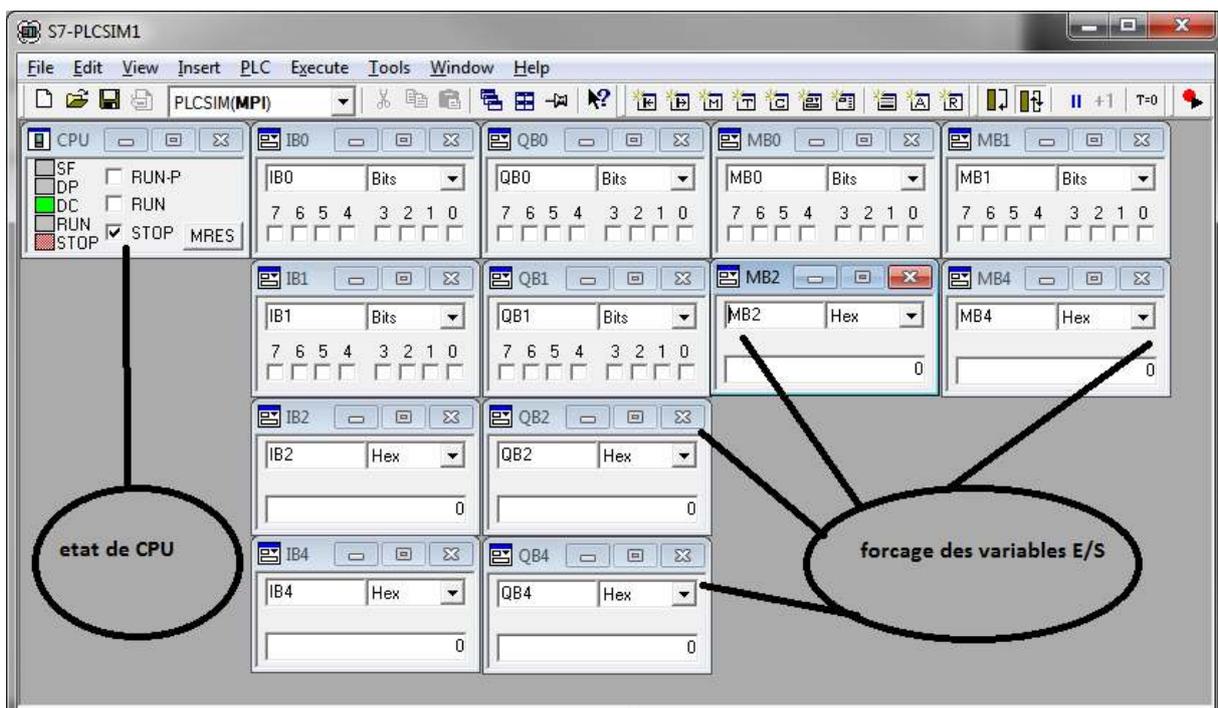


Figure 3.13: Interface de simulation PLCSIM.

Le simulateur permet aussi de visualiser simultanément le déroulement du programme de l'API en montrant les parties du code concernées par les variables d'objets modifiées

Deux modes d'exécution du programme sont définis :

Cycle unique : exécute un cycle de programme, puis attend le démarrage de l'exécution du cycle suivant.

Cycle continu : exécute le programme de la même manière que dans un API réel. Il démarre un nouveau cycle aussitôt que le cycle précédent est terminé.

La simulation peut être mise à l'état d'attente en exécutant la commande pause et permet de reprendre l'exécution du programme avec l'instruction à laquelle elle avait été interrompue.

La fenêtre CPU dispose d'un ensemble d'indicateurs qui correspondent aux voyants de signalisation

Sur une CPU réel :

- SF (erreur système) : Avertit que la CPU a détecté une erreur système.
- DP (Périphérique Décentralisé E/S éloigné) : Indique l'état de communication avec Les entrées /sorties décentralisées éloignées.
- DC (alimentation) : Indique si la CPU se trouve sous ou hors tension.
- RUN : Indique que la CPU se trouve en état de marche.
- STOP : Indique que la CPU se trouve en état arrêt.

3.5 Logiciel de programmation WinCC flexible :[7]

3.5.1 Définition :

WINCC flexible est un système polyvalent qui permet de réaliser des projets de visualisation et de contrôle les commandes dans le domaine de l'automatisation de la production et des processus. Il offre des modules fonctionnels adaptés au monde industriel pour la représentation graphique, la signalisation des alarmes, l'archivage et la journalisation. Avec couplage au processus performant, le WINCC flexible offre un rafraîchissement rapide des vues et un archivage de données fiable, il assure une haute disponibilité du système.

WinCC flexible peut aussi être défini comme l'interaction entre un système et un automate, l'interaction est présentée par un écran avec dynamique icônes, des chiffres et du texte.

Un opérateur peut surveiller la production et le contrôle à un certain niveau à l'aide d'un écran IHM ou PC, il permet de réduire les risques d'erreur humaine.

3.5.2 WinCC flexible Runtime :[8]

Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus.

Les tâches suivantes sont alors exécutées :

- Communication avec les automates.
- Affichage des vues à l'écran.
- Commande du processus, par exemple spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Archivage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme. (Voir **figure 3.14**)

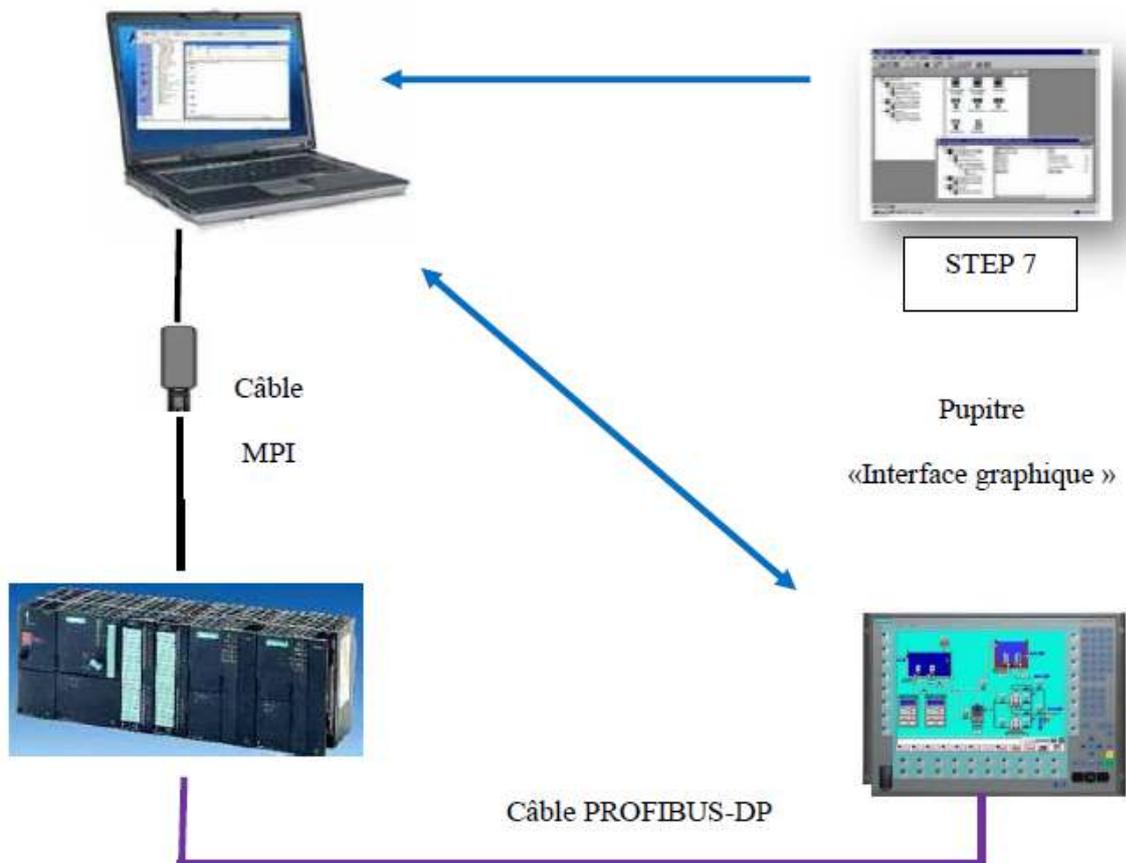


Figure 3.14 : Schéma de principe de l'application.

3.5.3 Création de projet :

Le projet est à la base de la configuration de l'interface graphique. Nous créons et configurons dans le projet tous les objets indispensables à la commande et au contrôle de nos stations, par exemple :

- des vues, pour représenter et commander les stations.
- des variables qui transmettent les données entre les stations et l'opérateur.
- des alarmes qui affichent au pupitre les états de fonctionnement des stations. (Voir **figure 3.15**)

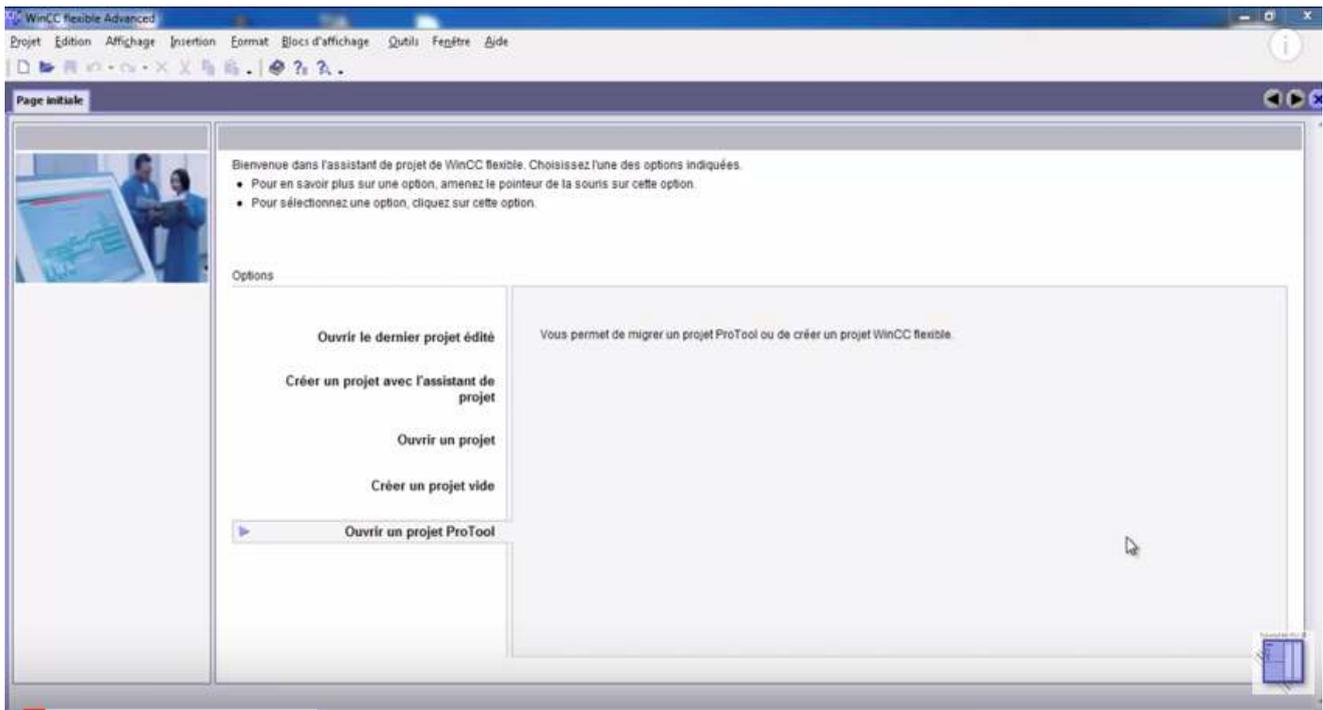


Figure 3.15 : interface de création projet dans WinCC.

On suit les étapes demandées par le logiciel on remarque qu'il faut sélectionner les bibliothèques disponibles comme la figure nous le montre l'illustration ci-dessus. (Voir **figure3.16**)

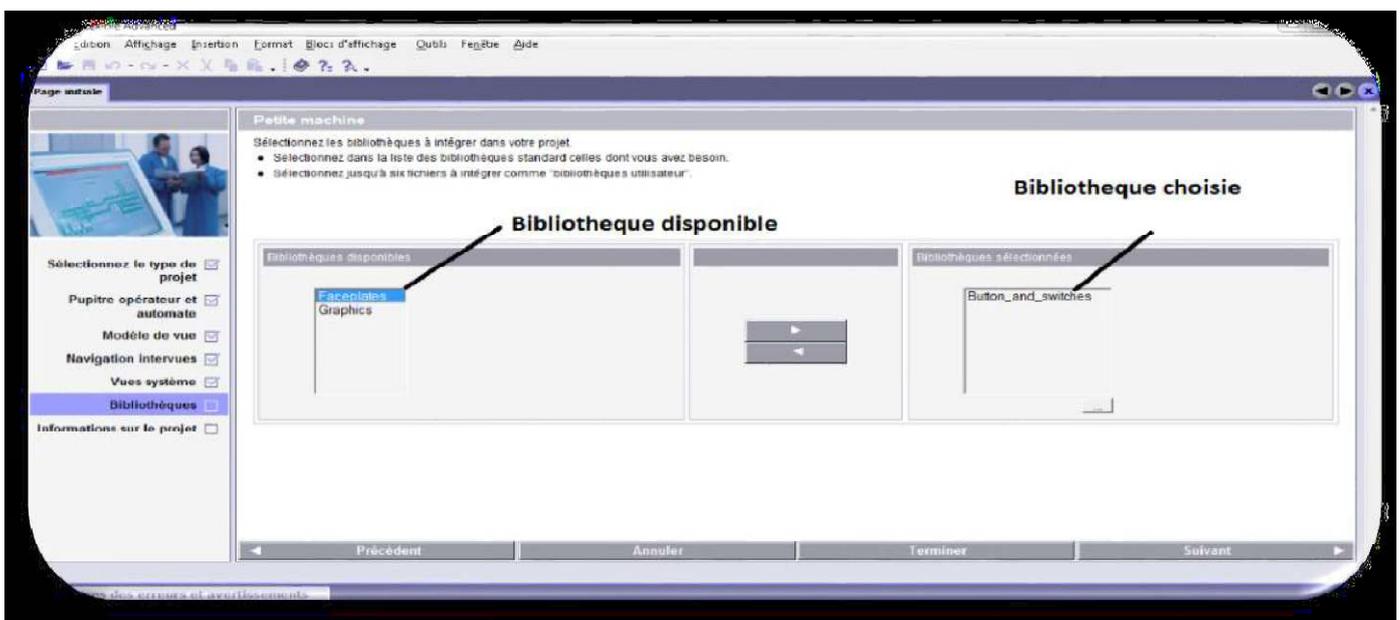


Figure 3.16: bibliothèques de WinCC pour réaliser un projet.

3.5.4 Création des vues :

Dans WinCC flexible, chaque projet crée contient principalement des vues que l'on crée pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, vous disposez d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du processus.

Une vue peut être composée des éléments statiques et des éléments dynamiques.

- Les éléments statiques se sont les objets qui ne changent pas au Runtime.
- Les éléments dynamique varient en fonction de la procédure, ils permettent de visualiser les paramètres du processus à partir de la mémoire de l'automate ou à partir de la mémoire du pupitre de l'opérateur sous formes des courbes ou des champs d'entrées / sorties par exemple.

Les différents outils et barres de l'éditeur des vues sont représentés dans la figure qui suit :

- **Barre des menus** : La barre des menus contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de WinCC flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.
- **Barres d'outils** : La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur a besoin.
- **Zone de travail** : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.
- **Boîte à outils** : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues, par exemple moteur, vanne, capteur, bouton, cuve.....
- **Fenêtre des propriétés** : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut éditer les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés. (Voir **figure 3.17**)

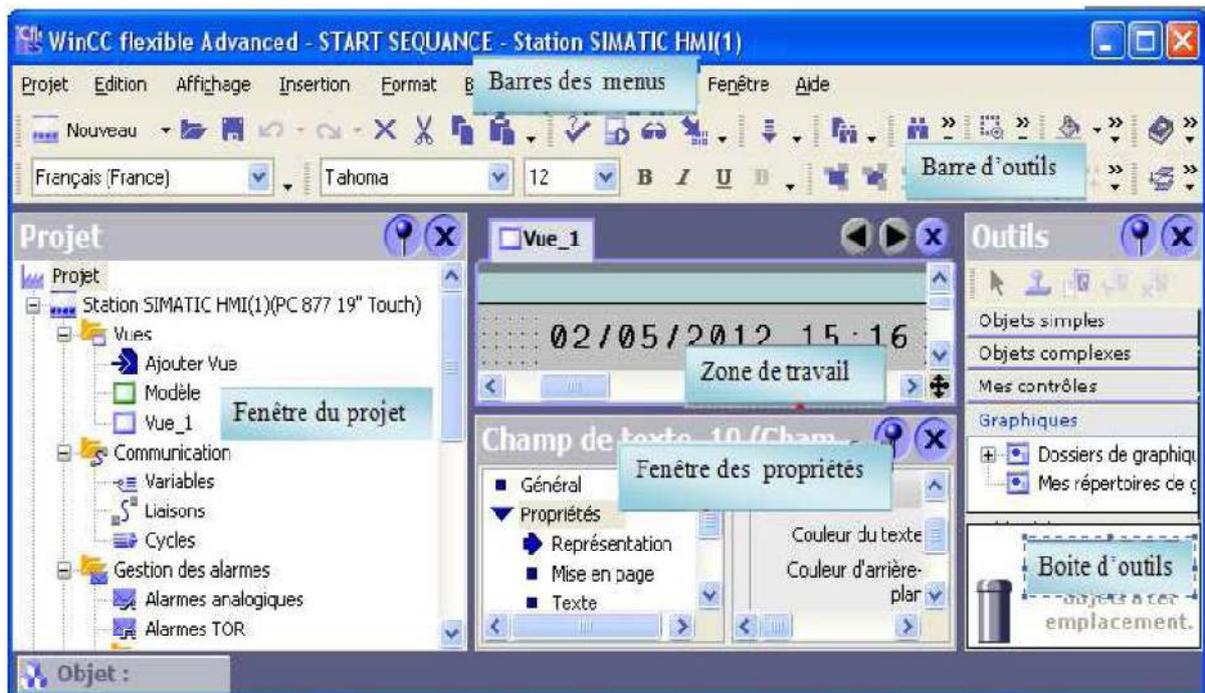


Figure3.17 : création des vues dans WinCC.

3.5.5 Création de la variable :

Il est indispensable de créer une table de variable sur WinCC qui contient les différents entrées / sorties nécessaire pour la visualisation et le contrôle des paramètres de système. Il Ya deux type de variable (variable interne, variable externe)

- variable interne :

Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate.
Les variables internes sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

- variable externe :

Les variables externes permettent de d'échanger des données entre un pupitre operateur et un automate.

Les variables externes étant une image d'une cellule mémoire de l'automate. (Voir **figure 3.18**)

Nom	Adresse	Type de données	Adresse	Minuterie de l'at.	Cycle d'acq.	Commentaire
TA_050A	Ustion_1	Bool	Q 9.3	1	100 ms	
MS_050B	Ustion_1	Bool	I 8.6	1	100 ms	
Preu_Z3	Ustion_1	Int	MW 0	1	100 ms	
TE_2A	Ustion_1	Real	MD 100	1	100 ms	
Pre_AP_TESP	Ustion_1	Int	MW 3	1	100 ms	
Alarme_extern22	Ustion_1	Int	MW 4	1	100 ms	
TE_1A	Ustion_1	Real	MD 90	1	100 ms	
PSM_10P	Ustion_1	Int	MW 7	1	100 ms	
Sys_CO0_Z3	Ustion_1	Int	MW 6	1	100 ms	
P1_260	Ustion_1	Int	MW 190	1	100 ms	
MS_051C	Ustion_1	Bool	I 8.2	1	100 ms	
Tap_TG	Ustion_1	Int	MW 7	1	100 ms	
Pre_AP_TERT	Ustion_1	Int	MW 1	1	100 ms	
TE_2P4	Ustion_1	Real	MD 30	1	100 ms	
P1_251	Ustion_1	Bool	Q 8.2	1	100 ms	
MS_052A	Ustion_1	Bool	I 8.4	1	100 ms	
TA_060A	Ustion_1	Bool	Q 8.6	1	100 ms	
Pre_AP_TESP	Ustion_1	Int	MW 3	1	100 ms	
MS_22_activ	Ustion_1	Int	MW 4	1	100 ms	
MS_270	Ustion_1	Bool	I 8.1	1	100 ms	
TE_2P4	Ustion_1	Real	MD 10	1	100 ms	
MS_0530	Ustion_1	Bool	I 9.0	1	100 ms	
AC_71_activ	Ustion_1	Int	MW 2	1	100 ms	
TE_17	Ustion_1	Real	MD 130	1	100 ms	
Pre_AP_TESP	Ustion_1	Int	MW 0	1	100 ms	

Figure 3.18 : table des variables.

3.5.6 Intégration du projet STEP7 :

Avant de commencer la réalisation de l'interface de supervision, il est indispensable, de créer une liaison directe entre WINCC et notre automate (le projet du Step7). Ceci dans le but que WINCC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. (Voir **figure 3.19** et **figure 3.20**)

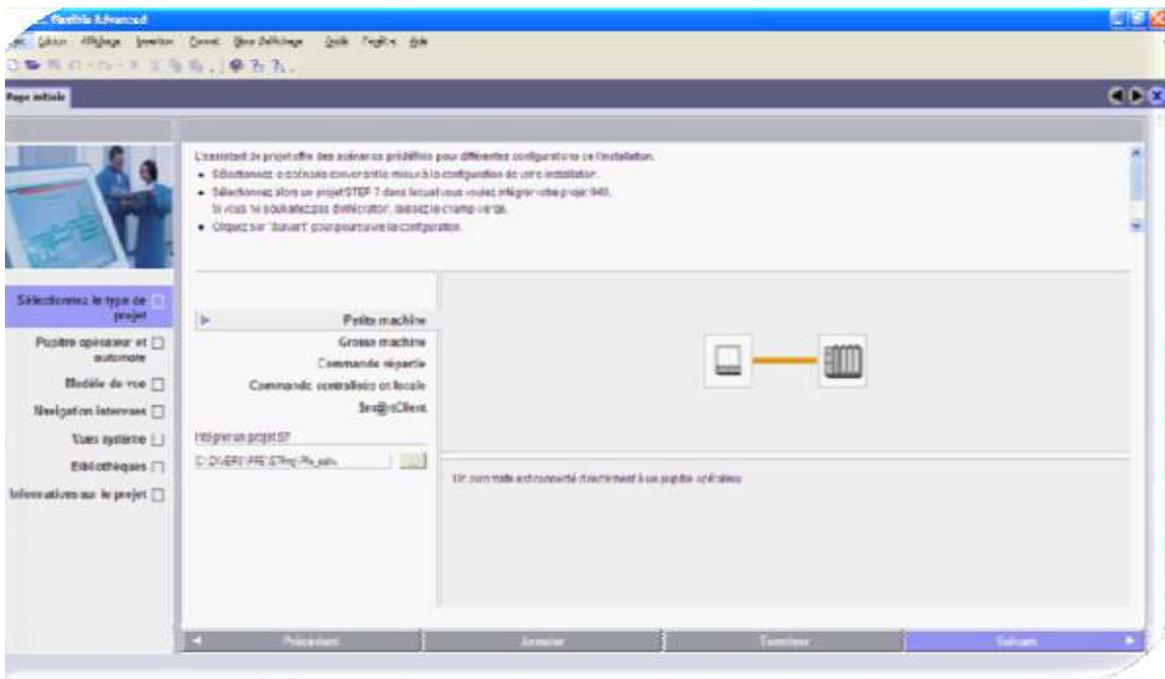


Figure 3.19 : Intégration du projet Step7 dans WinCC.



Figure 3.20 : Liaison avec l'automate S7300.

3.5.7 Créer des alarmes :

Il existe de type d'alarme (Les alarmes définies par l'utilisateur, Les alarmes système) :

- **Les alarmes définies par l'utilisateur :** Vous configurez les alarmes à afficher des états de processus ou de mesurer et de communiquer des données de processus qui vous recevez de l'automate sur le pupitre opérateur.

Il y a deux aussi pour les alarmes définies par l'utilisateur

- **alarme TOR :**

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 ou 0 dans l'automate.

- **alarme analogique :**

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'une variable déterminée dépasse une valeur limite ou une valeur supérieure.

- **Les alarmes système :**

Les alarmes système sont prédéfinies dans ces dispositifs pour afficher certains états du système dans le Pupitre opérateur ou l'automate. Les deux alarmes définies par l'utilisateur et les alarmes système sont déclenchées par le Pupitre opérateur ou l'automate et peut être affiché sur le pupitre opérateur. (Voir **figure 3.21**)

Alarmes

20/05/2012

N°	Heure	Date	Etat	GR	Automate	
27	15:49:28.390	20/05/2012	A	0	Liaison_1	
Température haute palier 5 "TE_3PS"						
T° Zone 3	15	15:49:28.390	20/05/2012	A	0	Liaison_1
Température haute palier 5 zone 3 "T3"						
Sys. TPT	13	15:49:28.390	20/05/2012	A	0	Liaison_1
Niveau de déversement 10						
pression CO2	9	15:49:28.390	20/05/2012	A	0	Liaison_1
pression CO2 zone 2 alarme						
T° Zone 1	8	15:49:28.375	20/05/2012	A	0	Liaison_1
pression CO2 zone 1 alarme						
T° Zone 2	7	15:49:28.375	20/05/2012	A	0	Liaison_1
Température zone 2 alarme						
brçage_Var.	6	15:49:28.375	20/05/2012	A	0	Liaison_1
Température haute palier 4 zone 2 "T4"						
	26	15:49:28.375	20/05/2012	A	0	Liaison_1
Température haute palier 4 TE_4PS						

Figure 3.21 : vue des alarmes.

3.6 Partie pratique :

3.6.1-Description de notre programme :

Afin de satisfaire le cahier de charge et répondre aux exigences de notre process, on a créé un programme utilisateur mieux adapté pour la solution. Pour cela on a réparti notre travail comme suit :

En premier lieu nous avons procédé à la configuration matérielle requise afin de définir tous les modules existants dans le projet et d'attribuer une adresse à chaque entrée ou sortie physique.

La phase qui suit sert à créer le programme d'exécution en faisant appel à toutes les fonctions, blocs et interfaces nécessaires au déroulement de l'application, cette dernière est répartie de manière à être compréhensible par l'utilisateur et cela par l'attribution de chaque étape de process à chaque bloc de fonction.

3.6.1.1 Configuration matérielle requise :

Suivant le type des éléments de process, la vitesse ou fréquence d'exécution ainsi que la complexité de système on peut définir le type des modules qui convient, la figure suivante nous montre tous les modules qu'on a configuré dans l'application. (Voir **figure 3.22**)

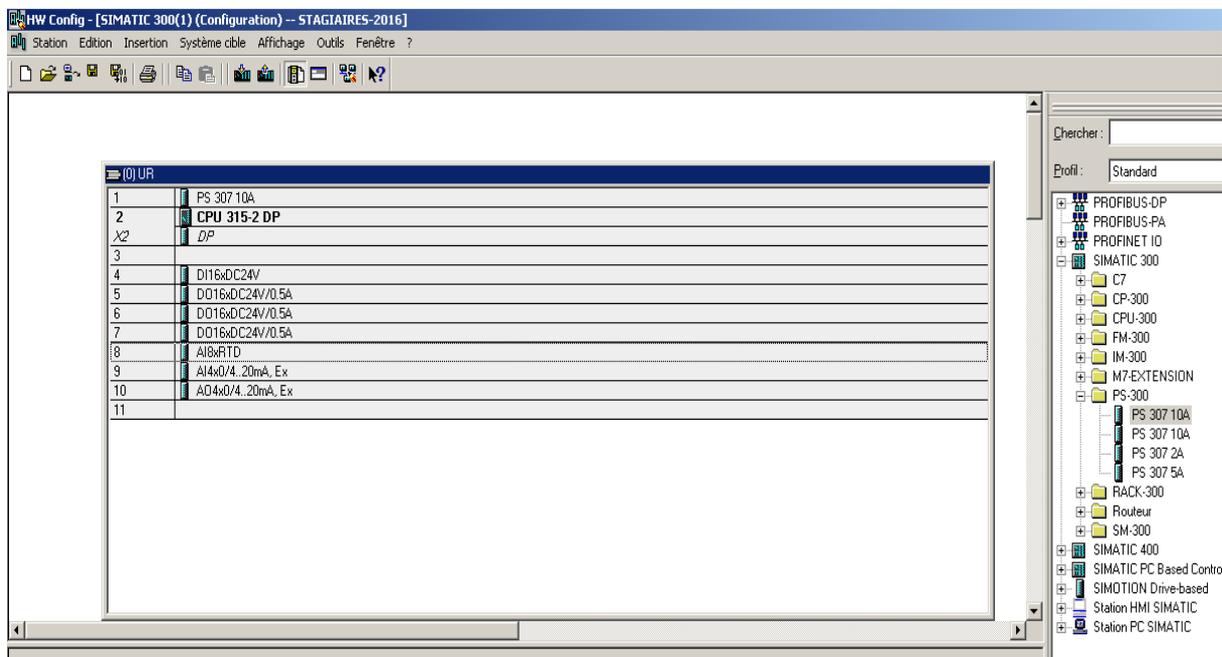


Figure 3.22 : configuration de l'automate.

A partir de la figure ci-dessus on distingue les modules suivant avec leur référence et position dans le rack :

- 1- **PS 307 10A** : Module d'alimentation
- 2- **CPU 315-2 DP** : unité de traitement
- 3- Position réservée au coupleur, dans notre cas n'est pas nécessaire
- 4- **DI16xDC24** : Module d'entrées TOR, avec alarmes de processus et de diagnostic, par groupes de 16 voies, reconfigurable en ligne.

Paramétrage : la figure suivante illustre les adresses des entrées TOR utilisées. (Voir **figure 3.23**)

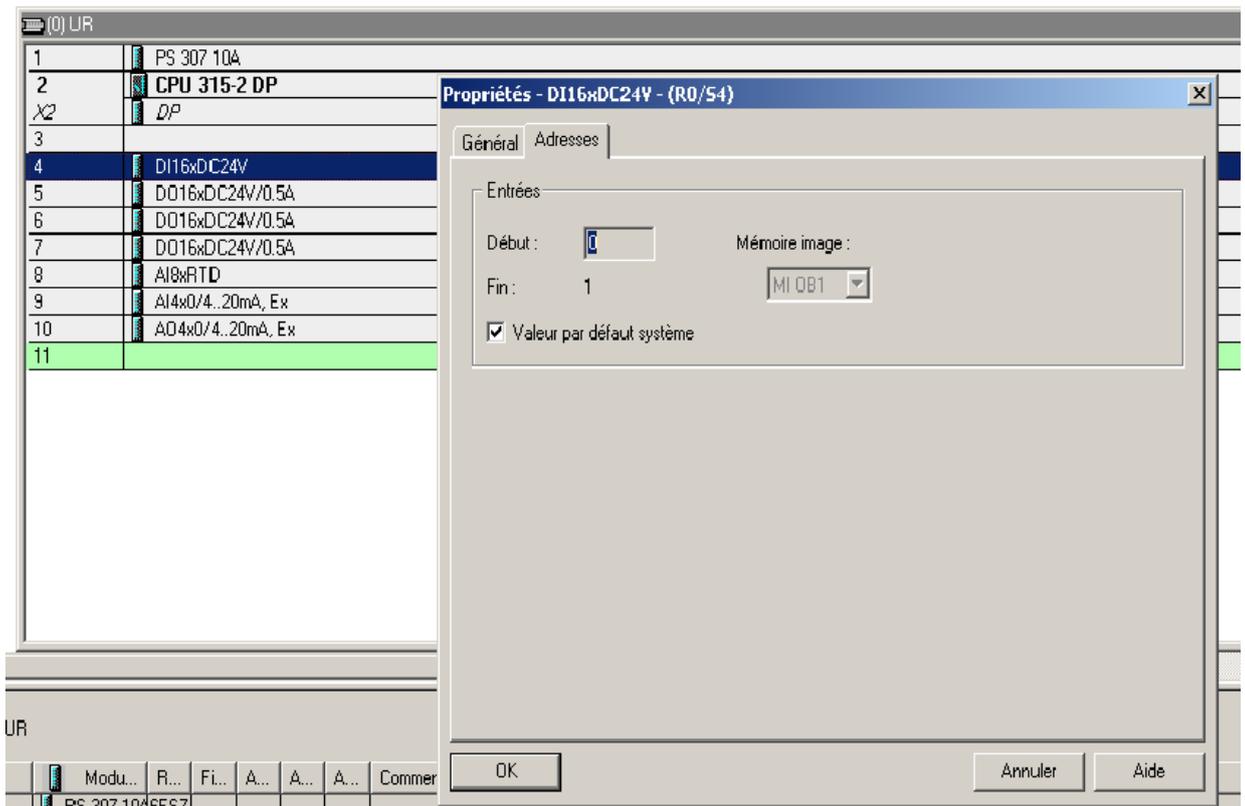


Figure 3.23 : les adresses des entrées TOR.

Ce module est utilisé pour l'acquisition de l'état des capteurs TOR par exemple :

- E0.1 : demande de produit conditionneuse 4

- E1.0 : Niveau bas TM6

5- Trois modules des entrées TOR sous référence **16xDC24V/0,5A** sont déclarés dans les positions 5,6 et7 afin de commander tous les actionneurs tel que : pompe, vanne

Paramétrage : (Voir **figure 3.24**)

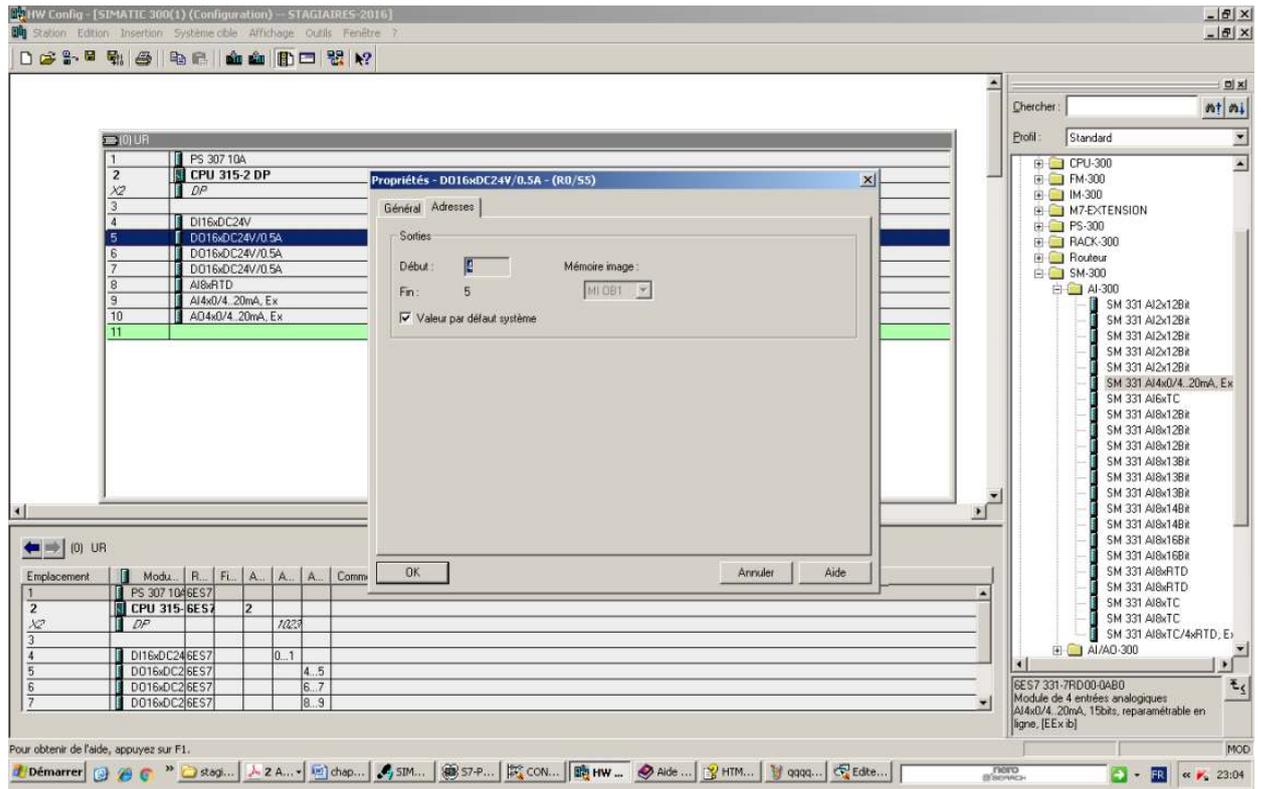


Figure 3.24 : les adresses des sortie TOR.

Exemple :

A4.5 : vanne soutirage CL1 vers conditionneuse 4.

A5.2 : vanne pousse à l'eau de la ligne de soutirage conditionneuse 9.

(Voir

figure 3.25)

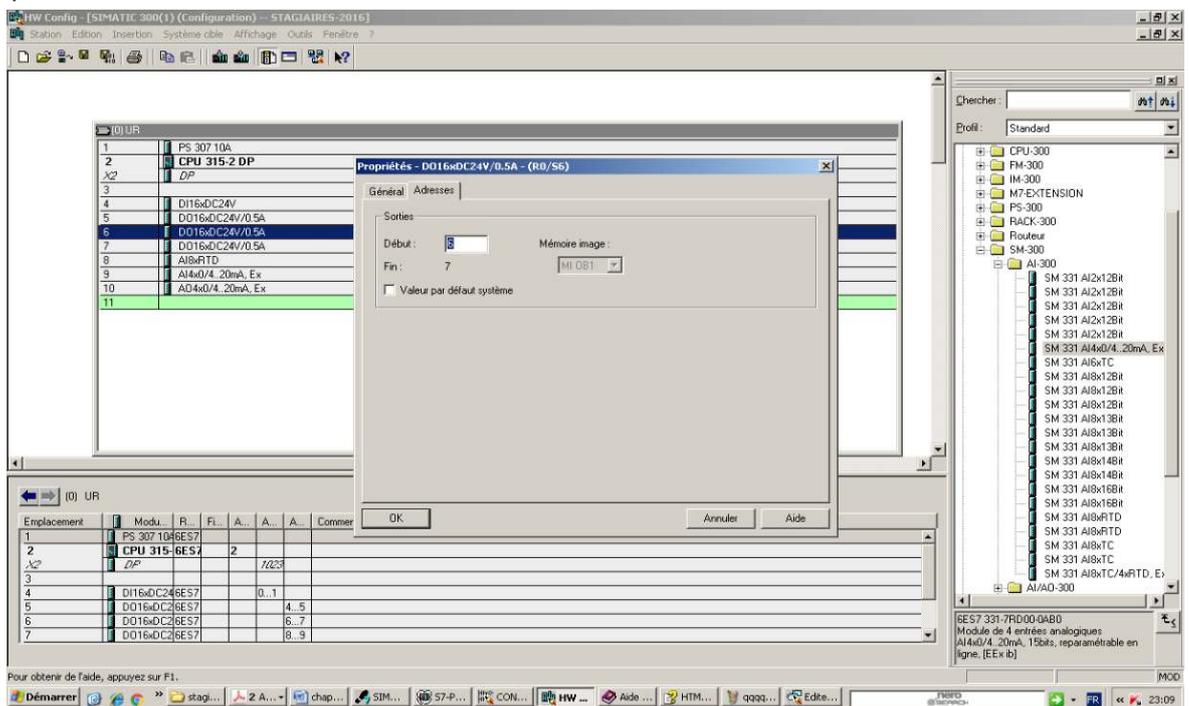


Figure 3.25 : les adresses des sortie TOR.

Exemple :

A6.4 : vanne air stéril TM6.

A7.2 : Vanne arrivé produit conditionneuse 9. (Voir **figure 3.26**)

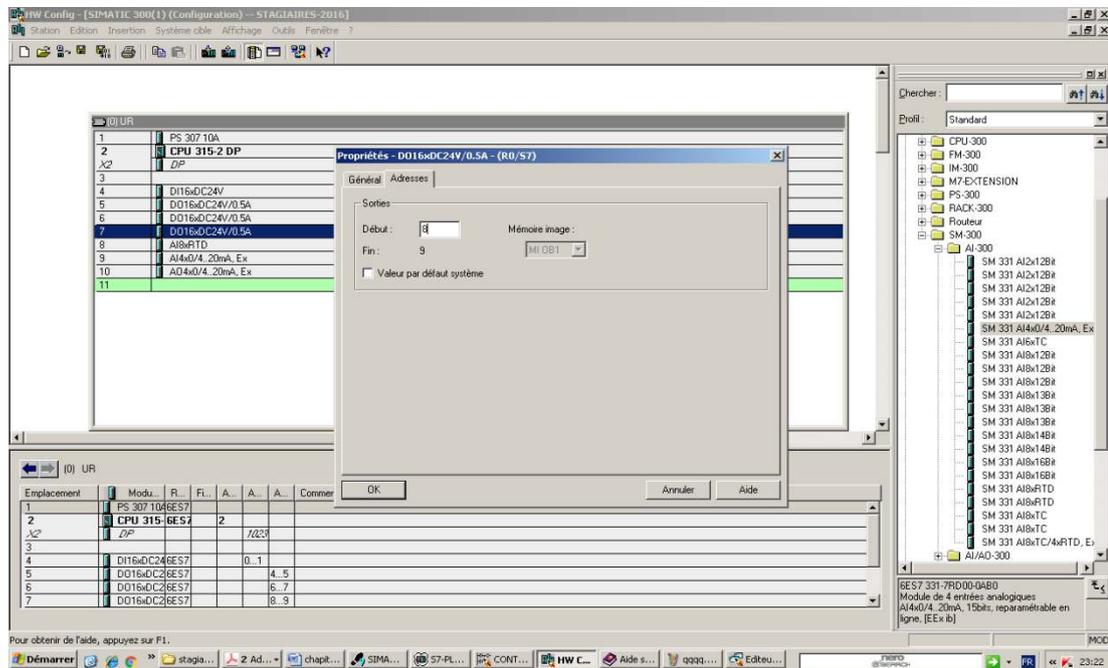


Figure 3.26 : les adresses des sortie TOR.

Exemple :

A8.2: activation pompe de soutirage vers la conditionneuse 9

A9.2 : pied de tank cl2

8 - Module d'entrées analogiques AI8xRTD, 16 bits (interne 24 bits selon le procédé Sigma-Delta) ;RTD : Pt100 ;reconfigurable en ligne :

Paramétrage : (Voir **figure 3.27**)

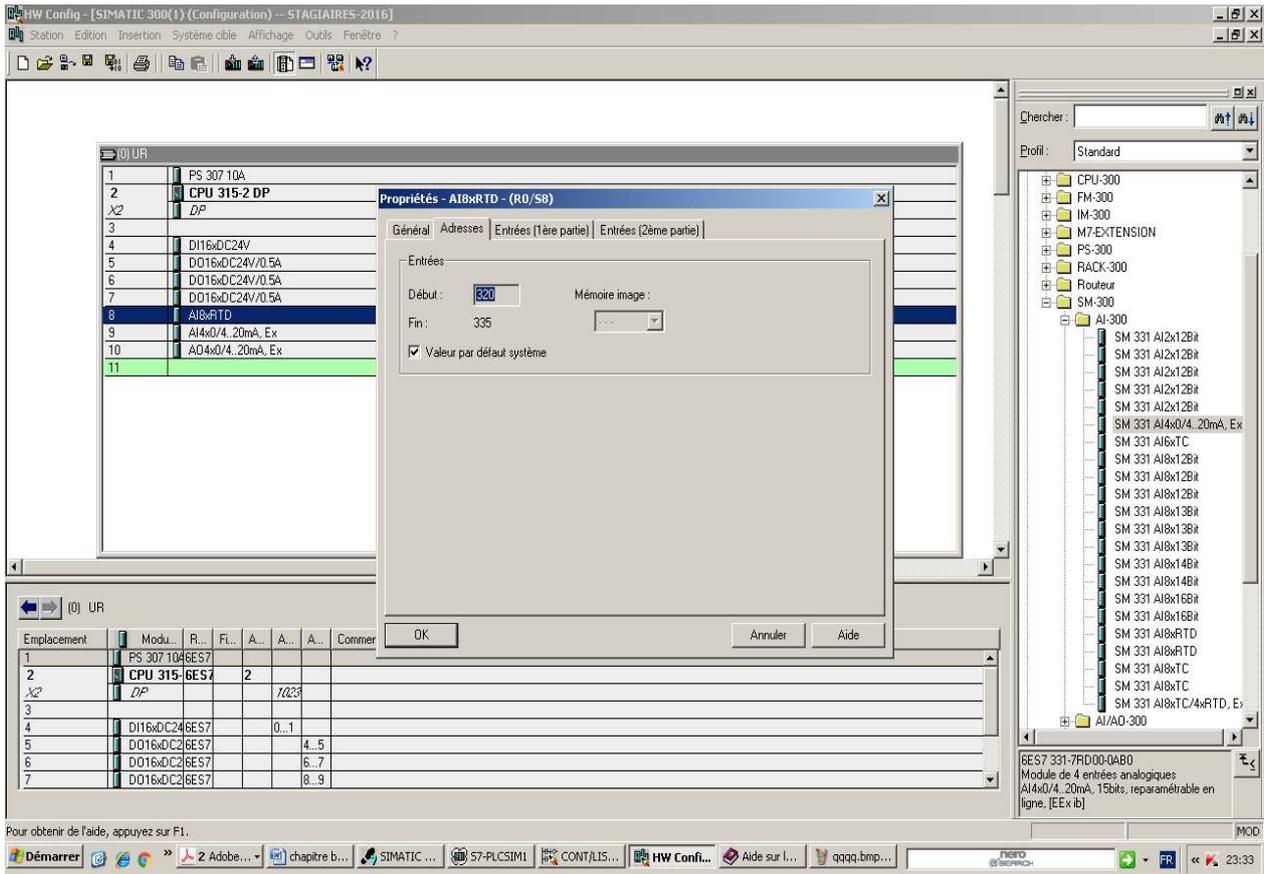


Figure 3.27 : les adresses des entrées analogiques.

Ce module est utile pour la lecture des mesures de température telle que :

PEW320 : Température de produit sortie du réchauffeur 4.

PEW324 : Température de produit sortie du réchauffeur 9.

9 - Module de 4 entrées analogiques AI4x0/4...20mA, 15bits, reconfigurable en ligne, [EEx ib]. (Voir figure 2.28)

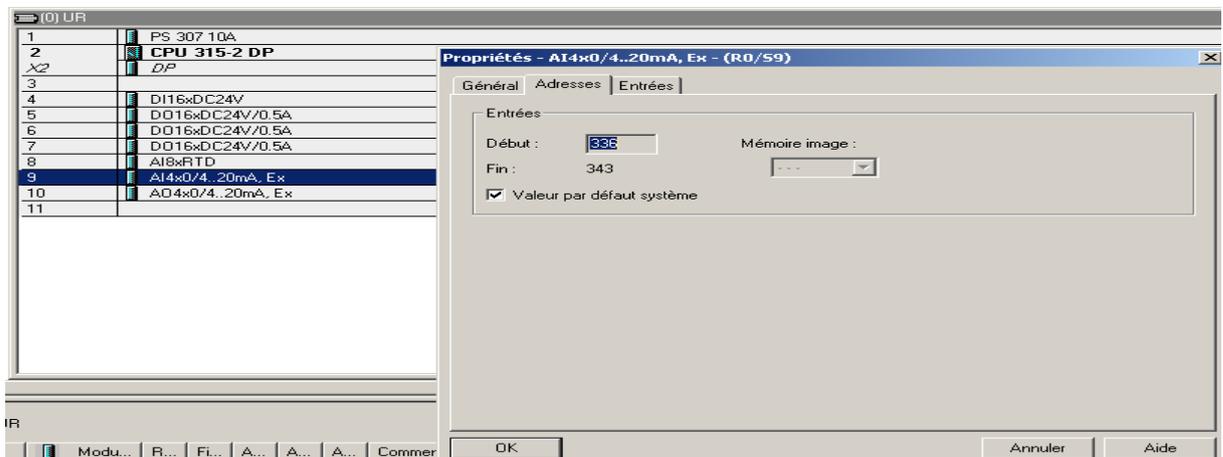


Figure 3.28 : les adresses des entrées analogiques.

La lecture de niveau des deux conditionneuses est réalisée grâce à ce module

Exemple : PEW336 : niveau trémie conditionneuse 4.

PEW338 : niveau trémie conditionneuse 9.

10 - Module de 4 sorties analogiques AO4x0/4...20mA, 15bits, reconfigurable en ligne, [EE ib].

Paramétrage : (Voir figure 2.29)

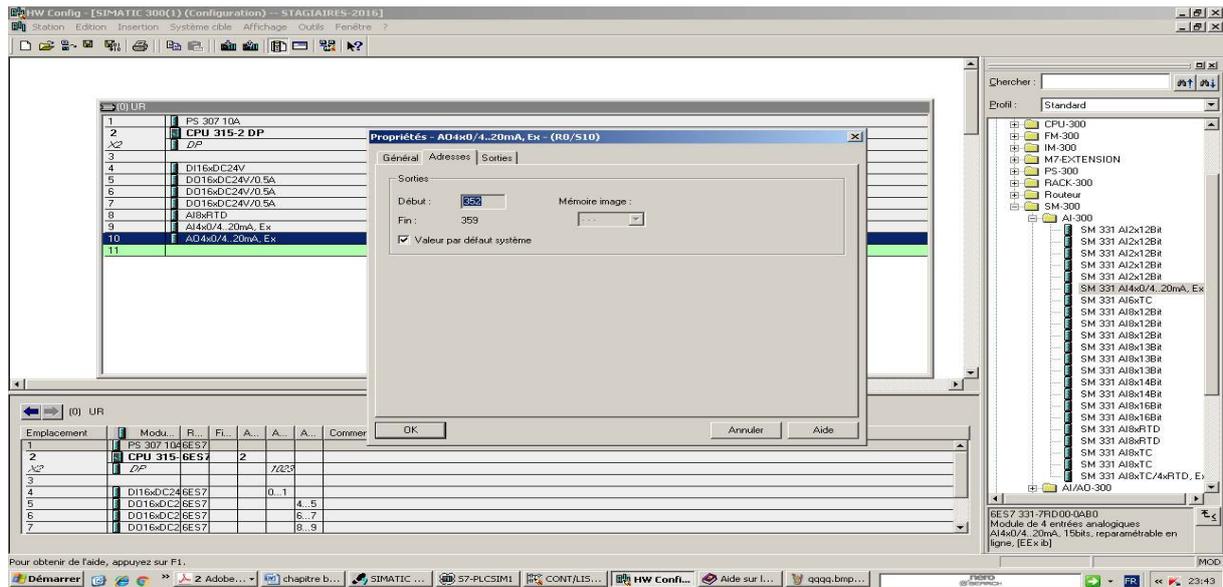


Figure 3.29 : les adresses des sorties analogiques.

PAW352 : commande de vanne modulante pour la régulation de température de produit sortie réchauffeur 4.

PAW354 : commande de vanne modulante pour la régulation de température de produit sortie réchauffeur 9.

PAW356 : commande de vanne modulante pour la régulation de niveau de la trémie conditionneuse 4 .

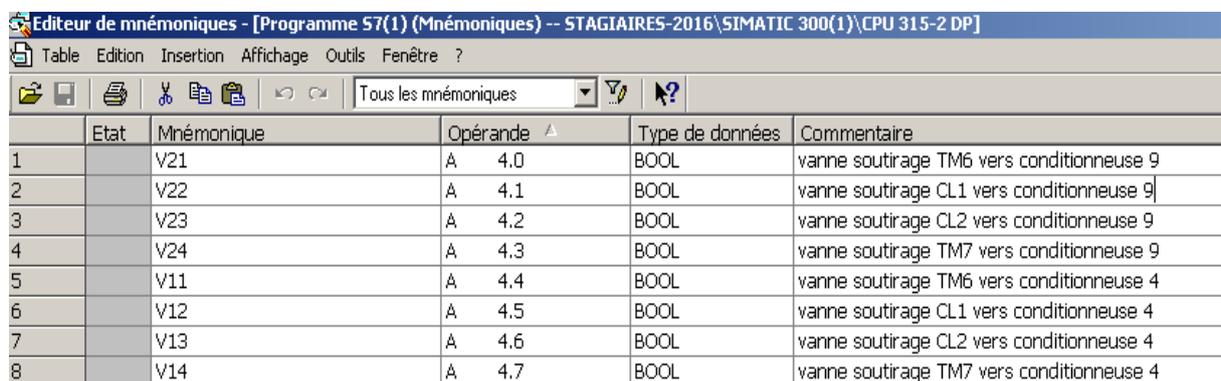
PAW358 : commande de vanne modulante pour la régulation de niveau de la trémie conditionneuse 9.

3.6.2 programme utilisateur :

3.6.2.1 table de mnémonique :

Avant de commencer la programmation, il au préalable de créer une table de mnémonique dans laquelle on a attribué à chaque opérande un mnémonique et un commentaire afin de facilite la compréhension et l'organisation de l'application.

La figue suivante représente notre table de mnémonique créée dans le projet, contenant ainsi quatre colonnes. (Voir **figure 3.30**)



The screenshot shows a software window titled 'Editeur de mnémoniques - [Programme 57(1) (Mnémoniques) -- STAGIAIRES-2016\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 DP]'. The window contains a menu bar with 'Table', 'Edition', 'Insertion', 'Affichage', 'Outils', and 'Fenêtre ?'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and a dropdown menu set to 'Tous les mnémoniques'. The main area displays a table with the following data:

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
1		V21	A 4.0	BOOL	vanne soutirage TM6 vers conditionneuse 9
2		V22	A 4.1	BOOL	vanne soutirage CL1 vers conditionneuse 9
3		V23	A 4.2	BOOL	vanne soutirage CL2 vers conditionneuse 9
4		V24	A 4.3	BOOL	vanne soutirage TM7 vers conditionneuse 9
5		V11	A 4.4	BOOL	vanne soutirage TM6 vers conditionneuse 4
6		V12	A 4.5	BOOL	vanne soutirage CL1 vers conditionneuse 4
7		V13	A 4.6	BOOL	vanne soutirage CL2 vers conditionneuse 4
8		V14	A 4.7	BOOL	vanne soutirage TM7 vers conditionneuse 4

V14	A	4.7	BOOL	vanne soutirage TM7 vers conditionneuse 4
V25	A	5.0	BOOL	vanne nettoyage ligne soutirage conditionneuse 9
V15	A	5.1	BOOL	vanne nettoyage ligne soutirage conditionneuse 4
V26	A	5.2	BOOL	vanne pousse ligne soutirage conditionneuse 9
V16	A	5.3	BOOL	vanne pousse ligne soutirage conditionneuse 4
VA1	A	5.4	BOOL	vanne air stéril TM6
VA2	A	5.5	BOOL	vanne air stéril CL1
VA3	A	5.6	BOOL	vanne air stéril CL2
VA4	A	5.7	BOOL	vanne air stéril TM7
VN1	A	6.0	BOOL	vanne nettoyage TM6
VN2	A	6.1	BOOL	vanne nettoyage CL1
VN3	A	6.2	BOOL	vanne nettoyage CL2
VN4	A	6.3	BOOL	vanne nettoyage TM7
VN5	A	6.4	BOOL	vanne retour nettoyage TM6
VN6	A	6.5	BOOL	vanne retour nettoyage CL1
VN7	A	6.6	BOOL	vanne retour nettoyage CL2
VN8	A	6.7	BOOL	vanne retour nettoyage TM7
VR9	A	7.0	BOOL	vanne alimentation vapeur réchauffeur 9
VR4	A	7.1	BOOL	vanne alimentation vapeur réchauffeur 4
VC91	A	7.2	BOOL	vanne arrivé produit conditionneuse 9
VC92	A	7.3	BOOL	vanne évent conditionneuse 9
VC93	A	7.4	BOOL	vanne égout conditionneuse 9
VC94	A	7.5	BOOL	vanne boule trémie conditionneuse 9
VC41	A	7.6	BOOL	vanne arrivé produit conditionneuse 4
VC42	A	7.7	BOOL	vanne évent conditionneuse 4
VC43	A	8.0	BOOL	vanne égout conditionneuse 4
VC44	A	8.1	BOOL	vanne boule trémie conditionneuse 4
PS9	A	8.2	BOOL	Activation pompe soutirage conditionneuse 9
PS4	A	8.3	BOOL	Activation pompe soutirage conditionneuse 4
PRN	A	8.4	BOOL	Activation pompe Retour nettoyage tanks

PBRN9	A	8.5	BOOL	Activation pompe bac Retour nettoyage conditionneuse 9
PBRN4	A	8.6	BOOL	Activation pompe bac Retour nettoyage conditionneuse 4
PRCH9	A	8.7	BOOL	Activation pompe circulation eau réchauffeur 9
PRCH4	A	9.0	BOOL	Activation pompe circulation eau réchauffeur 4
VT1	A	9.1	BOOL	vanne pied de tank TM6
VT2	A	9.2	BOOL	vanne pied de tank CL1
VT3	A	9.3	BOOL	vanne pied de tank CL2
VT4	A	9.4	BOOL	vanne pied de tank TM7
C_4_PROD	E	0.0	BOOL	conditionneuse 4 position production
Dem_produit_C4	E	0.1	BOOL	demande produit conditionneuse 4
C_9_PROD	E	0.2	BOOL	conditionneuse 9 position production
Dem_produit_C9	E	0.3	BOOL	demande produit conditionneuse 9
Dem_Net_C4	E	0.4	BOOL	Demande nettoyage conditionneuse 4
Dem_Net_C9	E	0.5	BOOL	Demande nettoyage conditionneuse 9
niveau bas CL1	E	0.6	BOOL	niveau bas CL1
niveau bas CL2	E	0.7	BOOL	niveau bas CL2
niveau bas TM6	E	1.0	BOOL	niveau bas TM6
niveau bas TM7	E	1.1	BOOL	niveau bas TM7
NIV_HAUT_TM6	E	1.2	BOOL	niveau HAUT TM6
NIV_HAUT_TM7	E	1.3	BOOL	niveau HAUT TM7
NIV_HAUT_CL1	E	1.4	BOOL	niveau HAUT CL1
NIV_HAUT_CL2	E	1.5	BOOL	niveau HAUT CL2
NIV_BAS_NEP_C4	E	1.6	BOOL	Niveau bas atteint bac retour nep
NIV_BAS_NEP_C9	E	1.7	BOOL	niveau bac retour nep conditionneuse 9
Analyse code de commande	FC	1	FC 1	analyse de code de commande demandé par l'opérateur
Réponse soutirage cond_4	FC	2	FC 2	Réponse code de démarrage soutirage conditionneuse4
Réponse soutirage cond_9	FC	3	FC 3	Réponse code de démarrage soutirage conditionneuse9
principale sout cond 1	FC	4	FC 4	principale de gestion de soutirage vers la conditionneuse 4
principale information	FC	5	FC 5	bloc de fonction principale pour gestion information
gestion sout vers cond4	FC	6	FC 6	gestion de soutirage vers conditionneuse4

Réponse arrêt soutirage principale arrêt soutira	FC 7	FC 7	réponse pour demande arrêt de soutirage principale arrêt soutirage
gestion info conditionne	FC 8	FC 8	gestion des information des tanks et conditionneuses
Boucle de Régulation	FC 9	FC 9	gestion des boucles de régulation
échelle analogique	FC 10	FC 10	mise à l'échelle des entrées et sortie analogiques
alarmes	FC 11	FC 11	gestion des alarmes
cod_DEM_sout	M 300.6	BOOL	code démarrage soutirage
cod_arr_sout	M 300.7	BOOL	code arrêt soutirage
sel_CL1	M 301.0	BOOL	sélection CL1
sel_CL2	M 301.1	BOOL	sélection CL2
sel_TM6	M 301.2	BOOL	sélection TM6
sel_TM7	M 301.3	BOOL	sélection TM7
sel_COND_4	M 301.4	BOOL	sélection conditionneuse 4
sel_COND_9	M 301.5	BOOL	sélection conditionneuse 9
bp_validation	M 302.5	BOOL	validation par wincc démarrage soutirage
Sout_cl1	M 400.0	BOOL	soutirage cl1 en cours
Sout_cl2	M 400.1	BOOL	soutirage cl2 en cours
Sout_TM6	M 400.2	BOOL	soutirage TM6 en cours
Sout_TM7	M 400.3	BOOL	soutirage TM7 en cours
Sout_COND4	M 400.4	BOOL	soutirage conditionneuse 4 en cours
Sout_COND9	M 400.5	BOOL	soutirage conditionneuse 9 en cours
NEP_CL1	M 400.6	BOOL	Nettoyage cl1 en cours
NEP_CL2	M 400.7	BOOL	Nettoyage cl2 en cours
NEP_TM6	M 401.0	BOOL	Nettoyage TM6 en cours
NEP_TM7	M 401.1	BOOL	Nettoyage TM7 en cours
NEP_COND4	M 401.2	BOOL	Nettoyage conditionneuse 4 en cours
NEP_COND9	M 401.3	BOOL	Nettoyage conditionneuse 9 en cours
CL1_nettoyé	M 401.4	BOOL	cl1 Nettoyé
cl2 Nettoyé	M 401.5	BOOL	cl2 Nettoyé
TM6Nettoyé	M 401.6	BOOL	TM6Nettoyé
TM7 Nettoyé	M 401.7	BOOL	TM7 Nettoyé
condi 4 nettoyée	M 402.0	BOOL	conditionneuse 4 nettoyée
condi 9 nettoyée	M 402.1	BOOL	conditionneuse 9 nettoyée
VALIDATION	M 500.0	BOOL	Validation demande de soutirage VESR COND 4

Identifiant	Spécifique	Type de données	Commentaire
pous_dp_c4	M 500.1	BOOL	pousse de départ conditionneuse 4terminée
DDM_POUS_FIN	M 500.2	BOOL	Demande pousse de fin
FIN_sout	M 500.3	BOOL	fin de soutirage
valid_arr_sout	M 500.5	BOOL	validation arrêt par pupitre
arr_sout_cl1_cond4	M 502.0	BOOL	arrêt soutirage CL1 Vers cond 4
arr_sout_cl2_cond4	M 502.1	BOOL	arrêt soutirage CL2 Vers cond 4
arr_sout_TM6_cond4	M 502.2	BOOL	arrêt soutirage TM6 Vers cond 4
arr_sout_TM7_cond4	M 502.3	BOOL	arrêt soutirage TM7 Vers cond 4
arr_sout_cl1_cond9	M 502.4	BOOL	arrêt soutirage CL1 Vers cond 9
arr_sout_cl2_cond9	M 502.5	BOOL	arrêt soutirage CL2 Vers cond 9
arr_sout_TM6_cond9	M 502.6	BOOL	arrêt soutirage TM6 Vers cond 9
arr_sout_TM7_cond9	M 502.7	BOOL	arrêt soutirage TM7 Vers cond 9
pous_fin_CL1_cond_4	M 503.0	BOOL	pousse de fin cl1 vers cond 4
pous_fin_CL2_cond_4	M 503.1	BOOL	pousse de fin cl2 vers cond 4
pous_fin_TM6_cond_4	M 503.2	BOOL	pousse de fin TM6 vers cond 4
pous_fin_TM7_cond_4	M 503.3	BOOL	pousse de fin TM7 vers cond 4
pous_fin_CL1_cond_9	M 503.4	BOOL	pousse de fin cl1 vers cond 9
pous_fin_CL2_cond_9	M 503.5	BOOL	pousse de fin cl2 vers cond 9
pous_fin_TM6_cond_9	M 503.6	BOOL	pousse de fin TM6 vers cond 9
pous_fin_TM7_cond_9	M 503.7	BOOL	pousse de fin TM7 vers cond 9
M700.0	M 700.0	BOOL	défaut pompe soutirage cond 4
M700.1	M 700.1	BOOL	défaut pompe soutirage cond 9
M700.2	M 700.2	BOOL	défaut pompe recirculation eau réchauffeur 4
M700.3	M 700.3	BOOL	défaut pompe recirculation eau réchauffeur 9
M700.4	M 700.4	BOOL	défaut température réchauffeur 4
M700.5	M 700.5	BOOL	défaut température réchauffeur 9
M700.6	M 700.6	BOOL	défaut niveau eau cond 4
M700.7	M 700.7	BOOL	défaut niveau eau cond 9

NIV_max_COND	MB	100	BYTE	niveau maximum des conditionneuses
NIV_MIN_COND	MB	101	BYTE	niveau minimum des conditionneuses
aut_soutirage	MB	304	BYTE	Autorisation validation soutirage
Tank_cond_sout	MB	313	BYTE	Identification demande de soutirage
niv_cond9	MW	102	INT	niveau conditionneuse 9
niv_cond4	MW	104	INT	niveau conditionneuse 4
C_CL1	MW	410	INT	CONTENU CL1
C_CL2	MW	412	INT	CONTENU CL2
C_TM6	MW	414	INT	CONTENU TM6
C_TM7	MW	416	INT	CONTENU TM7
QT_CL1	MW	418	INT	QUANTITE CL1
QT_CL2	MW	422	INT	QUANTITE CL2
QT_TM6	MW	424	INT	QUANTITE TM6
QT_TM7	MW	426	INT	QUANTITE TM7
C_COND_4	MW	428	INT	CONTENU CONDITIONNEUSE 4
C_COND_9	MW	430	INT	CONTENU CONDITIONNEUSE 9
CT_CL1	MW	432	INT	contenant CL1
CT_CL2	MW	434	INT	contenant CL2
CT_TM6	MW	436	INT	contenant TM6
CT_TM7	MW	438	INT	contenant TM7
CT_COND4	MW	440	INT	contenant CONDITIONNEUSE 4
CT_COND_9	MW	442	INT	contenant CONDITIONNEUSE 9
FC_CL1	MW	444	INT	fonction CL1
FC_CL2	MW	446	INT	fonction CL2
FC_TM6	MW	448	INT	fonction TM6
FC_TM7	MW	460	INT	fonction TM7
FC_COND_4	MW	462	INT	fonction CONDITIONNEUSE 4
FC_COND_9	MW	464	INT	fonction CONDITIONNEUSE 9
PAW352	PAW	352	INT	commande de régulation de température de produit sortie réchauffeur 4
PAW354	PAW	354	INT	commande de régulation de température de produit sortie réchauffeur 9
PAW356	PAW	356	INT	commande de régulation de niveau de la trémie conditionneuse 4
PAW358	PAW	358	INT	commande de régulation de niveau de la trémie conditionneuse 9
PEW320	PEW	320	INT	Température de produit sortie du réchauffeur 4
PEW324	PEW	322	INT	Température de produit sortie du réchauffeur 9

Figure 3.30 : table demnémorique.

3.6.2.2 Structure de programme utilisateur :

Après avoir déclaré les mnémoniques, on entame maintenant le programme d'exécution, la méthode la plus efficace pour une bonne organisation de projet est de créer des fonctions et d'attribuer à chacune une tâche particulière à exécuter.

La structure de projet en un ensemble de fonctions est montée sur la figure qui suit :

(Voir figure 3.31)

Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création	Taille dans la mémoire...	Type	Version (en-tête)	Nom (en-tête)	Unlinked
Données système	SDB
OB1		CONT	210	Bloc d'organisation	0.1		...
FC1	Analyse code de commande	LIST	246	Fonction	0.1		...
FC2	Réponse soutrage cond_4	LIST	980	Fonction	0.1		...
FC3	Réponse soutrage cond_9	LIST	976	Fonction	0.1		...
FC4	principale sout cond'	CONT	168	Fonction	0.1		...
FC5	principale information	CONT	414	Fonction	0.1		...
FC6	gestion sout vest cond	CONT	286	Fonction	0.1		...
FC7	Réponse arret soutrage	CONT	156	Fonction	0.1		...
FC8	principale arret soutra	CONT	144	Fonction	0.1		...
FC9	gestion info conditionne	CONT	278	Fonction	0.1		...
FC10	Boucle de Régulation	CONT	38	Fonction	0.1		...
FC11	échelle analogique	CONT	38	Fonction	0.1		...
FC12	alarmes	CONT	38	Fonction	0.1		...
VAT_1	VAT_1	STATUS	...	Table des variables	0.1		...
VAT_2	VAT_2	STATUS	...	Table des variables	0.1		...
VAT_3	VAT_3	STATUS	...	Table des variables	0.1		...

Figure 3.31 : les fonctions du programme.

A partir de la figure ci-dessus, on distingue la structure suivante : (Voir figure 3.32)

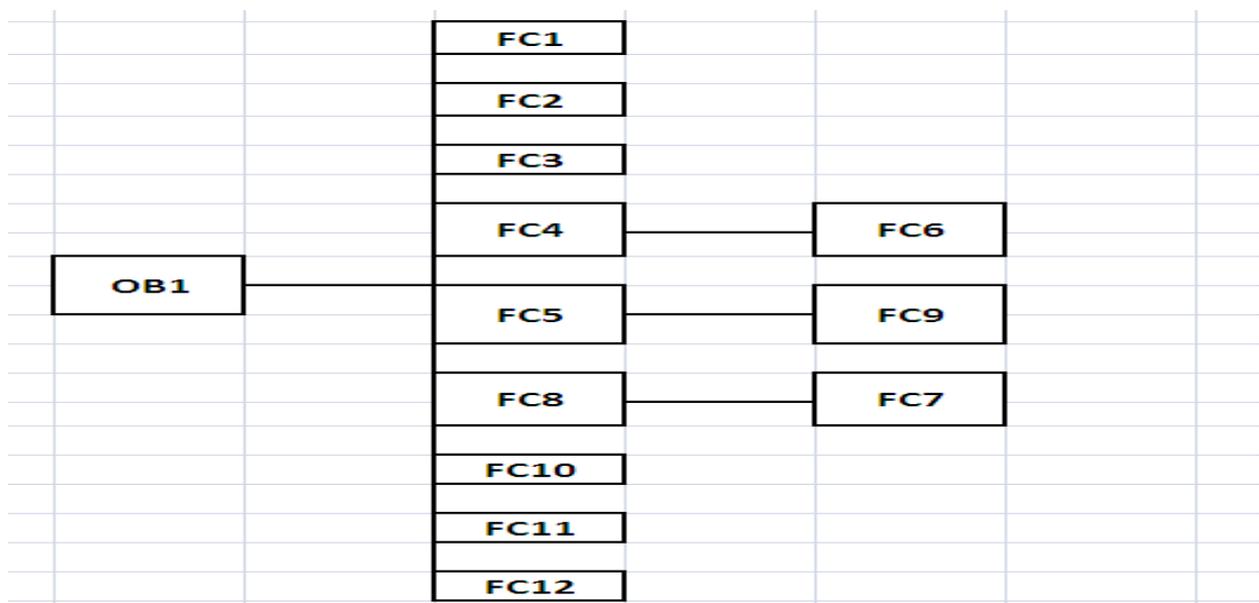


Figure 3.32 : la structure des fonctions de programme.

La désignation de chaque fonction :

FC1 : analyse de code de commande provenant de pupitre opérateur après validation de demande de démarrage de soutrage.

FC2 : Réponse affichée sur le pupitre suite au code de commande de démarrage de soutirage informant l'opérateur de quel type de soutirage demandé vers la conditionneuse 4.

FC3 : Réponse affichée sur le pupitre suite au code de commande de démarrage de soutirage informant l'opérateur de quel type de soutirage demandé vers la conditionneuse 9.

FC4 : fonction principale à partir de laquelle on fait appel à l'autre fonction (**FC6**) traitant le programme d'exécution de soutirage.

FC6 : fonction appelée par FC4 et contient un programme de soutirage de chaque conditionneuse.

Cette fonction est appelée en plusieurs reprises pour traiter le programme de soutirage demandé par l'opérateur, elle est la même pour tous les soutirages possibles dans notre process, on est juste appelé à introduire les entrée et sortie de la fonction.

FC5 : fonction principale utilisé pour appeler une autre fonction (FC9) qui contient le programme traitant les informations relatives à chaque conditionneuse et à chaque tank de soutirage.

FC9 : fonction qui contient le programme traitant les informations relatives à chaque conditionneuse et à chaque tank de soutirage.

FC8 : fonction principale qui fait appel à la fonction FC7 responsable d'exécuter le programme de réponse à une demande d'arrêt de soutirage.

FC7 : fonction active à chaque appel depuis FC8 traitant le programme de demande d'arrêt de soutirage.

FC10 : fonction utilisée pour exécuter le programme de gestion des boucles de régulation que ça soit de niveau ou de température, et cela grâce au bloc de fonction **FB41** chargé de gérer la régulation continue, ce dernier se trouve sous la bibliothèque de STEP7.

FC11 : fonction à partir de laquelle on fait appel à la fonction **FC105** (présente dans la bibliothèque de STEP 7) chargé de mise à l'échelle des entrées et sorties analogiques.

FC12 : fonction traitant les alarmes.

3.6.2.3 langages de programmation :

Le choix de type de langage de programmation dépend de la complexité et l'exigence de cahier de charge, dans notre cas on a utilisé les deux langages, par exemple :

FC1 est programmée avec le langage List. (Voir **figure 3.33**)

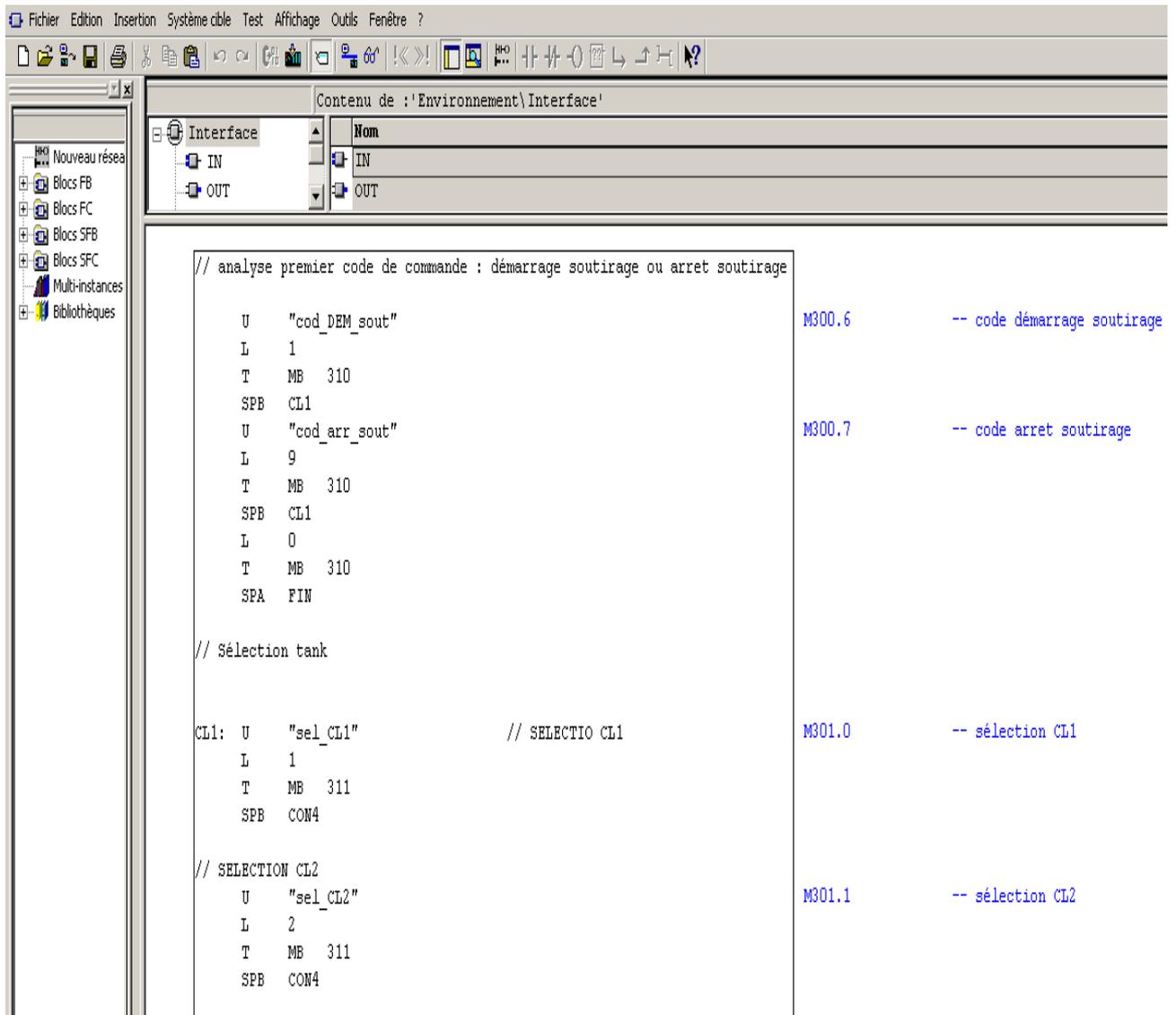


Figure 3.33 : langage liste dans fc1.

Le langage CONT est utilisé dans FC6. (Voir **figure 3.34**)

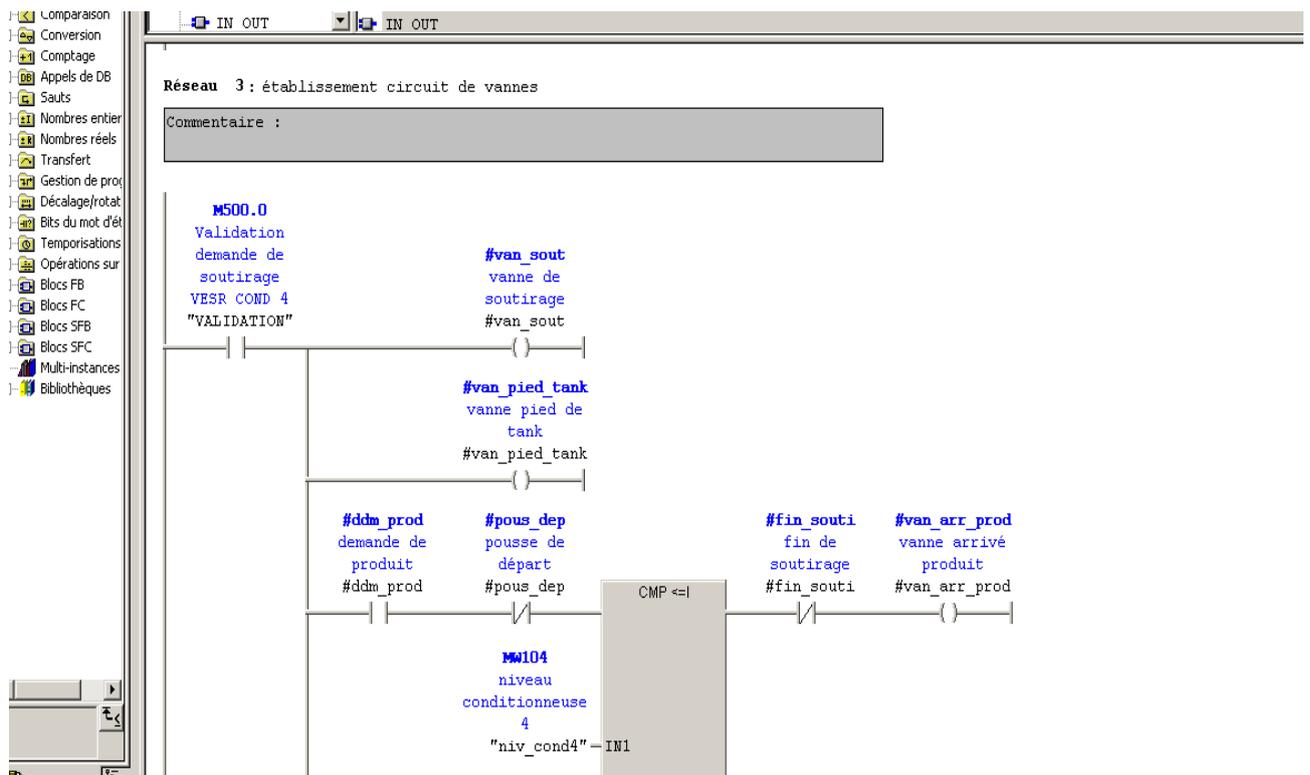


Figure 3.34 : exemple de langageCONT.

3.6.2.4 exemples de programme avec simulation :

On cite le programme de demande d'arrêt de soutirage de CL1 vers la conditionneuse 4, la fonction principale est FC8 qui fait appel à la fonction FC7 qui traite le programme d'exécution.

La figue suivant nous montre la fonction FC8. (Voir **figure 3.35**)

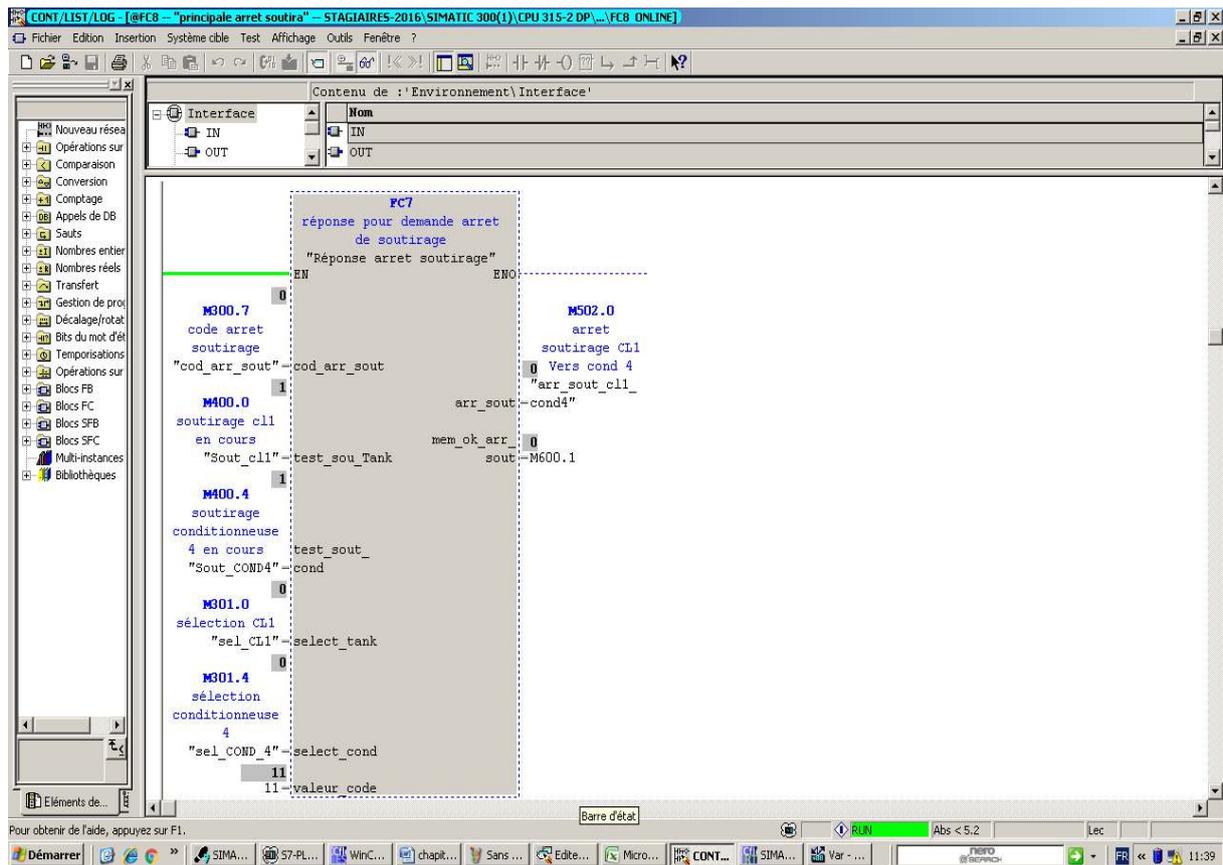


Figure 3.35 : simulation du fonction FC8.

La figure ci-dessus nous montre que :

- L'état de code arrêt (M300.7) est à 0.
- Le soutirage de CL1 est en cours (M400.0 est à 1).
- Le soutirage de la conditionneuse 4 est en cours (M400.4 est à 1).
- La sélection de CL1 est à 0, jusqu'à une nouvelle sélection soit pour arrêt ou démarrage.
- La sélection de conditionneuse 4 est à 0, jusqu'à une nouvelle sélection soit pour arrêt ou démarrage.
- Valeur de code désignant la conditionneuse et le tank en cours de soutirage.

Une partie de la fonction FC7 est représentée sur la figure qui suit. (Voir **figure 3.36**)

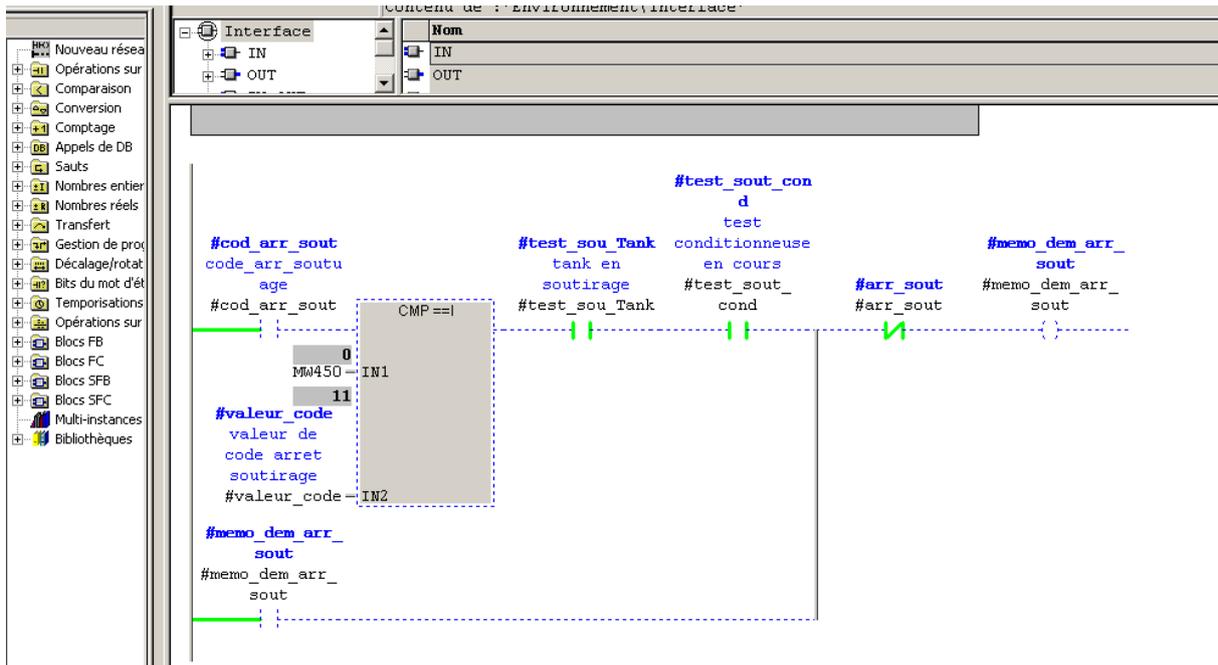


Figure 3.36 : partie de fonction FC7.

A partir des deux figures précédentes on distingue que l'arrêt de soutirage de CL1 soit actif que lorsque les conditions suivantes seront satisfaites :

- Code d'arrêt soit à 1
- La valeur de MW450 (récupérée à partir d'une autre fonction) soit égale à 11

Pour provoquer un arrêt, on affecte des valeurs de forçage au variable MW450 et M300.7 soit :

M300.7 = 1 MW450 = 11. (Voir **figure 3.37** et **figure 3.38** et **figure 3.39**)

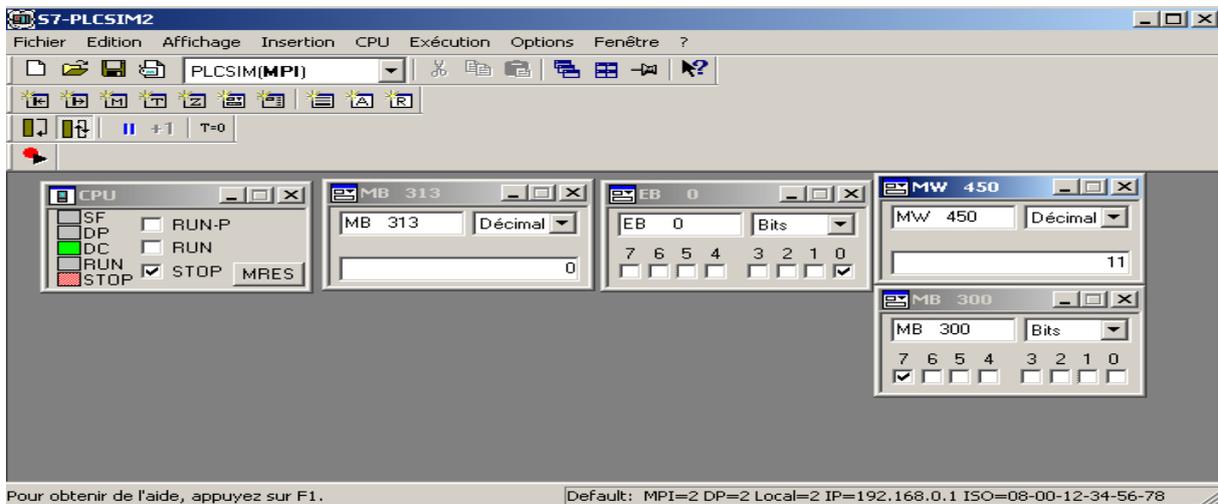


Figure 3.37 : les tableaux de simulation.

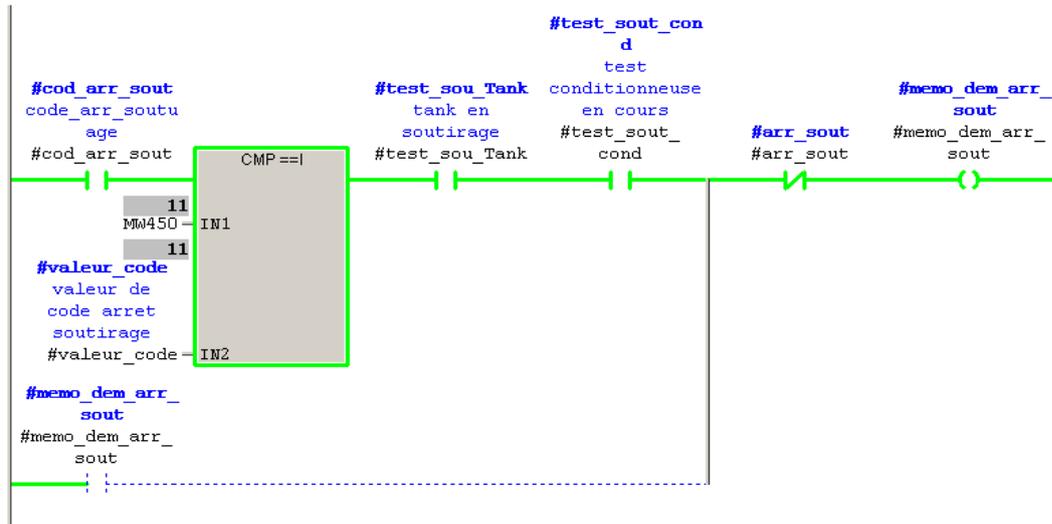


Figure 3.38 : partie de l'arrêt de soutirage.

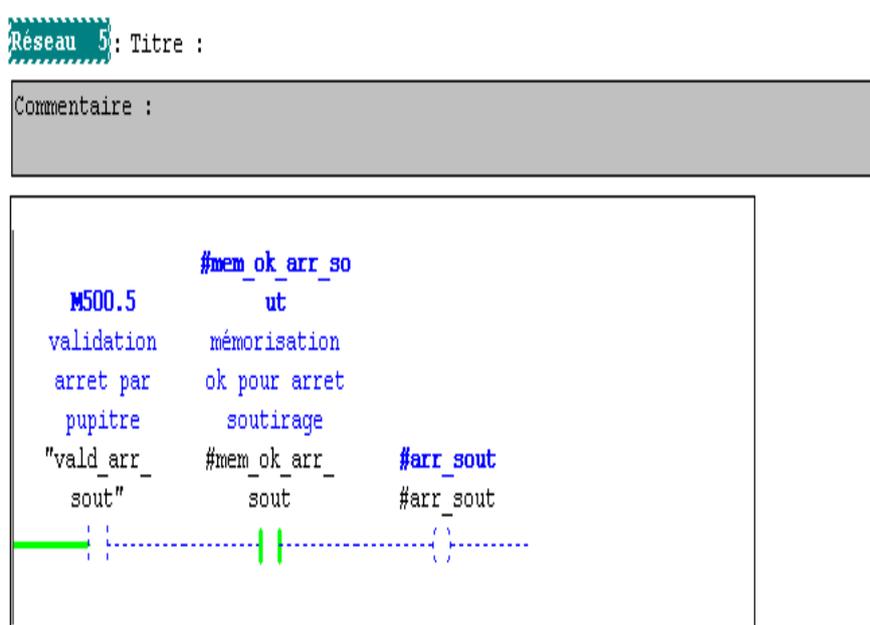


Figure 3.39 : deuxième partie de programme de l'arrêt de soutirage.

Maintenant il reste qu'à valider par M500.5 pour activer l'arrêt. (Voir **figure 3.40** et **figure 3.41** et **figure 42**)

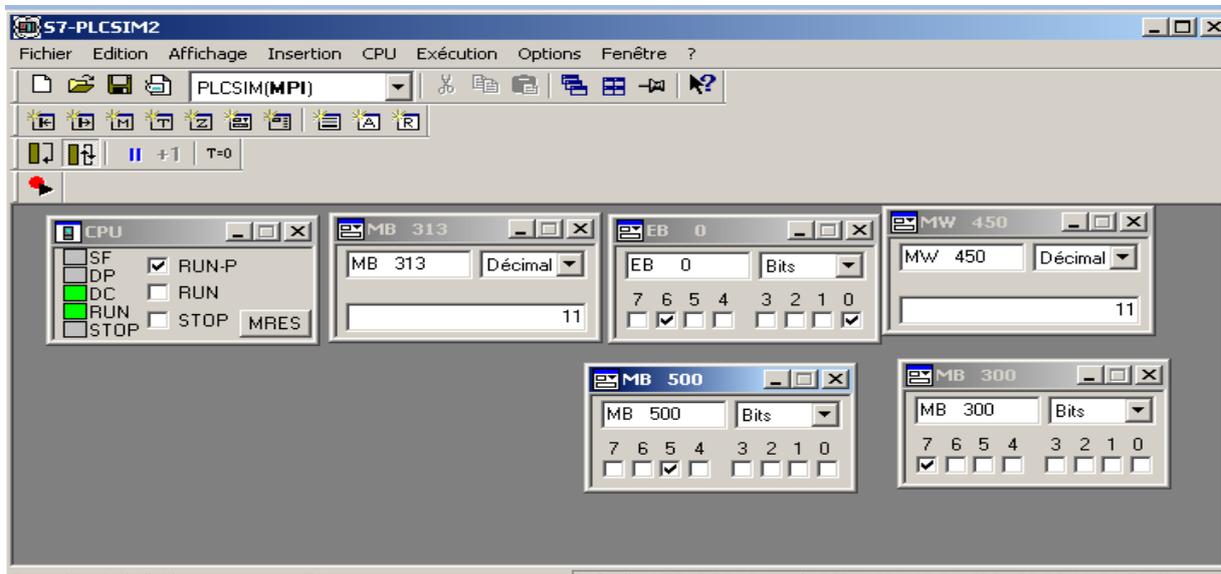


Figure 3.40 : validation pour l'arrêt de soutirage.

Réseau 5: Titre :

Commentaire :

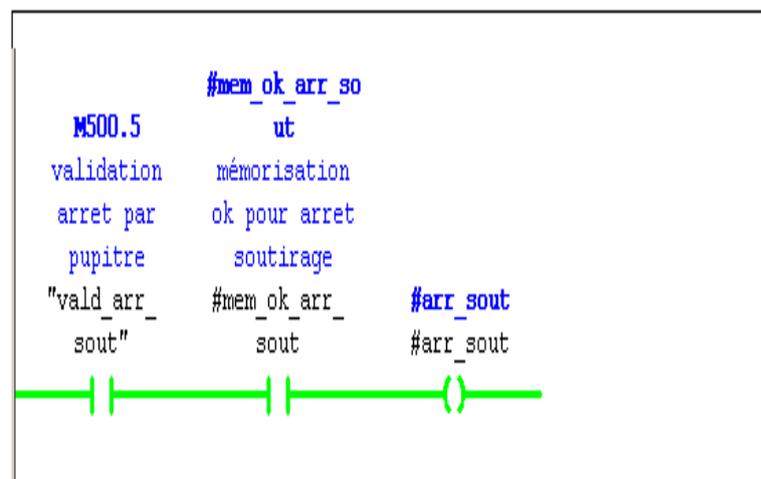


Figure 3.41 : programme active.

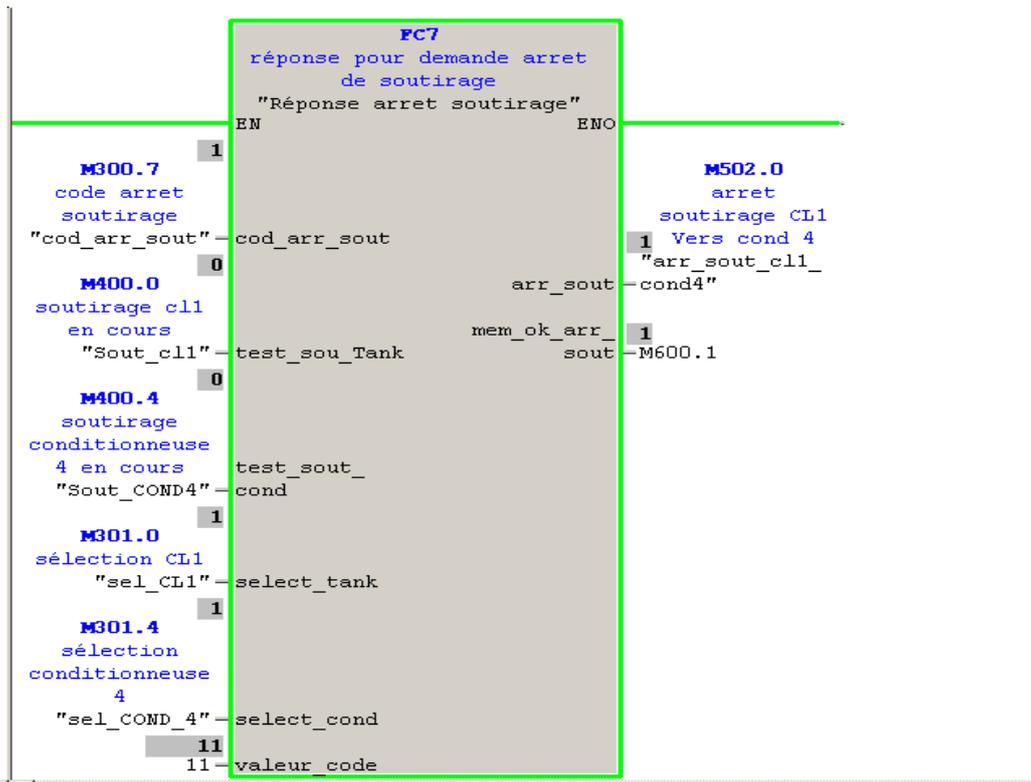


Figure 3.42 : demande d'arrêt de soutirage.

Les figures nous montrent que :

- l'arrêt est actif : M502 est à 1
- le soutirage de CL1 en cours est désactivé : M400.0 est à 0
- le soutirage de conditionneuse 4 en cours est désactivé : M400.4 est à 0

Ce programme est créé pour gérer notre application, il est indispensable de créer la table des Mnémoniques pour utiliser la méthode d'adressage relatif dans le but de bien organiser le programme et qu'il soit compréhensible aux autres.

3.7 conclusion :

Dans ce chapitre on a vu les automates, leurs fonctions et leurs architectures, et on a vu la description de logiciel de programmation STEP7 et de supervision WinCC flexible par la suite on a défini comment créer un projet, la configuration et la liaison entre le PLCSIM et le WinCC flexible dans le champ SIEMENS ; et ensuite on a essayé de présenter l'outil de la station soutirage, ces différents composants du programme de l'automate, les variables et les entrées/sorties du système dans une table mnémonique. Dans le chapitre suivant on va présenter la simulation du travail qui a été développé au sein de ce chapitre.

Chapitre 2 Principe de fonctionnement d'une ligne de soutirage

2.1 Introduction :

-La matière première du yaourt est le lait, comme pour tous les produits laitiers. Le traitement de cette matière première entre donc dans le cycle de fabrication du yaourt, et plusieurs étapes comme suite :

1-Reconstitution du lait (le poudrage).

2-la Pasteurisation est un processus de conservation des aliments qui consiste à les chauffer à une température donnée (entre 62 et 88 °C) durant une durée déterminée avant un refroidissement brusque, de manière à éliminer un nombre important de micro-organismes et éviter la prolifération de ceux qui restent.

3-Remplissage des tanks pour la maturation.

4-Refroidissement(d'écaillage) consiste à refroidir à une température entre 2-4 °C durant une durée déterminée.

5-Soutirage vers la conditionneuse à travers un réchauffeur (échangeur de chaleur) et dans cette partie on fait notre travail.

Notre travail consiste à ajouter une nouvelle ligne de soutirage vers une nouvelle conditionneuse à travers un réchauffeur ; première étape on ajoute un nouveau tank TM7 pour augmenter le stockage du produit pour élever le rendement de la production, et bien sûr on ajoute des canalisations pour le passage du produit (yaourt) et d'autre pour le nettoyage NEP (et pousse d'eau), et des vannes de différents types et des pompes pour contrôler la gestion de soutirage vers l'Arcil 9 ; deuxième étape le produit passe vers une boucle de régulation pour gérer la température, et finalement il passe à travers un canal vers la nouvelle conditionneuse.

A partir des API Siemens S7-300 on a programmer notre station de soutirage à l'aide du logiciel de programmation STEP 7 et son simulateur S7-PLCSIM. Pour visualiser le cycle de production, usage d'une interface homme machine (IHM) et met en place, ce dernier marche avec un logiciel de supervision appelé WinCC flexible.

2.2 Le principe de fonctionnement :

Etant donné notre système est illustré sur la **figure 2.1**, à partir de laquelle on peut tirer tous les composants constituant les lignes de soutirage et conditionneuses de l'ancien process.

2-2-1 éléments constitutants

a- ligne de soutirage :

- Tank de maturation : TM1, TM2, TM3.

- Tank de stockage produit après maturation est refroidissement : TM4, TM5, TM6, CL1, CL2.

- trois conditionneuses :

- Conditionneuse 4 (ligne de soutirage N°4) soutirant à partir des tanks TM6, CL1, CL2.
- Conditionneuse 3 (ligne de soutirage N°3) soutirant à partir des tanks TM4, TM5, TM6, CL1, CL2.
- Conditionneuse 2 (ligne de soutirage N°2) soutirant à partir des tanks TM4, TM5, TM6, CL1, CL2.

- pompes de soutirage :

(A) : pompe de soutirage ligne N° 4 vers conditionneuse 4.

(B) : pompe de soutirage ligne N° 3 vers conditionneuse 3.

(C) : pompe de soutirage ligne N° 2 vers conditionneuse 2.

(E) : pompe retour nettoyage tank.

- vanne de soutirage tank vers conditionneuses : V41, V42, V43, V31, V32, V33, V34, V35, V21, V22, V23, V24, V25.

Exemple : V42 : vanne de soutirage CL1 vers conditionneuse 4.

- vanne pied de tank : VT1, VT2, VT3, VT4, VT5, VT6, VT7, VT8.

- vanne pousse à l'eau : VP4, VP3, VP2.

- vanne de nettoyage conditionneuse : VN4, VN3, VN2.

- vanne retour nettoyage : VRN1, VRN2, VRN3, VRN4, VRN5, VRN6, VRN7, VRN8.

b- conditionneuses :

- réchauffeur (échangeur à plaque) : (R).

- Pompe de recirculation eau (F).
- Vanne alimentation vapeur VAP.
- Vanne modulante pour la régulation de température sortie réchauffeur VM.

- conditionneuse :

- Vanne arrivé produit VC1.
- Vanne d'évent VC2.
- Vanne nettoyage conditionneuse par boule trémie VC3.
- Vanne égout VC4 pour l'évacuation du produit non désiré au début et à la fin de soutirage (production).
- Bac retour de nettoyage.
- Pompe de retour de nettoyage de conditionneuse(G).
- Détecteur de niveau bas de bac de retour de nettoyage (BB).

L'ancien process est illustré par les schémas si dessous. (Voir **figure 2.1**et **figure 2.2**)

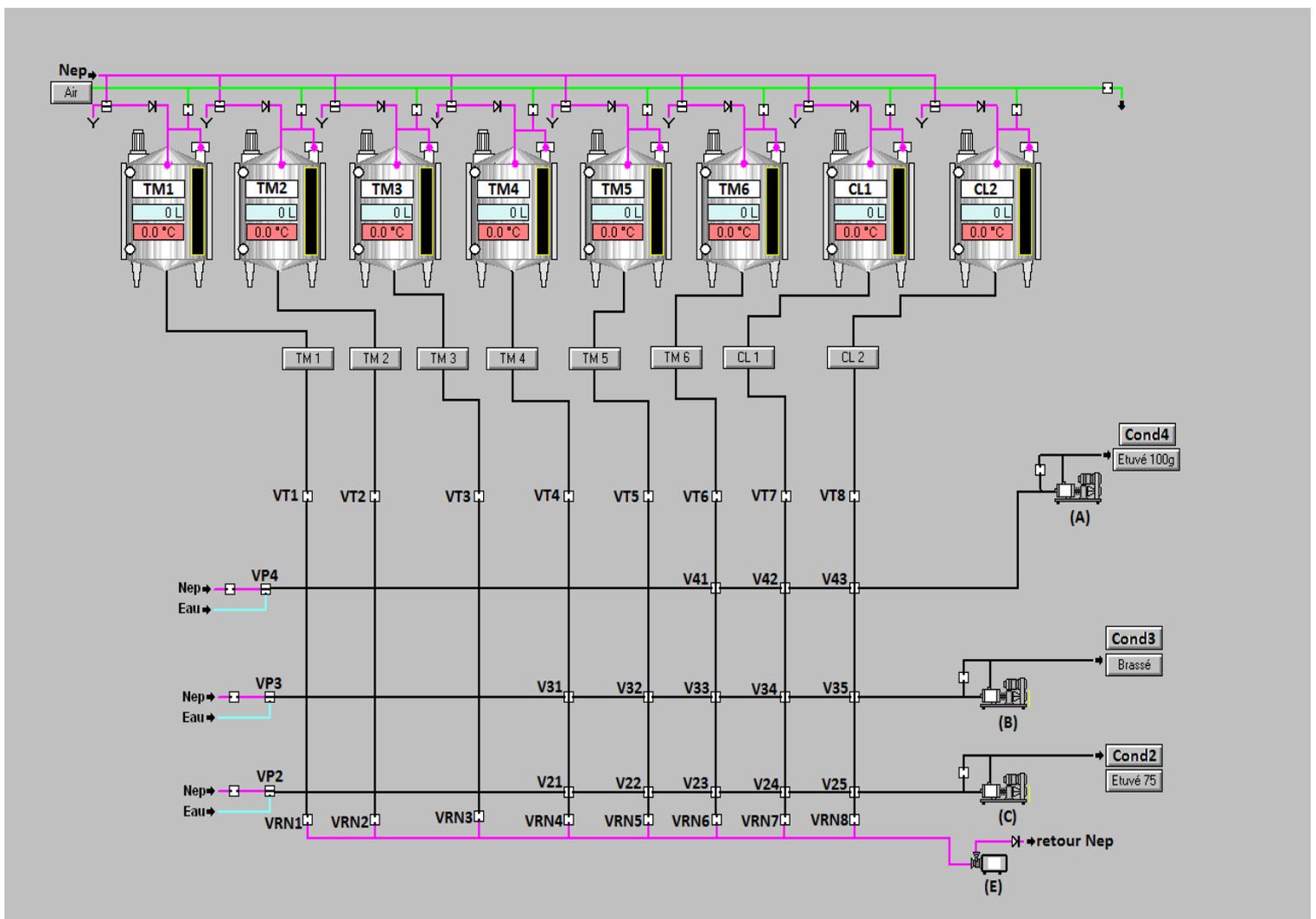


Figure 2.1 : Les lignes de soutirage de l'ancien process.

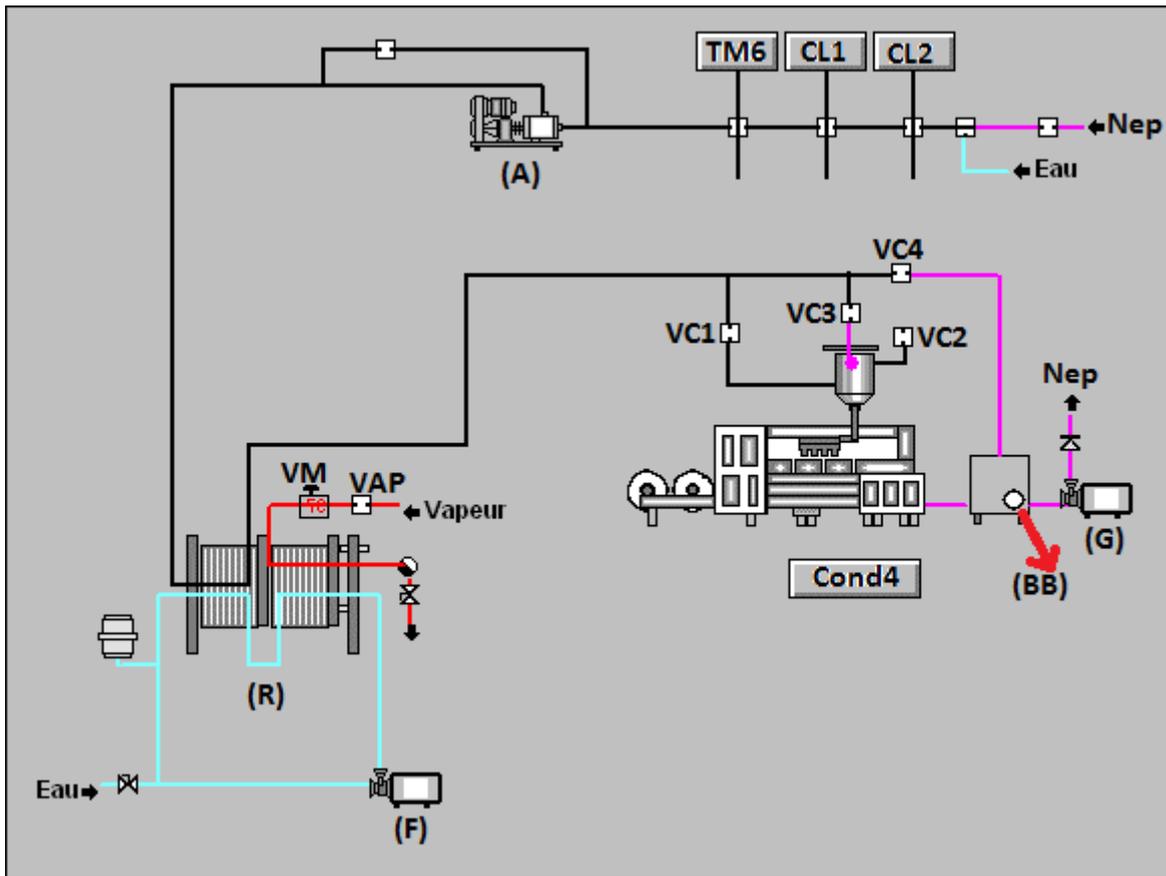


Figure 2.2 : la conditionneuse 4.

Une fois l'ancien système est présenté, la figure ci-dessous nous montre le nouveau process avec la modification qu'on a apportée en ajoutant la nouvelle ligne de soutirage nommé N9 vers la nouvelle conditionneuse en l'occurrence conditionneuse 9, Les éléments de ce nouveau système sont les suivants :

- le nouveau tank TM7.
- pompe de soutirage.
- vannes de soutirage.
 - V91 : vanne de soutirage TM6 vers conditionneuse 9.
 - V92 : vanne de soutirage CL1 vers conditionneuse 9.
 - V93 : vanne de soutirage CL2 vers conditionneuse 9.
 - V94 : vanne de soutirage TM7 vers conditionneuse 9.
- vanne de nettoyage conditionneuse (ligne de soutirage N° 9).
- vanne pousse à l'eau.
- nouveau réchauffeur nommé réchauffeur 9.
- nouvelle conditionneuse (cond9).

Le nouveau process est illustré par le schéma si dessous. (Voir **figure 2.3**et **figure 2.4**)

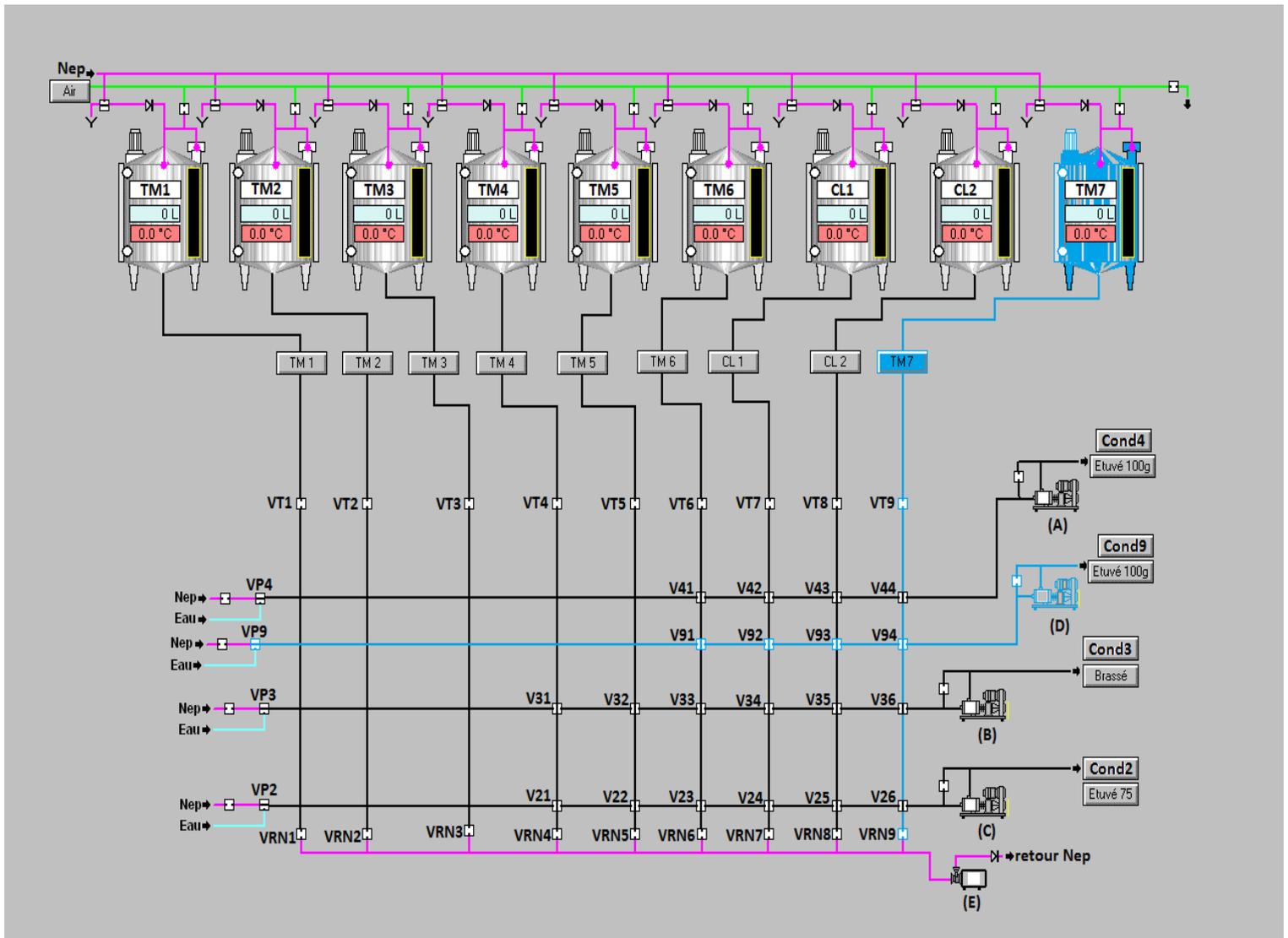


Figure 2.3 : Les lignes de soutirage du nouveau process.

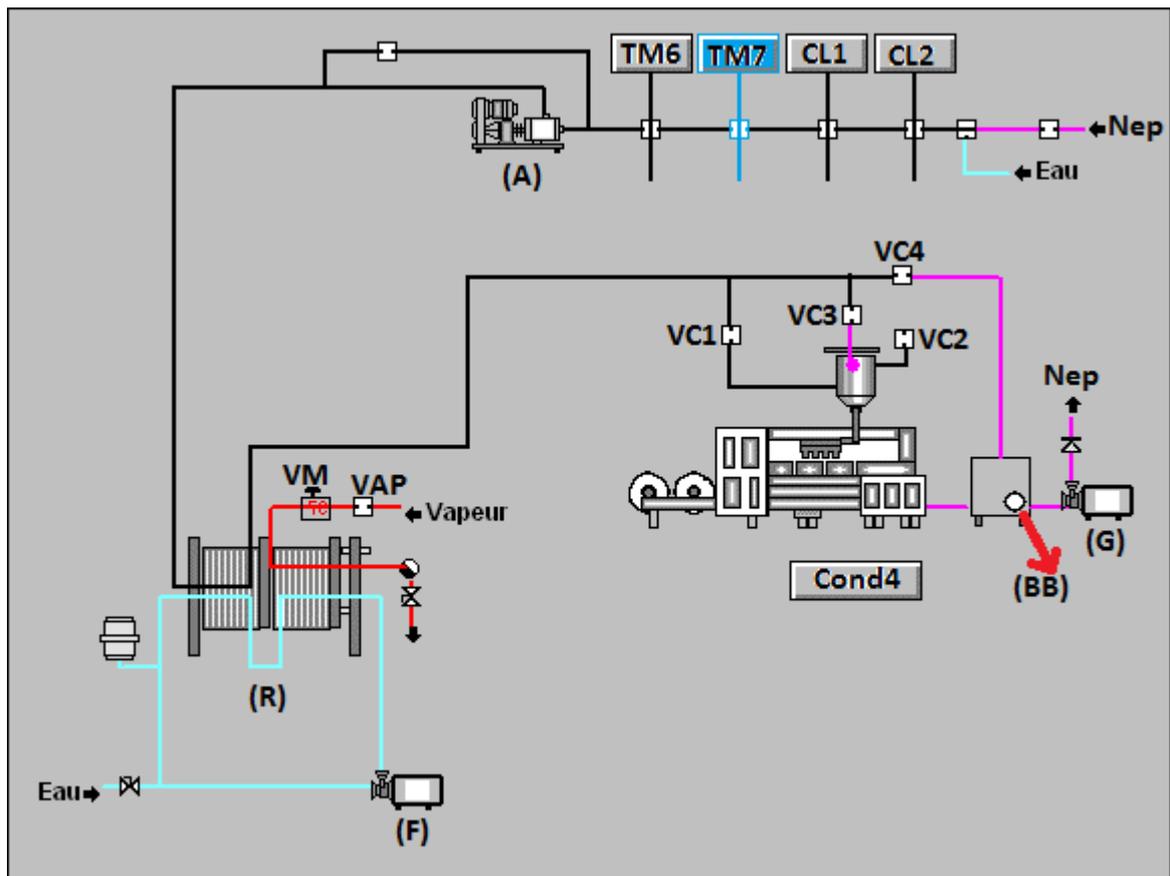


Figure 2.4 : Les nouvelle lignes de la conditionneuse 4.

2.2.2 Les conditions pour démarrer un cycle de soutirage :

Pour lancer un cycle de soutirage il faut que les conditions suivantes soient satisfaites :

1. La ligne de soutirage à lancer ne soit pas occupée par un soutirage ou un nettoyage.
2. Le tank ne soit pas occupé par un soutirage ou un nettoyage.
3. Tank est nettoyé.
4. Conditionneuse nettoyée.
5. Le tank est rempli du produit.
6. Compatibilité entre le contenu du tank et le contenu de la conditionneuse en cas de présence du produit dans la conditionneuse.
7. Quantité du tank supérieure à 100L.
8. Niveau bas tank atteint.
9. Conditionneuse en position de la production.

Exemple :

Soutirage de TM7 vers Conditionneuse 9 :

Etape 1 : Pousse de début :

- Ouverture de la vanne égout pendant un temps déterminé pour l'évacuation d'une certaine quantité du produit non désirée vers l'égout à travers le bac retour nettoyage.
- Ouverture de la vanne pied de tank.
- Ouverture de la vanne de soutirage.
- Forçage de la vitesse de pompe de soutirage à 70%

Etape 2 :

Une fois la pousse de début est terminée, on passe à l'étape de lancement production, les actions sont décrites ci-dessous :

- Activation de la boucle de régulation de niveau de la trémie en automatique (asservissement de la vitesse de la pompe de soutirage en fonction de niveau de la trémie et de la demande de produit par l'opérateur de la conditionneuse).
- Gestion des vannes de la conditionneuse en plein production :
 - . Ouverture de la vanne arrivé produit en cas de niveau de trémie inférieur à 80% et que le signal de demande de production est actif à partir des signaux d'échange entre la Cond9 et le processus.
 - . Ouverture de la vanne d'évent.
 - . Fermeture de la vanne boule de nettoyage.
 - . Fermeture de la vanne d'égout.
- Activation de la boucle de régulation de la température du produit (activation Régulation réchauffeur 9)
- Activer le signal de sortie soutirage en cours vers conditionneuse.
- En cas d'alarme la pompe de soutirage s'arrête et la boucle de régulation de réchauffeur sera désactivée

Etape 3 : Dans le cas de demande d'arrêt de soutirage ou niveau bas tank :

- Activation de la Pousse de fin de soutirage (temps prédéfini).
- Ouverture de la vanne pousse d'eau.
- Fermeture de la vanne arrivée du produit.
- Ouverture de la vanne d'égout.
- Activation de la pompe de soutirage à 50%.
- Fermeture de la vanne pied de tank.
- Fermeture de la vanne de soutirage.
- Désactivation de toutes les boucles de régulation.

2.3 Matériels utilisés : [10]

La station de Soutirage dispose des composants suivants :

2.3.1 Les électrovannes : [3]

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique. Il existe deux types d'électrovannes : tout ou rien (TOR) et proportionnelle (Vanne modulante).

a. Les tous ou rien (TOR) :

Les électrovannes dites *tout ou rien*, ont deux états possibles :

- Entièrement ouvertes.
- Entièrement fermées.

L'état change suivant qu'elles sont alimentées électriquement ou non. Il existe deux sortes d'électrovannes *tout ou rien* :

- Les électrovannes dites *normalement ouvertes*, qui sont entièrement ouvertes en l'absence d'alimentation électrique (absence de tension) et qui se ferment lorsqu'elles sont alimentées électriquement.
- Les électrovannes dites *normalement fermées*, qui sont entièrement fermées en l'absence d'alimentation électrique et qui s'ouvrent lorsqu'elles sont alimentées.

▪ **Vanne Delta SW4 :**

Les vannes d'arrêt et de dérivation Delta SW4 sont conçues pour être utilisées dans les domaines de l'industrie des brasseries et des boissons, mais aussi pour l'industrie des produits laitiers et autres produits alimentaires ainsi que pour les industries chimiques et pharmaceutiques.

La fonction principale des vannes Delta SW4 est de fermer (arrêter) et de changer la direction du flux par dérivation. Pour une exploitation comprenant un vérin pneumatique avec raccordement d'air est commandé par ressort.

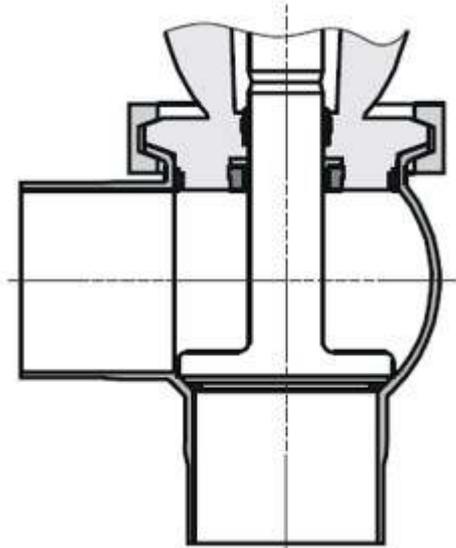
Les pièces intérieures du vérin ne demandent aucun entretien.

Le nettoyage interne de la vanne se fait lors du nettoyage NEP.

Pour le contrôle d'une vanne de type pneumatique, une unité de contrôle est installée sur la partie supérieure du vérin.

Les diodes électroluminescentes jaunes sur l'unité de contrôle indiquent la position de la vanne. En alternative à l'unité de contrôle, un support pour les détecteurs de proximité

équipé de diodes électroluminescentes pour indiquer la position de la vanne peut être monté sur le vérin.



(Voir **figure 2.5** et **figure 2.6** et **figure 2.7**)

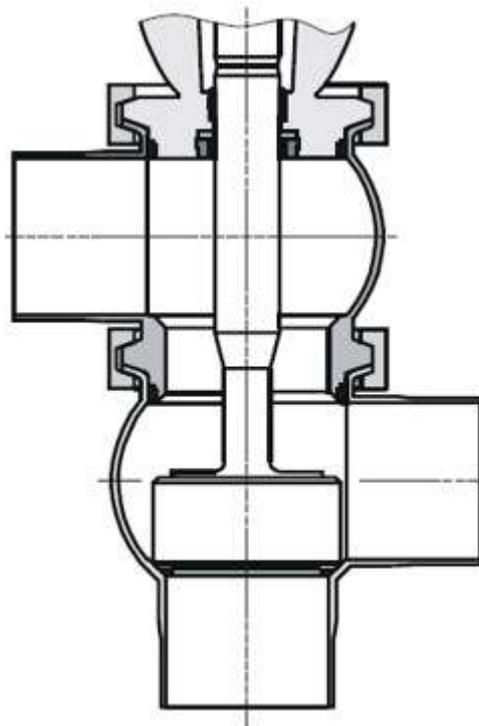


Figure 2.5: vanne d'arrêt.

Figure 2.6: vanne de dérivation.



Figure 2.7: Vanne Delta SW4.

bVanne Delta DA3+ :

Une vanne à double siège ultra-hygiéniques moderne, conçu pour répondre aux exigences les plus extrêmes de l'industrie de transformation d'hygiène dans le monde entier. Elle permet le passage de produits différents dans les deux corps de la vanne, une chambre de sécurité entre les deux corps exclu le mélange des différents produits.
(Voir **figure 2.8**)



Figure 2.8: VanneDelta DA3+.

b.1 Vanne en position "FERMEE" :

Les arbres de soupape inférieur et supérieur sont fermés par force de ressort et de séparer en toute sécurité les différents fluides A et B.

La chambre de fuite L qui est située entre les deux sièges de soupape, prévoit un écoulement libre et complètement dépressurisé au fond.

Les arbres de soupape sont équilibrées et, par conséquent, en toute sécurité contre les coups de bélier.

(Voir **figure 2.9**)

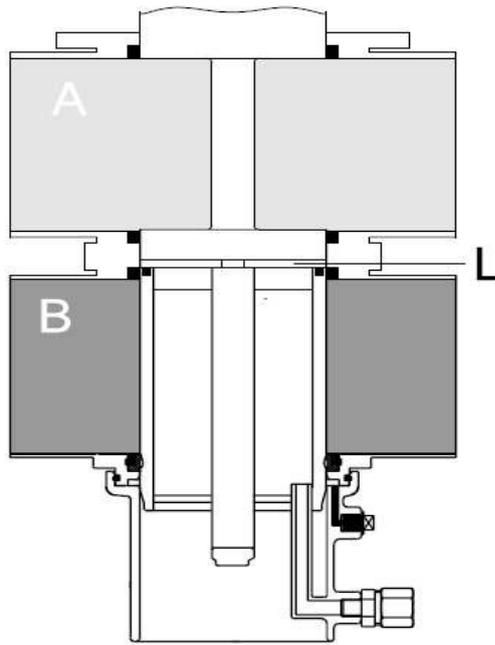


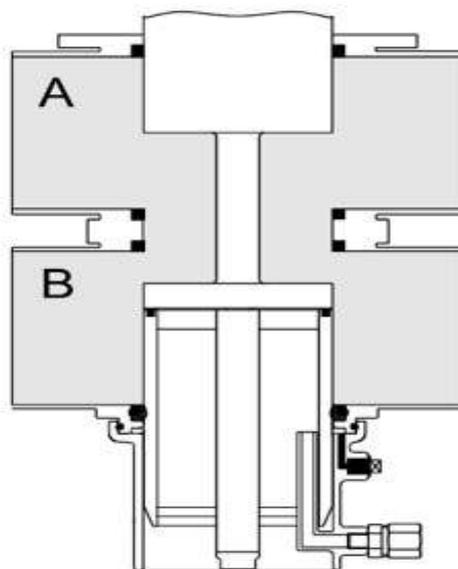
Figure 2.9: Vanne en position « FERMEE ».

b.2 Vanne en position "OUVERTE" :

Par commande du vérin, le siège de soupape supérieur est pressé contre le joint d'étanchéité du siège de soupape inférieur.

Ainsi, la chambre de fuite L est fermée par rapport à la chambre de produit.

Ensuite, les deux sièges de soupape se déplacent vers le bas dans la position ouverte mettant en communication les deux canalisations A et B.



(Voir figure 2.10)

Figure 2.10: Vanne en position « ouverte ».

c Vannes modulante :

La vanne automatique ou vanne de régulation est une soupape utilisée pour contrôler des conditions telles que le débit, la pression, la température et le niveau de liquide en totalité ou en partie d'ouverture ou de fermeture en réponse à des signaux reçus à partir des contrôleurs qui comparent un «point de consigne» à une «variable de processus» dont la valeur est fournie par des capteurs qui surveillent les changements dans ces conditions. La vanne de régulation est située avant l'échangeur, la boucle de courant utilisée est de 4-20 mA.

(Voir **figure 2.11**)



Figure 2.11: Vanne modulante.

2.3.2 Les capteurs :

a Capteur de température Thermo-résistances Pt 100 (Omnigrad TST) :

La sonde Pt 100 est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel (agroalimentaire, chimie, raffinerie...). Ce capteur permet de transformer l'effet du réchauffement en signal électrique. La sonde Pt 100 est équipée d'une thermorésistante qui constitue l'élément sensible. PT représente le mot platine qui est le matériel principal de la sonde.

Le thermomètre à résistance de platine fut développé en 1888. En Anglais on parle généralement de sonde RTD pour Resistance Temperature Detector.

Le model utilisé varie sur une plage de -200c° à +400c°.

(Voir **figure 2.12**)



Figure 2.12 : Capteur de température PT100.

b Capteur de niveau (sonde à tige 11371) :

La sonde 11371 est utilisée pour la détection de niveau dans les cuves de produits alimentaires liquides, par ex : lait, jus de fruit. C'est un détecteur de niveau conductor Grâce à ses matériaux anticorrosion pour la tige et l'isolation et à la compatibilité, la sonde est une solution idéale pour l'industrie agroalimentaire.

(Voir **figure 2.13**)



Figure 2.13 : Capteur de niveau.

2.3.3 Débitmètre (promass 83) :[3]

Promass 83 est un appareil destiné à mesurer le débit d'un liquide, sa technique de mesure repose sur le principe de la force de Coriolis.

La force de Coriolis dépend de la masse déplacée m , de sa vitesse ΔV dans le système, Lorsque le débit est nul, c'est à dire qu'il n'y a pas d'écoulement, les deux tubes oscillent enPhase (1), Lorsqu'il y a un débit massique l'oscillation des tubes est temporisée à l'entrée (2), et accélérées à la sortie (3).

(Voir figure 2.14)

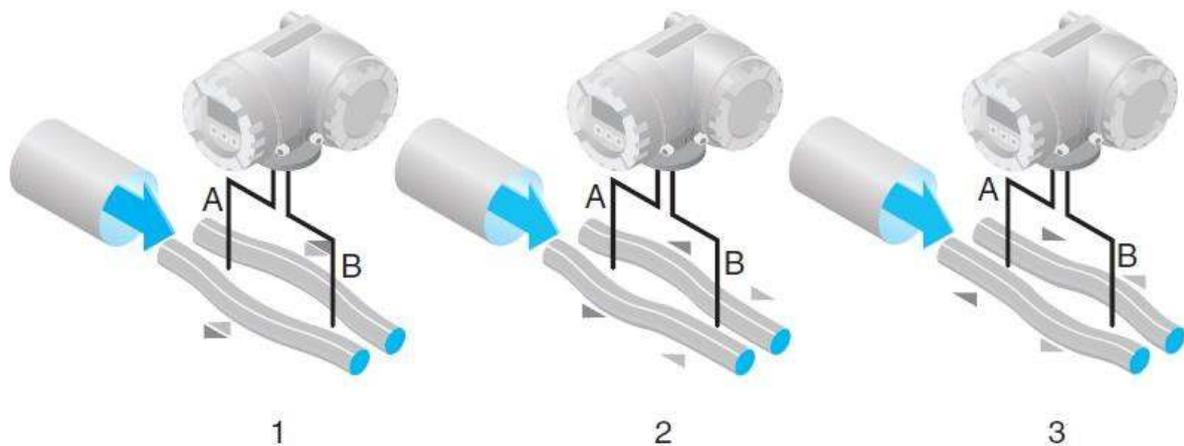


Figure 2.14: Schéma d'un Débitmètre Promass 83.

Mesure de masse volumique :

Les tubes de mesure sont toujours amenés à leur fréquence de résonance. Un changement de masse et donc de densité du système oscillant (tubes de mesure et produit) engendre une régulation automatique de la fréquence d'oscillation. La fréquence de résonance est ainsi fonction de la masse volumique du produit. Grâce à cette relation, il est possible d'exploiter un signal de masse volumique à l'aide du microprocesseur.

Mesure de température :

Pour la compensation mathématique des effets thermiques, on mesure en outre la température aux tubes de mesure. Ce signal correspond à la température du produit. Il est disponible pour des besoins externes.

Le débitmètre se retrouve dans chaque ligne de retour, il est utilisé comme un dispositif de sécurité pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuites.

(Voir figure 2.15)



Figure 2.15: Débitmètre Promass E.

2.3.4 Le clapet anti retour :

Le clapet anti-retour est approprié à de nombreuses applications dans les industries alimentaires, chimiques, pharmaceutiques, cosmétologiques ou biotechnologiques, pour empêcher le reflux du liquide véhiculé.

Le clapet s'ouvre lorsque la pression exercée en amont du clapet est supérieure à celle de l'aval. Dès que ces pressions s'équilibrent le clapet se ferme. Lorsque la contre pression est supérieure, elle plaque le clapet sur son siège. Le clapet doit être installé en position verticale.

(Voir figure 2.16)



Figure 2.16 : Clapet anti-retour.

2.3.5 L'échangeur de chaleur à plaque :

L'échangeur de chaleur à plaques comprend un bâti à serrage latéral, dans lequel est compressé un jeu de plaques embouties à froid. Les plaques sont munies de chevrons assurant un coefficient élevé de transfert de chaleur. (Voir figure 2.17)

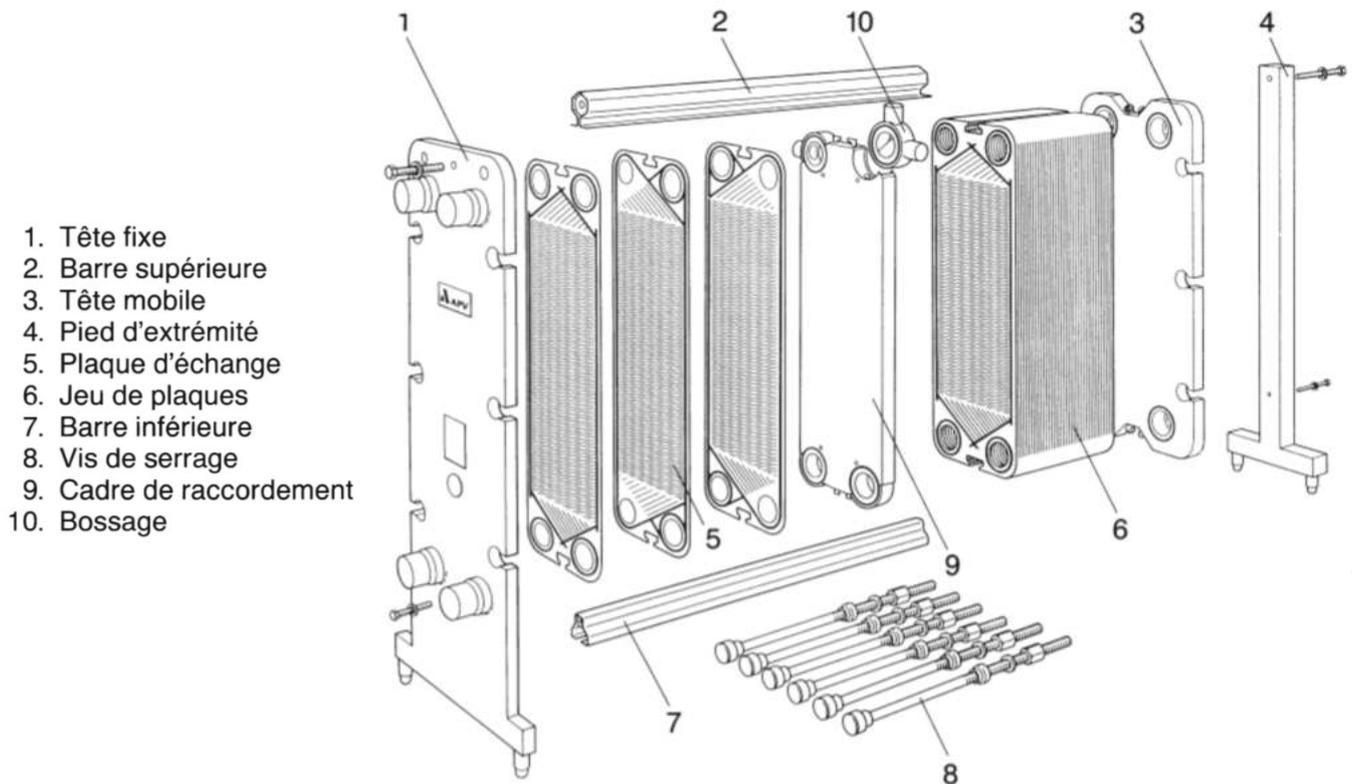
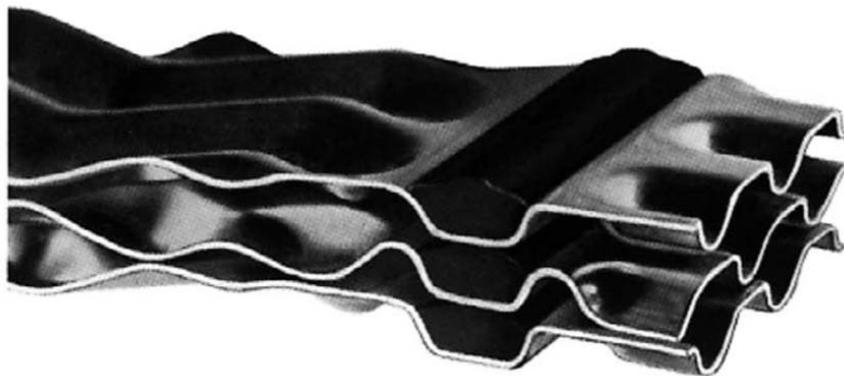


Figure 2.17 : schéma d'un échangeur de chaleur à plaque recouvert d'acier inoxydable.

Les plaques :

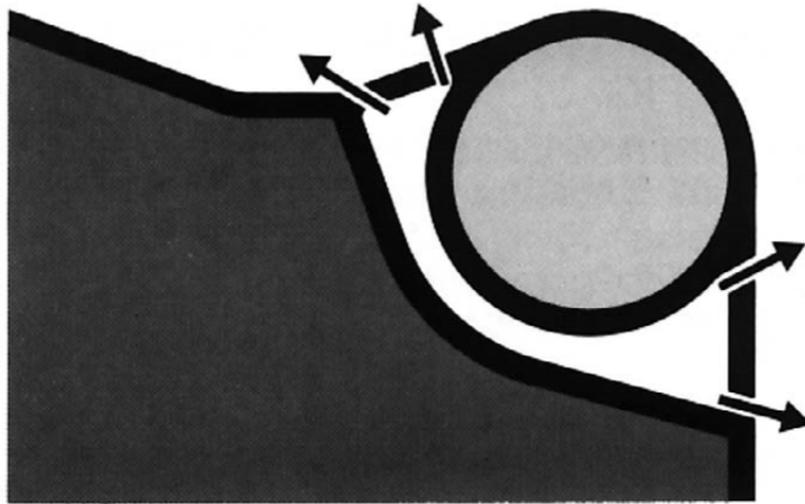
Les plaques sont équipées de joints et serrées de manière à assurer l'étanchéité entre les



fluides et l'atmosphère. (Voir **figure 2.18**)

Figure 2.18 : les plaques.

Les différents fluides sont séparés par un double joint autour de l'orifice d'arrivée.



(Voir **figure 2.19**)

Figure 2.19 : double joint.

Les plaques sont retournées 180° alternativement.

Le double joint bloque ainsi l'écoulement d'un des fluides un intervalle sur deux.

Le jeu de plaque forme un système de flux d'écoulement parallèle, ou deux fluides circulent – normalement en sens inverse – en alternance dans les intervalles. (Voir **figure 2.20**)

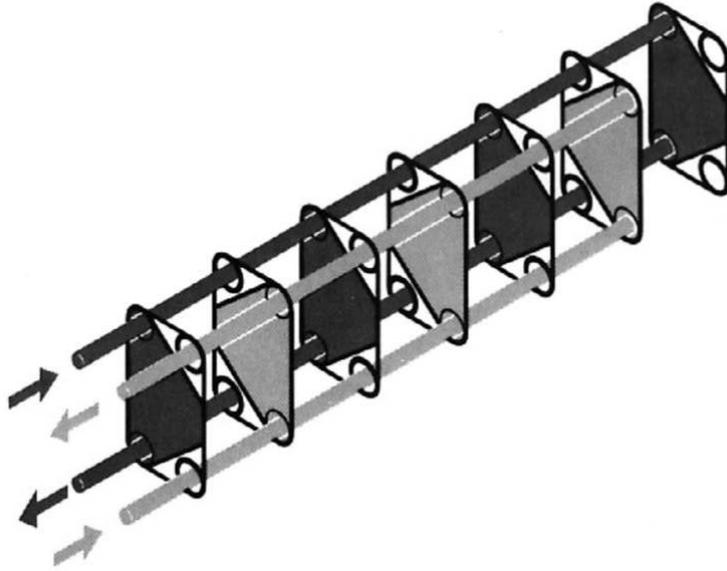


Figure 2.20 : Le système de flux d'écoulement parallèle.

Cadre de raccordement :

Il est nécessaire d'insérer des cadres de raccordement dans les échangeurs de chaleur à plaques qui traitent plusieurs produits à la fois.

Les cadres de raccordement divisent l'échangeur de chaleur à plaques en plusieurs sections séparées. Ils sont munis de bossages interchangeables. (Voir figure 2.21)

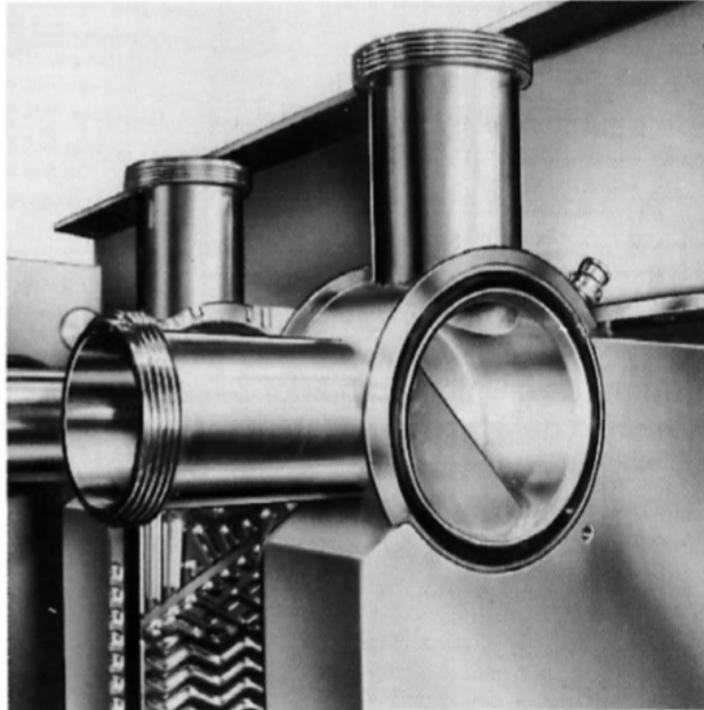


Figure 2.21 : Les bossages interchangeable.

Les bossages assurent le raccordement entre deux sections de l'échangeur et/ou entre l'échangeur et les tuyauteries.

Le bossage peut être muni de deux tubulures de raccordement pour liaison aux sections respectives de l'échangeur.

Plaques de séparation :

Les échangeurs à plusieurs sections, n'ayant pas de tubulure de raccordement sur le cadre de raccordement des sections, peuvent être munis de plaques de séparation (une plaque épaisse 2-10 mm) ou d'une plaque d'écoulement à obturations renforcées.

2.3.6 Variateur de vitesse :[9]

Un variateur de vitesse est un appareil électronique qui permet le réglage en continu de la vitesse de rotation d'un moteur à courant alternatif. Le variateur de vitesse commande la vitesse du moteur en convertissant la tension et la fréquence réseau fixes, par ex. 400 V / 50 Hz, en variables. Aujourd'hui, le moteur à courant alternatif commandé par un variateur de vitesse fait naturellement partie intégrante de tout type d'installation automatisée. Le variateur de vitesse est utilisé au niveau des pompes d'envoi.

Un variateur de vitesse redresse la tension alternative réseau en une tension continue puis convertit cette dernière en une tension d'amplitude et de fréquence variables. La tension et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités infinies de régulation de vitesse pour les moteurs standard triphasés à courant alternatif. (Voir **figure 2.22**)



Figure 2.22 : Variateur de vitesse (Danfoss VLT2800).

2.3.7 Pompe de pression (APV ZMS-4) :

La pompe est un moteur triphasé à cage d'écureuil protégé contre les projections d'eau, Toutes les parties de la pompe en contact avec le produit sont en acier Inoxydable antiacide. La pompe est dotée d'une roue montée Directement sur l'arbre du moteur.

Elle est destinée au nettoyage par Circulation de détergents chimiques, le débit peut arriver jusqu'à 70.000 litres/heure. (Voir **figure 2.23** et **figure 2.24**)

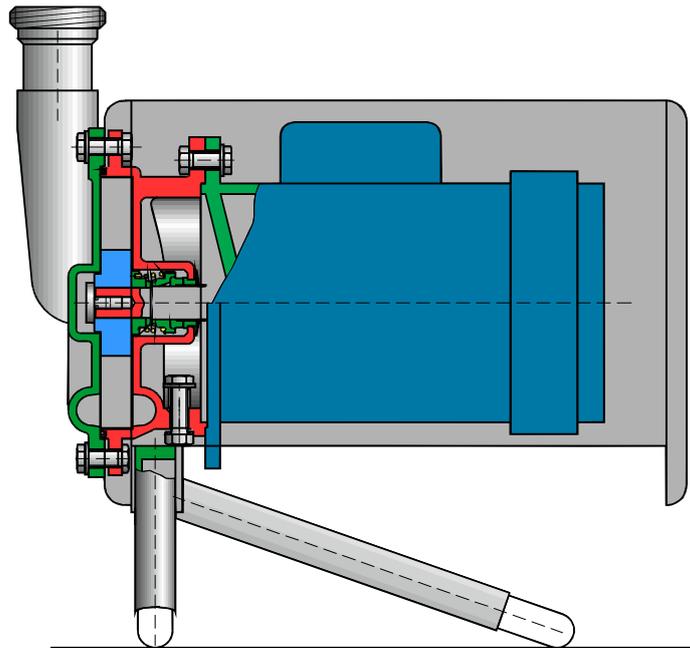


Figure 2.23 : Pompe de pression (Plan en coupe).

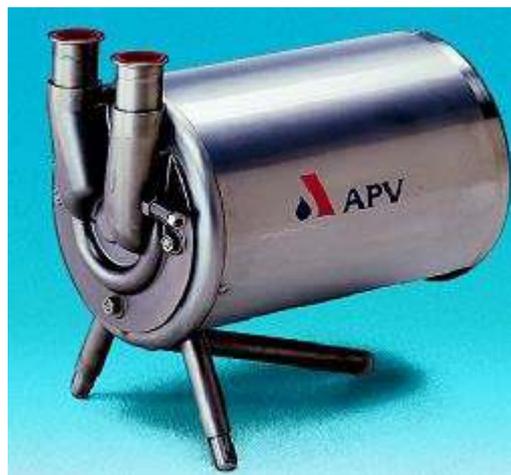


Figure 2.24 : Pompe de pression.

2.3.8 Les Tanks :

Dans le domaine de l'élevage laitier, un tank à lait (anglicisme) ou un réservoir à lait est un réservoir ou une cuve réfrigérateur du lait issu de la traite des animaux permettant de stocker et conserver celui-ci à une température ralentissant son altération jusqu'à sa transformation en fromage, beurre, lait stérilisé, etc.

Généralement fabriqué en acier inoxydable, il est nettoyé et désinfecté après chaque vidange. (Voir **figure 2.25**)



Figure 2.25 : Tanks de stockage.

2.3.9 Les boules de NEP :

Les Boules de NEP sont des têtes de pulvérisation, elle se trouvent dans les tanks, cuves, trémie industrielle, elles sont conçues pour le nettoyage sans démontage pour éviter les contaminations entre les différents produits, le nettoyage se fait par aspersion des surfaces au moyen de solutions chimiques, liquides nettoyeurs et rinçage à l'eau, avec circulation



dans toute l'installation. (Voir **figure 2.26**)

Figure 2.26 : boules de nettoyage en place.

2.3.10 Systèmes de contrôle industriel (Superviseur) :

Systèmes de contrôle industriel est un système informatique qui surveille et contrôle la station de soutirage.

Le Protocole de communication entre le PC Intégral et l'écran de superviseur se fait par le Profibus.

(Voir **figure 2.27** et **figure 2.28**)

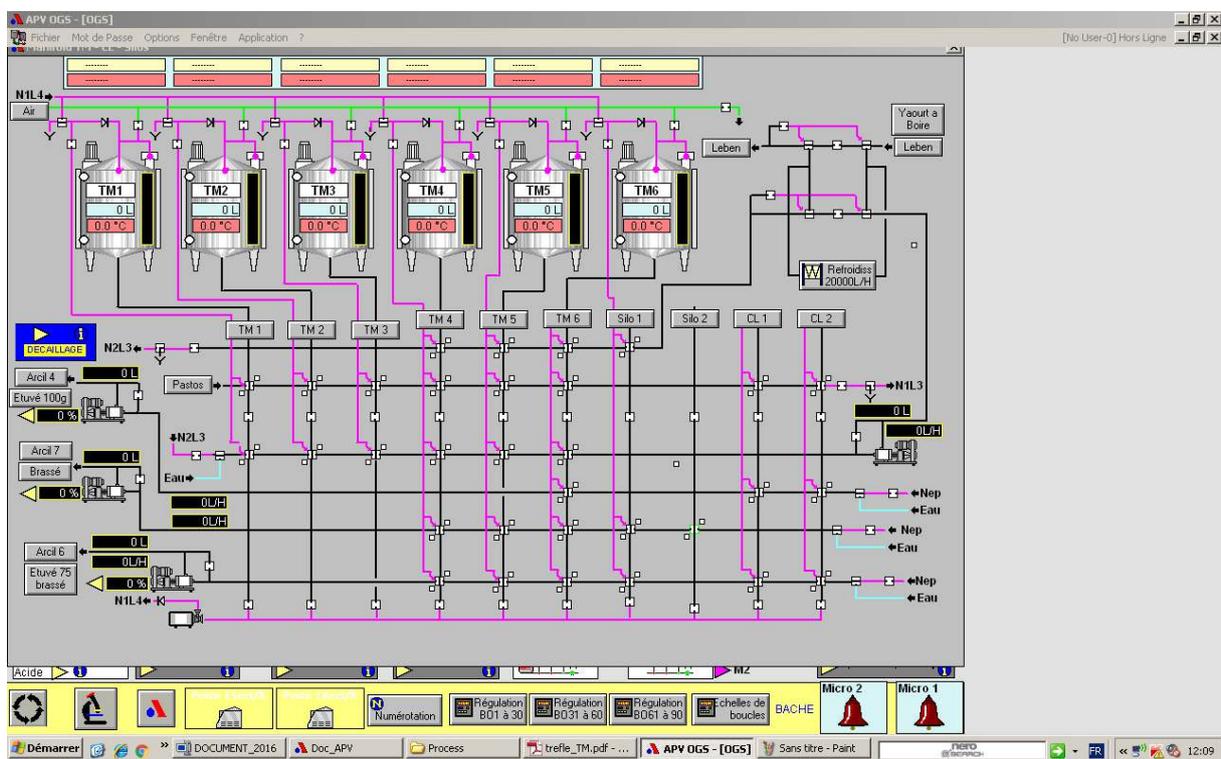


Figure 2.27 : représentation graphique de la station de soutirage.

Cette figure est pour visualiser en temps réel l'état actuel des capteurs et actionneurs.

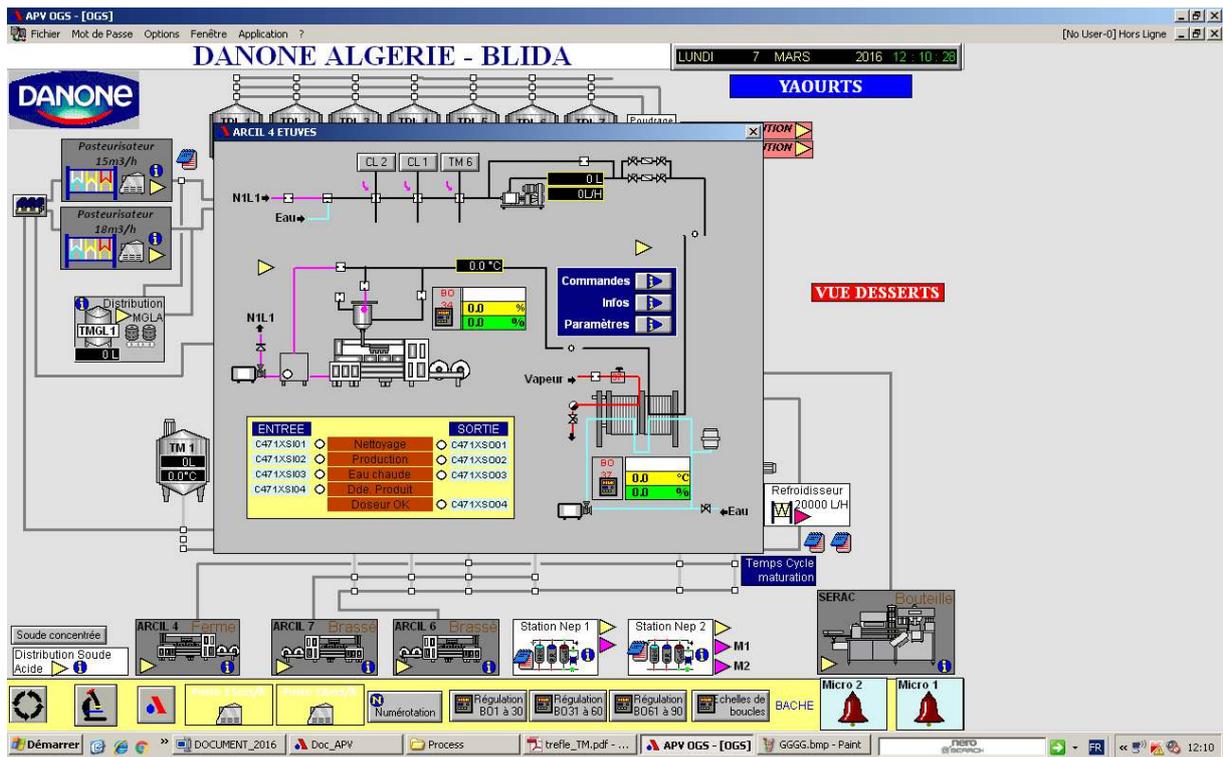


Figure 2.28 : fenêtre de commande.

Cette figure est pour visualiser le soutirage vers la conditionneuse avec une boucle de régulation.

2.3.11 Automate programmable :

La station de soutirage est programmée par un PC Intégral de marque APV, Dans l'armoire de la station de soutirage se trouve des modules entrées/sorties et module de communication pour envoyer les informations des capteurs et actionneurs au PC Intégral par un profibus.

2.4 Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté les différents matériels utilisés pour piloter la station ainsi que les capteurs et les actionneurs, et on a expliqué les différentes méthodes de soutirage.

Dans le chapitre suivant on va expliquer les différents logiciels utilisés et les méthodes de programmation.

Chapitre 4 Interface de supervision de la station de soutirage

4.1 Interface de supervision HMI :

Le développement d'une interface de supervision dans notre projet est nécessaire afin de pouvoir piloter et contrôler les différentes opérations liées au démarrage de la production par le lancement de soutirage de produit à partir des tanks vers les conditionneuses.

L'opérateur chargé de mener ces opérations a besoin de mettre à sa disposition toutes les informations qui le renseignent sur l'état de process à commander. Cependant, notre travail prend en charge toutes les exigences et les recommandations pour le bon fonctionnement de l'installation.

Ce chapitre présente les étapes suivies pour la création du superviseur, qui est répartie comme suit :

- choix de pupitre opérateur et configuration de la communication avec l'automate.
- déclaration des variables avec leur mnémonique.
- création des vues d'interface.
- définition des alarmes liées au dysfonctionnement ou anomalie enregistrée.
- exemple de commande de démarrage d'un soutirage avec simulation.

Toutes ces étapes décrites ci-dessus sont illustrées par des figures dans le but de comprendre aisément notre travail.

4.1.1 Choix de pupitre opérateur :

Le pupitre choisi porte la référence **MP 370 15" Touch 7.2.1.0**, ce choix est introduit dans l'application à partir de l'éditeur *paramétrage du pupitre* sous la fenêtre de projet comme le montre la figure suivante : (Voir **figure 4.1**)

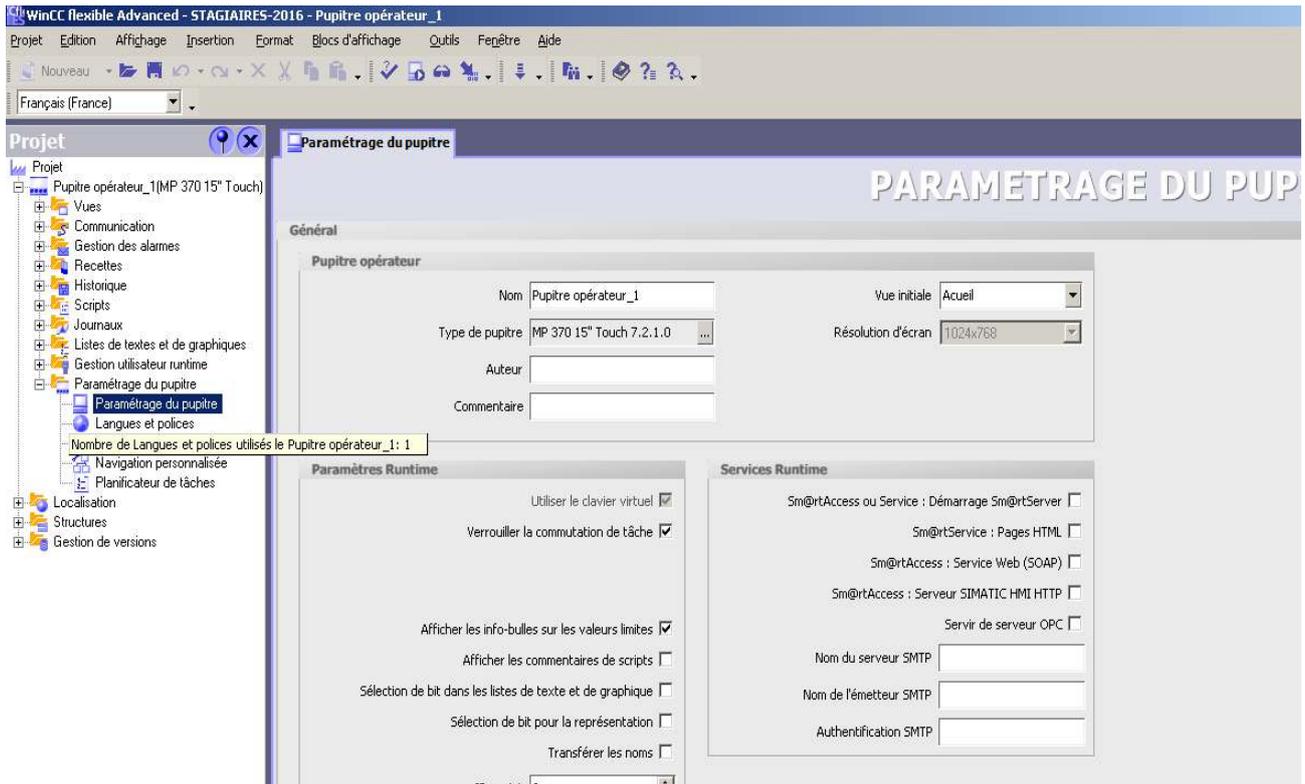


Figure 4.1 : choix du pupitre.

Une fois le type du pupitre est choisi, il faut configurer la liaison de communication entre le pupitre et l'automate défini précédemment dans la partie de la programmation, cette configuration est effectuée dans l'éditeur *Communication*, le système final es représenté dans la figure ci-dessus : (Voir **figure 4.2**)

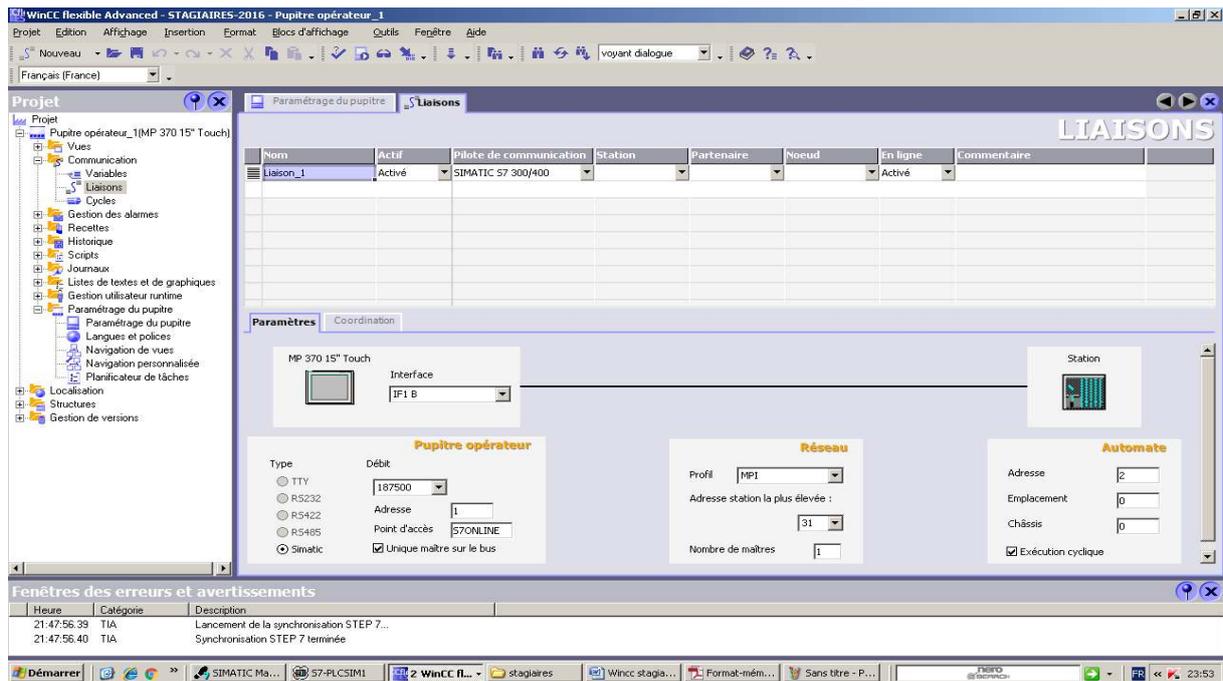


Figure 4.2 : liaison de communication entre le pupitre et l'automate.

4.1.2 déclaration des variables :

Les variables permettent de communiquer, c.-à-d. d'échanger des données entre les composants d'un process automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate p. ex, ces variables sont déclarées sous l'éditeur *Communication* comme le représente la figure ci-dessus : (Voir figure 4.3)

Nom	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acquisi...	Mode d'acquisition ar
Réponse code démarrage	Int	<indéfini>	MW 420	1	1 s	Cyclique en continu
sélection conditionneuse 9	Bool	<indéfini>	M 301.5	1	1 s	Cyclique en continu
identification arrêt soutirage	Int	<indéfini>	MW 454	1	1 s	Cyclique en continu
quantité CL1	Int	<indéfini>	MW 418	1	1 s	Cyclique en continu
Dem_produit_C4	Bool	<indéfini>	M 606.1	1	1 s	Cyclique en continu
contenu TM7	Int	<indéfini>	MW 416	1	1 s	Cyclique en continu
Soutirage cond 4 en cours	Bool	<indéfini>	M 400.4	1	1 s	Cyclique en continu
NIV_HAUT_TM6	Bool	<indéfini>	M 607.2	1	1 s	Cyclique en continu
contenu CL1	Int	<indéfini>	MW 410	1	1 s	Cyclique en continu
NIV_HAUT_CL2	Bool	<indéfini>	M 607.5	1	1 s	Cyclique en continu
fonction CL1	Int	<indéfini>	MW 444	1	1 s	Cyclique en continu
YC92	Bool	<indéfini>	M 603.3	1	1 s	Cyclique en continu
sélection TM6	Bool	<indéfini>	M 301.2	1	1 s	Cyclique en continu
fonction TM7	Int	<indéfini>	MW 460	1	1 s	Cyclique en continu
couleur fond conditionneuses	Bool	<indéfini>	M 300.2	1	1 s	Cyclique en continu
Nettoyage cond 9 en cours	Bool	<indéfini>	M 401.3	1	1 s	Cyclique en continu
NIV_HAUT_TM7	Bool	<indéfini>	M 607.3	1	1 s	Cyclique en continu
contenant CONDITIONNEUSE 4	Int	<indéfini>	MW 500	1	1 s	Cyclique en continu
VN3	Bool	<indéfini>	M 602.2	1	1 s	Cyclique en continu
Dem_Net_C9	Bool	<indéfini>	M 606.5	1	1 s	Cyclique en continu
C_4_PROD	Bool	<indéfini>	M 606.0	1	1 s	Cyclique en continu
contenant CL2	Int	<indéfini>	MW 434	1	1 s	Cyclique en continu
code démarrage soutirage	Bool	<indéfini>	M 300.6	1	1 s	Cyclique en continu
VARIABLE CODE DEMARRAGE	Bool	<indéfini>	M 301.6	1	1 s	Cyclique en continu

Figure 4.3 : déclaration des variables.

4.1.3 création des vues :

Dans le projet on peut créer plusieurs vues, chacune est définie afin de présenter un process particulier à visualiser sur l'écran par l'utilisateur.

Les vues créés dans notre projet représentent le process de soutirage depuis les tanks jusqu'au conditionneuse, ces vues sont créées grâce à l'éditeur *Vues* et sont représentées dans la figure qui suit : (Voir **figure 4.4**)

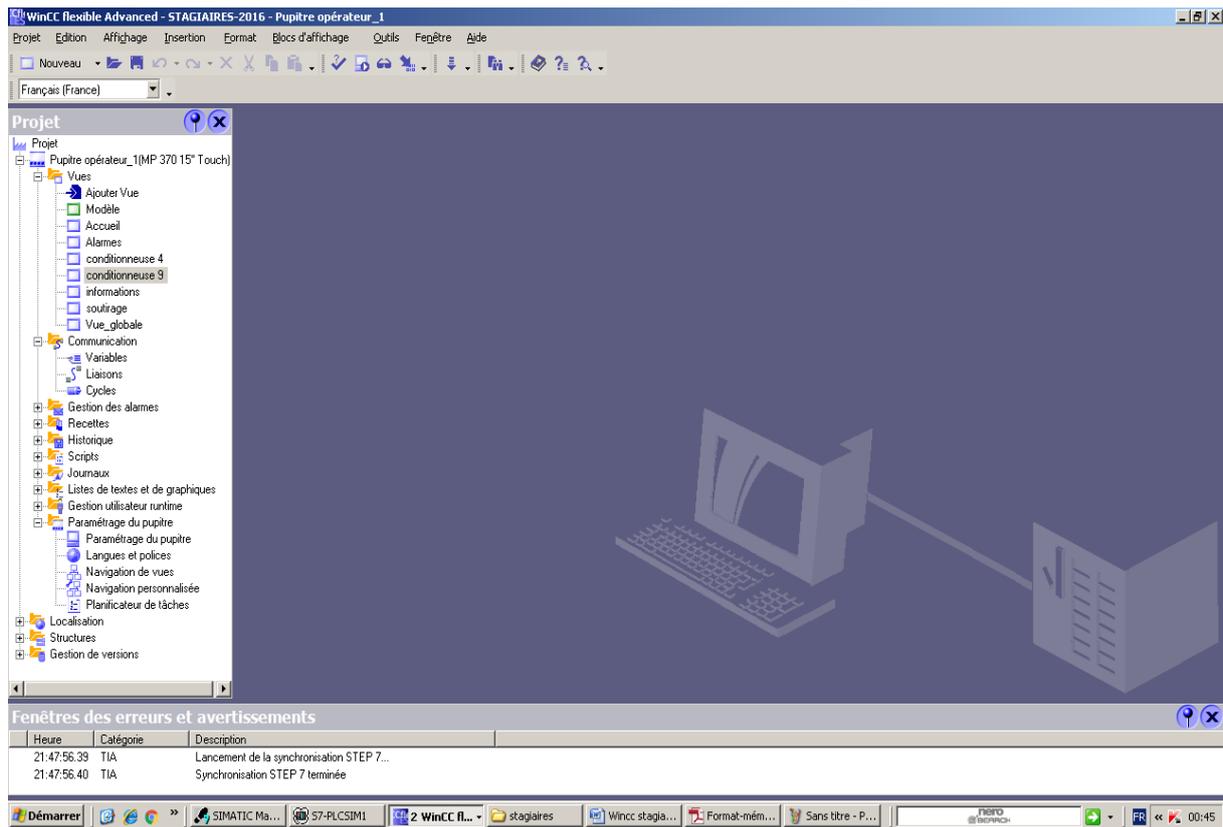


Figure 4.4 : Création des vues.

Les vues créés sont :

- 1- Accueil.
- 2- Alarmes.
- 3- Conditionneuse 4.
- 4- Conditionneuse 9.
- 5- Informations.
- 6- Soutirage.
- 7- Vue_ globale.

Par la suite on traite en détail toutes les vues citées précédemment.

4.1.3.1 Vue Accueil :

Cette vue ne présente aucun process mais elle est créée pour être la principale, à partir de laquelle on peut accéder à toutes les autres vues et cela grâce à la touche de menu montré sur la figure suivante : (Voir **figure 4.5**)

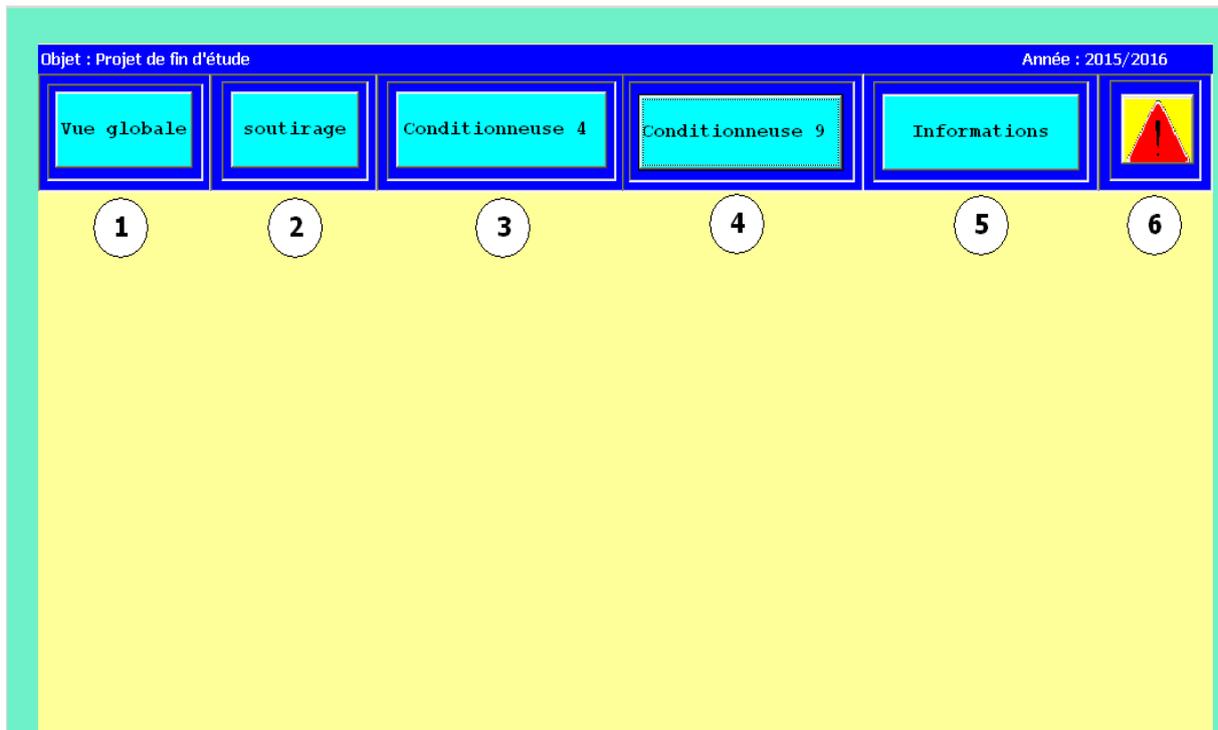


Figure 4.5 : Vue Accueil.

- (1) : permet l'accès à la vue globale de notre process.
- (2) : à partir de ce bouton on accède à la vue soutirage pour effectuer la commande de démarrage et l'arrêt de soutirage.
- (3) : l'appui sur cette touche nous affiche la vue de conditionneuse 4.
- (4) : la vue de la conditionneuse 9 est apparue en cliquant sur ce bouton.
- (5) : l'accès à la vue informations liées au tank et conditionneuses est effectué en appuyant sur cette touche.
- (6) : la vue alarmes est visualisée depuis ce bouton.

4.1.3.2 Vue globale :

Le process dont l'étude est réalisée dans ce projet est visualisé dans cette vue, tout en montrant les deux lignes de soutirage en l'occurrence la ligne vers la conditionneuse 4 et la ligne vers la conditionneuse 9.

Comme décrit et expliqué dans les chapitres précédents, la ligne de soutirage vers la conditionneuse 9 fait notre objet d'extension et de la modification apporté par notre travail.

La figure ci-dessous regroupe tous les éléments qui forment le process étudié en incluant tous les nouveaux éléments tel que :

- La conditionneuse 9.

- Le réchauffeur 9.
- Les actionneurs : pompe de soutirage, vannes de soutirage, vanne air stérile, et pousse eau, vanneNEP.
- Tank TM7.

On peut accéder aux autres vues à partir des boutons de menu supérieur. (Voir **figure 4.6**)

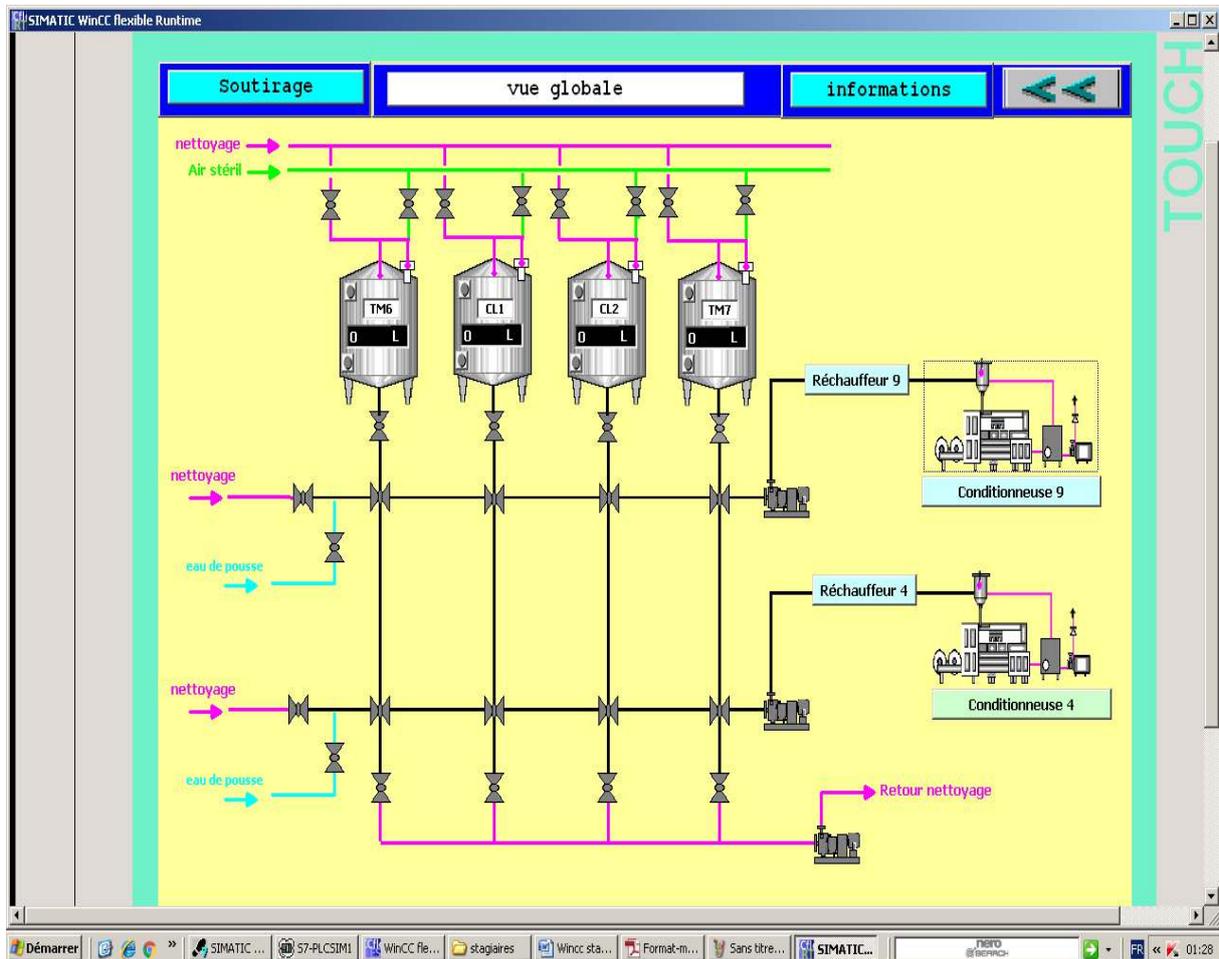


Figure 4.6 : Vue globale.

4.1.3.3 Vue conditionneuse 4 et Conditionneuse 9 :

Cette vue nous permet de visualiser et contrôler l'état des éléments de la ligne de soutirage vers la conditionneuse.

Le type de composant des deux vues conditionneuses 4 et 9 est les même, sauf on les distingue par leur adresse et leur nom symbolique. (Voir **figure 4.7**)

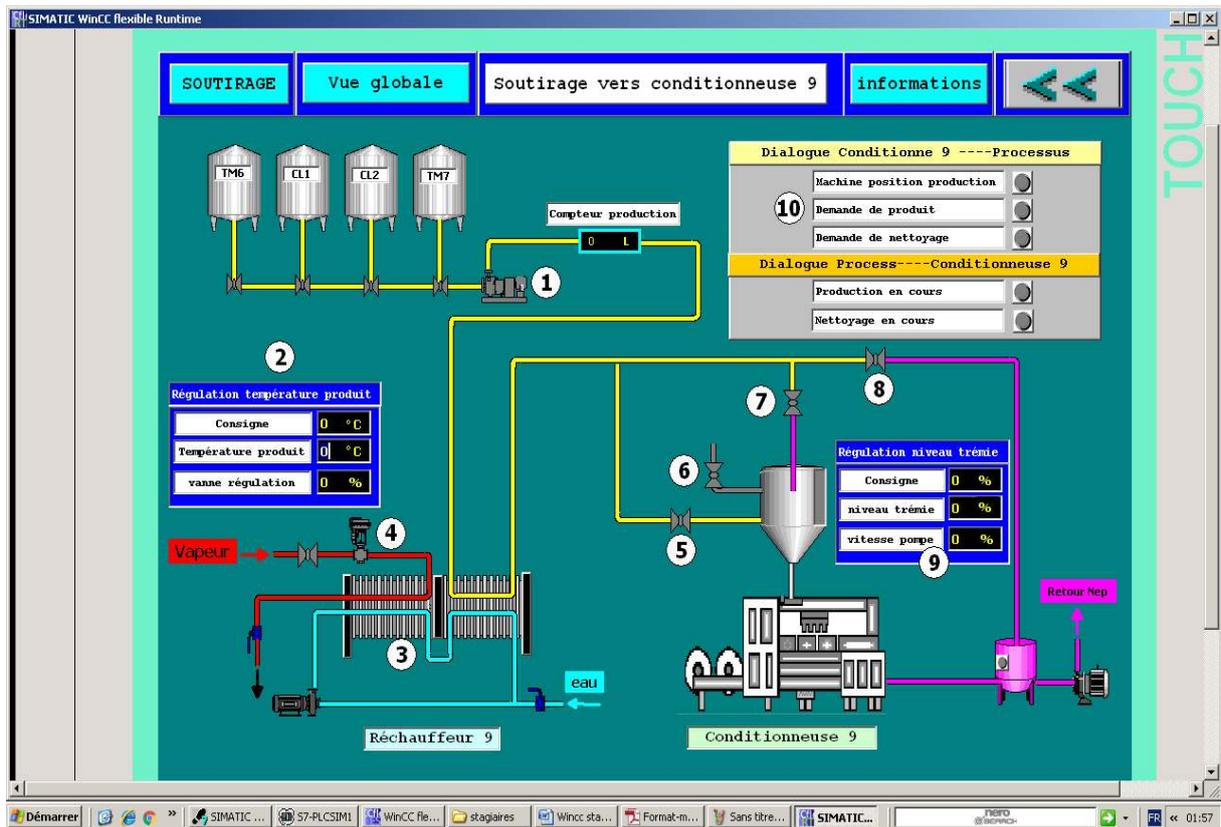


Figure 4.7 : Vue conditionneuse 4 et Conditionneuse 9.

Description des éléments sélectionnés dans la vue :

- 1- Pompe de soutirage tank vers la conditionneuse 9.
- 2- Boucle de régulation de la température de produit sortie réchauffeur 9.
- 3- Réchauffeur 9.
- 4- Vanne modulante pour la régulation.
- 5- Vanne arrivé produit trémie conditionneuse 9.
- 6- Vanne évent.
- 7- Vanne boule de nettoyage.
- 8- Vanne égout (évacuation).
- 9- Boucle de régulation de niveau de la trémie de conditionneuse 9 asservi à la pompe de soutirage.
- 10- Signaux d'échange en process vers conditionneuse 9 et entre conditionneuse 9 vers process.

Le même raisonnement est appliqué à la conditionneuse 4 représentée sur la figure qui suit :
(Voir **figure 4.8**)

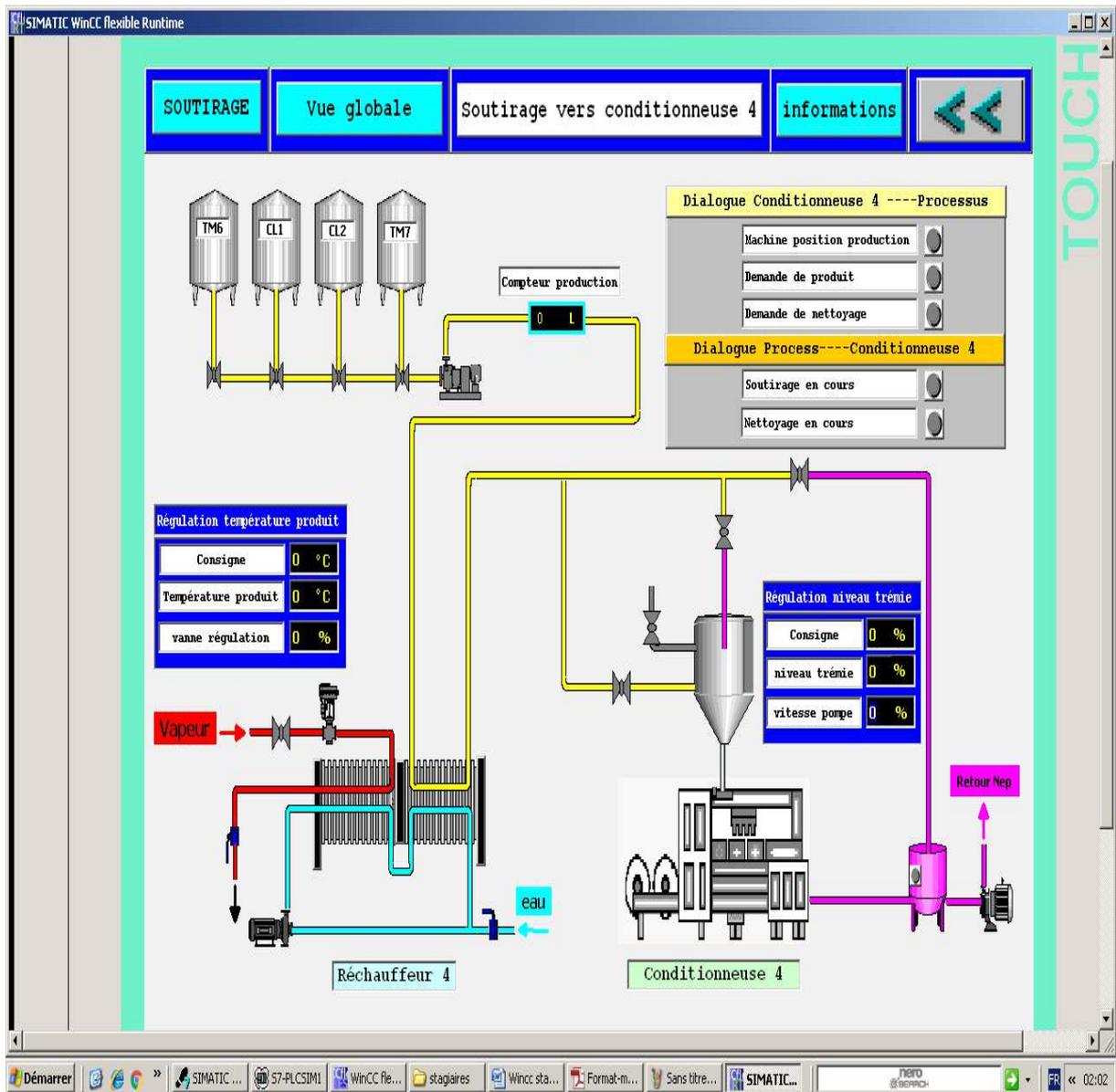


Figure 4.8 : Conditionneuse.

4.1.3.4 Vue soutirage :

La commande de démarrage ou l'arrêt de soutirage est réalisé à partir de cette vue. (Voir figure 4.9)

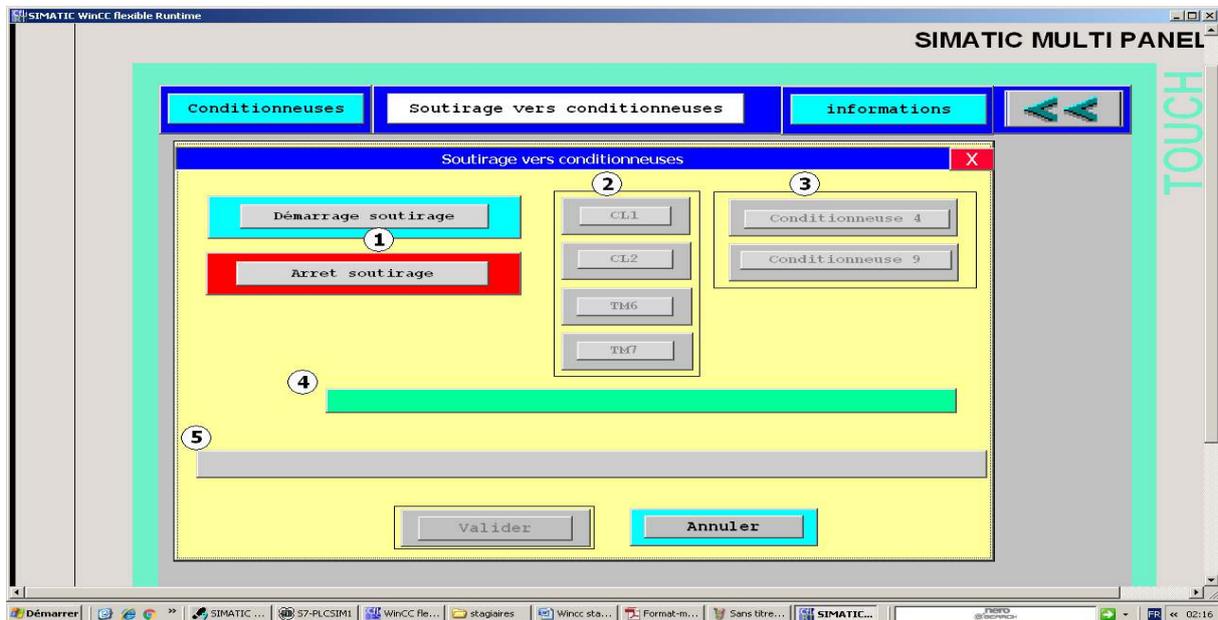


Figure 4.9 : Vue soutirage.

Pour exécuter une commande de démarrage de soutirage on procède comme suit :

- 1 - dans la zone (1) on clique sur le bouton démarrage soutire.
- 2 - une fois cliquer sur la zone, la zone (2) soit active pour nous permettre la sélection de tank à soutirer.
- 3 -En fin la conditionneuse vers laquelle on soutire le produit est choisie à partir de la zone (3).
- 4- la zone (4) affiche un message indiquant en détail la commande exécutée par l'opérateur.
- 5 – la zone (5) représente une réponse de l'automate par rapport à la commande en affichant un message de diagnostic qui autorise ou non la commande, la zone prend une couleur rouge avec clignotement en cas de présence d'un défaut qui empêchant l'exécution de la commande. Cependant, dans le cas contraire la zone prend la couleur verte en autorisant l'exécution de la commande, ci-après deux figures illustrant les deux cas de réponses.

Premier cas : présence d'un défaut :

Le choix de commande : lancement de démarrage soutirage de CL1 vers la conditionneuse 4.
(Voir **figure 4.10**)

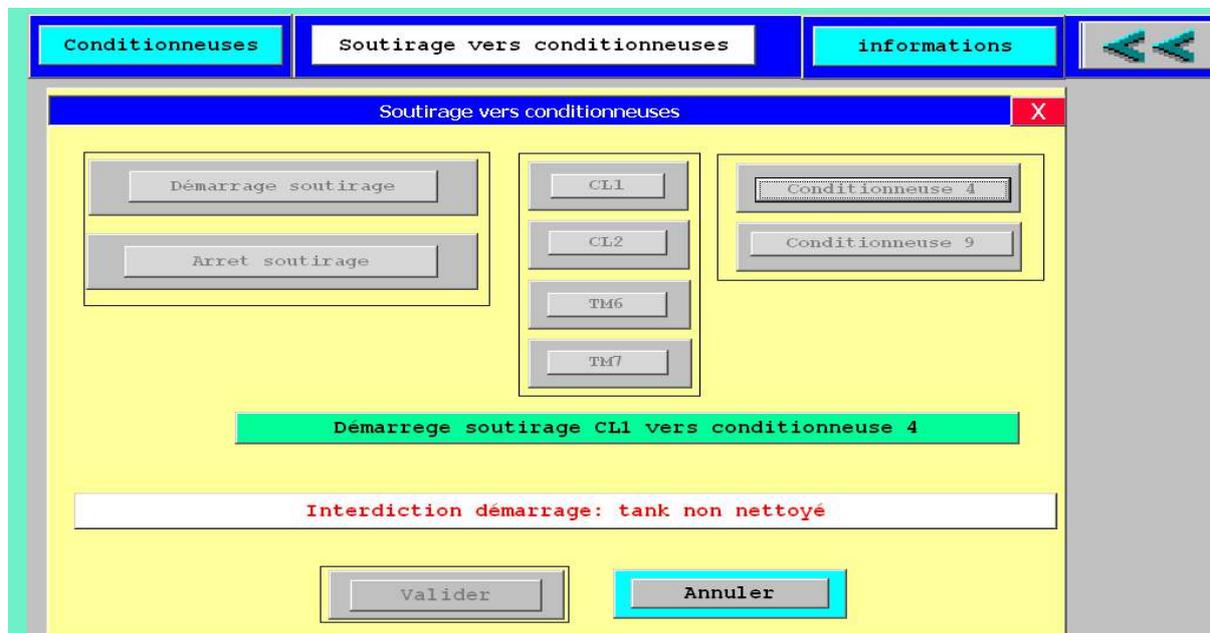


Figure 4.10 : Choix de commande.

La figure montre que l'exécution de la commande de démarrage de soutirage de CL1 vers la conditionneuse 4 est interdite suite à la présence d'un défaut en l'occurrence :

Tank non nettoyé : le tank n'a pas été nettoyé après un soutirage effectué précédemment

Le bouton valider soit toujours inactif et non accessible tant que le défaut est présent.

Deuxième cas : non présence d'un défaut :

(Voir **figure 4.11**)

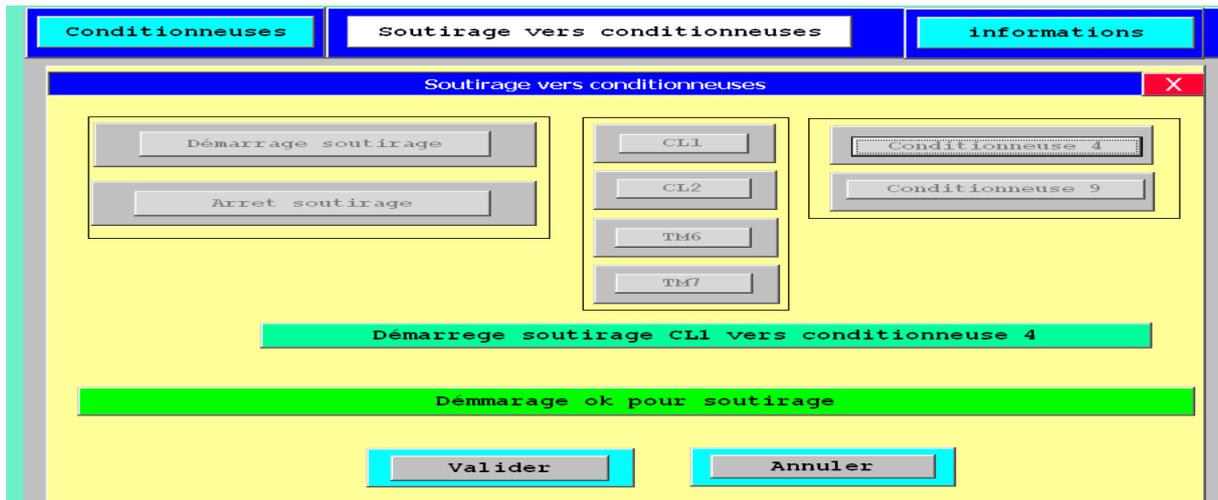


Figure 4.11 : validation de soutirage.

La figure indique que le commande de démarrage de soutirage de CL1 vers la conditionneuse 4 est autorisé, il suffit que d'appuyer sur le bouton **valider** pour lancer le démarrage.

4.1.3.5 Vue informations :

Cette vue nous renseigne sur différentes informations à visualiser par l'opérateur pour contrôler son process et de voir l'état des deux lignes de soutirage, la figure ci-dessous représente le dernier cas cité précédemment lors de démarrage de soutirage de CL1 la conditionneuse 4. (Voir **figure 4.12**)

Informations sur Conditionneuses			
	Contenant	Contenu	Fonction
Conditionneuse 4	produit	jus	soutirage en cours
Conditionneuse 9			

Informations sur Conditionneuses			
	Contenant	Contenu	Fonction
CL1	produit	jus	soutirage en cours

Figure 4.12 : Vue informations.

A partir de la figure ci-dessus on peut visualiser les informations suivantes :

1- **Le contenant** : représente la classe du contenu, dans notre cas c'est un produit c'est-à-dire la classe du contenu jus est le produit.

Les différentes classes qu'on a programmées :

- produit.
- solution de nettoyage.
- eau de pousse.

2- **le contenu** : c'est le type de constituant se trouvant dans la conditionneuse ou le tank

Dans notre cas est le jus.

Pour les autres contenus programmés dans l'application sont :

- eau propre – yaourt ferme – brassé – jus –eau de pousse.

3 – **fonction** : nous informe sur le la commande en cours d'exécution.

Dans notre cas est : Soutirage en cours (exemple cité précédemment)

Les autres fonctions programmées sont :

- prête pour soutirage – pousse de début – pousse de fin – nettoyage en cours.
- attente nettoyage.

4.1.3.6 Vue Alarmes :

Les défauts de dysfonctionnement de process sont affichés dans cette vue, l'opérateur peut être alors informé de la cause de l'arrêt de process et être dirigé vers l'endroit d'origine de défaut, la figure suivante montre un exemple de défauts. (Voir **figure 4.13**)

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
8	10:15:23	02/06/2016	A	niveau haut trémie conditionneuse 9	0
5	10:15:18	02/06/2016	A	défaut température haute réchauffeur 4	0
1	10:15:14	02/06/2016	A	défaut pompe de soutirage vers conditionneuse 4	0

Figure 4.13 : Vue alarmes.

D'après la figure on visualise trois défauts avec leur numéro et date et heure d'apparition :

Défaut 8 : niveau haut trémie conditionneuse 9.

Défaut 5 : défaut température haute réchauffeur 4.

Défaut 1 : défaut pompe de soutirage vers conditionneuse 4.

4.2Exemple de démarrage de soutirage :

L'exemple qu'on va citer ci-après représente le démarrage de soutirage de CL1 vers la conditionneuse4, la figure de commande est présentée dans la vue soutirage, il reste à visualiser les actions qui se passent dans les autres vues.

Vue globale :(Voir figure 4.14)

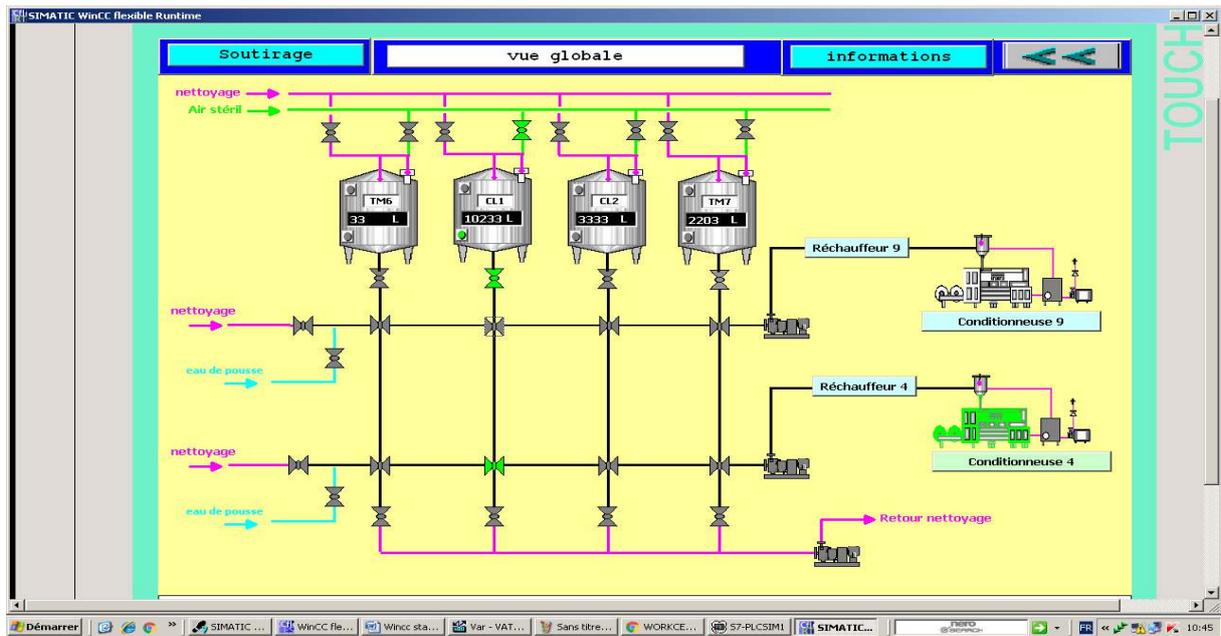


Figure 4.14 : Vue globale.

D'après la figure ci-dessous on visualise les actions suivantes :

- ouverture vanne de soutirage CL1 vers la conditionneuse 4.
- ouverture vanne pied de tank CL1.
- niveau bas tank CL1 atteint.
- quantité de CL1 est de 10233 L.
- la conditionneuse 4 prend la couleur verte qui signifie qu'elle est en court de soutirage.

Vue conditionneuse 4 :(Voir figure 4.15)

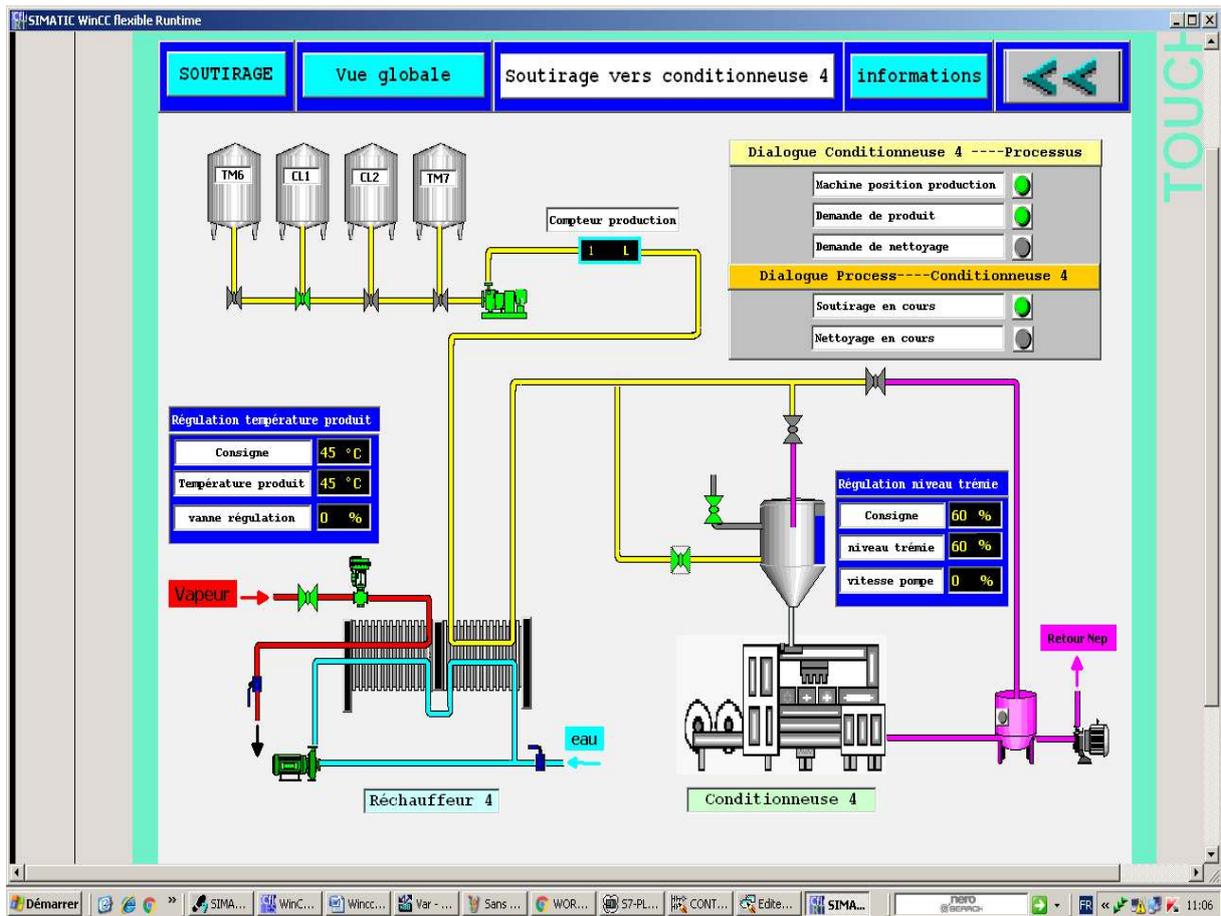


Figure 4.15 : Vue Conditionneuse 4.

Les actions visualisées à partir de la vue :

- vanne alimentation vapeur réchauffeur 4 ouverte.
- consigne température réchauffeur 4 atteinte (45 ° C).
- pompe de soutirage active.
- vanne arrivé produit ouverte.
- vanne évent ouverte.
- consigne niveau trémie atteinte (60%).
- signal machine en position production actif.
- signal de demande produit actif.
- signal soutirage en cours actif.

4.3 Conclusion :

La supervision (l'interface opérateur) est indispensable pour le contrôle en temps réel des paramètres d'exploitation de la station de soutirage. Dès l'apparition d'un défaut l'opérateur est averti via l'interface de supervision pour qu'il puisse mettre un plan de préventions pour éviter tout risque de fuite ou des dégâts des matériels.

Liste des figures et tableaux

Figure 1.1 : L'usine « Danone »	4
Figure 1.2 : Logo de l'entreprise Danone.	5
Figure 1.3 : géo localisation.....	5
Tableau 1.1 : Gamme de produits « Danone »	6
Figure 1.5 : Organigramme Groupe « Danone »	7
Figure 1.6 : Production journalière de Danone par type de conditionnement.	8
Figure 1.7: Machine Arcil (IZIA4)	9
Figure 1.8: Les cuves de stockage.....	9
Figure 2.1 : Les lignes de soutirage de l'ancien process.....	13
Figure 2.2 : la conditionneuse 4.....	14
Figure 2.3 : Les lignes de soutirage du nouveau process.	15
Figure 2.4 : Les nouvelle lignes de la conditionneuse 4.....	16
Figure 2.5: vanne d'arrêt.....	19
Figure 2.6: vanne de dérivation.....	19
Figure 2.7: Vanne Delta SW4.....	20
Figure 2.8: Vanne Delta DA3+.....	21
Figure 2.9: Vanne en position « FERMEE »	22
Figure 2.10: Vanne en position « ouverte »	22
Figure 2.11: Vanne modulante.....	23
Figure 2.12 : Capteur de température PT100.	24
Figure 2.13 : Capteur de niveau.....	24
Figure 2.14: Schéma d'un Débitmètre Promass 83.....	25
Figure 2.15: Débitmètre Promass E.....	26
Figure 2.16 : Clapet anti-retour.....	26
Figure 2.17 : schéma d'un échangeur de chaleur à plaque recouvert d'acier inoxydable.....	27
Figure 2.18 : les plaques.....	27
Figure 2.19 : double joint.....	28
Figure 2.20 : Le système de flux d'écoulement parallèle.....	28
Figure 2.21 : Les bossages interchangeable.....	29
Figure 2.22 : Variateur de vitesse (Danfoss VLT2800)	30
Figure 2.23 : Pompe de pression (Plan en coupe)	31

Figure 2.24 : Pompe de pression.....	31
Figure 2.25 : Tanks de stockage.....	32
Figure 2.26 : boules de nettoyage en place.....	32
Figure 2.27 : représentation graphique de la station de soutirage.....	33
Figure 2.28 : fenêtre de commande.....	34
Figure 3.1 : Automate SIEMENS s7-300.....	37
Figure 3.2 : Aspect extérieur d'un automate S7-200 CPU222.....	38
Figure 3.3 : structure interne d'un API.....	40
Figure 3.4 : traitement d'un API.....	41
Figure 3.5 : raccourci de Step 7.....	42
Figure 3.6 : Logiciel STEP 7.....	43
Figure 3.7: Configuration du matériel.....	44
Figure 3.8 : Structure du programme STEP7.....	45
Figure3.9 : Fenêtre de programmation.....	46
Figure 3.10 : table de Mnémoniques.....	48
Figure 3.11 : Types de variables utilisés dans Step7.....	49
Figure 3.12 : langage de programmation step7.	50
Figure 3.13: Interface de simulation PLCSIM.....	51
Figure 3.14 : Schéma de principe de l'application.....	53
Figure 3.15 : interface de création projet dans WinCC.....	54
Figure 3.16: bibliothèques de WinCC pour réaliser un projet.....	54
Figure3.17 : création des vues dans WinCC.....	56
Figure 3.18 : table des variables.....	57
Figure 3.19 : Intégration du projet Step7 dans WinCC.....	57
Figure 3.20 : Liaison avec l'automate S7300.....	58
Figure 3.21 : vue des alarmes.....	59
Figure 3.22 : configuration de l'automate.	60
Figure 3.23 : les adresses des entrées TOR.....	61
Figure 3.24 : les adresses des sortie TOR.....	62
Figure 3.25 : les adresses des sortie TOR.....	62
Figure 3.26 : les adresses des sortie TOR.....	63
Figure 3.27 : les adresses des entrées analogiques.....	64
Figure 3.28 : les adresses des entrées analogiques.....	64

Figure 3.29 : les adresses des sorties analogiques.....	65
Figure 3.30 : table de mnémonique.....	70
Figure 3.31 : les fonctions du programme.....	71
Figure 3.32 : la structure des fonctions de programme.....	71
Figure 3.33 : langage liste dans fc1.....	73
Figure 3.34 : exemple de langage CONT.....	74
Figure 3.35 : simulation du fonction FC8.....	75
Figure 3.36 : partie de fonction FC7.....	76
Figure 3.37 : les tableaux de simulation.....	76
Figure 3.38 : partie de l'arrêt de soutirage.....	77
Figure 3.39 : deuxième partie de programme de l'arrêt de soutirage.....	77
Figure 3.40 : validation pour l'arrêt de soutirage.....	78
Figure 3.41 : programme active.....	78
Figure 3.42 : demande d'arrêt de soutirage.....	79
Figure 4.1 : choix du pupitre.....	81
Figure 4.2 : liaison de communication entre le pupitre et l'automate.....	82
Figure 4.3 : déclaration des variables.....	83
Figure 4.4 : Création des vues.....	84
Figure 4.5 : Vue Accueil.....	85
Figure 4.6 : Vue globale.....	86
Figure 4.7 : Vue conditionneuse 4 et Conditionneuse 9.....	87
Figure 4.8 : Conditionneuse.....	88
Figure 4.9 : Vue soutirage.....	89
Figure 4.10 : Choix de commande.....	90
Figure 4.11 : validation de soutirage.....	91
Figure 4.12 : Vue informations.....	91
Figure 4.13 : Vue alarmes.....	93
Figure 4.14 : Vue globale.....	94
Figure 4.15 : Vue Conditionneuse 4.....	95

Bibliographie

- [1] Présentation de l'entreprise Danone « Document fourni par l'entreprise ».

- [2] Localisation de l'entreprise « Google MAP ».

- [3] Bounab & Achlaf, diplôme de Master : « Automatisation du process N.E.P dans l'entreprise Trèfle », Université de Blida, 2015.

- [4] BRAIK & MESSAOUDI, diplôme d'ingénieur d'état : « Contribution à l'automatisation d'une capsuleuse ZALKIN au sein de la société Trèfle », 2015.

- [5] HAMMAM & AHFIR, diplôme de Master : « Automatisation d'une ligne de chargement et de transport de Granulé thermoplastique au sein de la société CABEL », 2014.

- [6] Brochure manuels de l'API Simatic S7-300 et logiciel STEP7, SIMATIC SIEMENS, 2013, www.siemens.com.

- [7] Brochure manuels des pupitres digitaux et logiciel WinCC Flexible 2008, SIMATIC SIEMENS, 2012, www.siemens.com.

- [8] www.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-devices: « Brochure panels, operator devices HMI », 2016.

[9] www.lmsystemes.com/cbx :« variateur de vitesse DANFOSSvlt 2800 ».
Documentation de DANFOSS « Partie d'installation », Google.

[10] www.apv.com (<http://www.spxflow.com/en/apv/>) : composantes APV.