

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche
Scientifique

Université Abderrahmane Mira

Faculté De Technologie

Département D'ATE



Mémoire fin de cycle pour l'obtention de :

DIPLOME MASTER RECHERCHE EN ELECTRONIQUE

Spécialité : Automatique

THEME

*Etude et Conception d'un programme pour l'unité Décoloration de
Sucre CEVITAL*

Présenté par :

 **KERKOUR Walid**

Encadré par :

Mr. MENDIL Boubekur

Mr. MABROUK Kamel Edin

Devant le jury:

Mr. CHARIKH.A

Mr. SABIM

Année 2014/2015

Remerciements

Je tiens à remercier :

Le dieu de nous avoir permis d'atteindre ce stade et d'avoir réussi nos études ;

Mon promoteur Mr Mendil B. d'avoir accepté et pris le temps de diriger ce travail ;

Les membres du jury qui me font l'honneur de juger ce travail ;

Mr Mabrouk K.E. le responsable maintenance du pôle sucre CEVITAL pour son accueil et pour avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires pour la réalisation de mon étude ;

Les automaticiens Merddouri S. et Tamazight S. pour avoir répondu à toutes mes questions ;

Mon grand frère Hocine pour m'avoir soutenue et encourager pour réaliser ce travail ;

Et enfin à mon ami Amirouche pour m'avoir apporté une aide efficace tout au long de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

✚ A mes très chers parents

Pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué ; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné depuis mon enfance. Et qui ont été toujours là pour moi.

✚ A mes grands-parents symbole de courage et de patience.

✚ A mes très chères frères et sœurs pour leur aide, conseils et sympathie.

✚ A tout mes adorables tantes et oncles, cousins et cousines sans exception.

✚ A tous mes amis (e).

✚ A mon ami Amirouche et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

✚ A toute la promotion 2015.

waliq

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralité	
I.1. Présentation de complexe de CEVITAL	
I.1.1. Historique.....	2
I.1.2. Situation géographique.....	2
I.1.3. Activités de CEVITAL.....	2
I.2. Technologie de raffinage du sucre roux de canne	
I.2.1. Procédé de la décoloration au niveau de CEVITAL.....	5
I.3. Généralités sur l'automatisme	
I.3.1. Introduction.....	6
I.3.2. Définition de l'automatisme.....	6
I.3.3. Structure d'un système automatisé.....	6
I.3.3.1. Partie opérative	6
I.3.3.2. Partie commande.....	7
I.4. Automates Programmables Industriels (API)	
I.4.1. Historique	8
I.4.2. Définition.....	9
I.4.3. Architecture des API.....	9
I.4.3.1. Le processeur.....	9
I.4.3.2. Les mémoires.....	11
I.4.3.3. Les module d'entrée/sortie.....	11
I.4.3.4. L'alimentation électrique.....	12
I.4.3.5. Les liaisons.....	12
I.4.3.6. Eléments auxiliaires	13
I.5. Programmation des API	
I.5.1. Introduction.....	14
I.5.2. Description les différents langages	14
I.5.2.1. Langage Liste d'instructions (IL Instruction List).....	14
I.5.2.2. Langage à contacts (LD LadderDiagram).....	15
I.5.2.3. Logigramme ou Functional Block (LOG).....	15
I.5.3. Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : SequentialFunction Chart).....	15
I.5.4. Définition	16
I.5.4.1. Étape	16

I.5.4.2. Transition	16
I.5.4.3. Réceptivité.....	16
I.5.4.4. Liaisons	17
I.6. La supervision	
I.6.1. Introduction.....	17
I.6.2. Définitions.....	18
I.6.3. Place de la supervision	18
I.6.4. Logiciels de supervision.....	18
I.7. Conclusion.....	19
Chapitre II : Description de l'unité de décoloration de sucre	
II.1. Présentation de l'unité de décoloration	
II.1.1. Modifications du poste de décoloration.....	20
II.1.2. La régénération des colonnes.....	21
II.2. Description des éléments de la partie opérative	
II.2.1. Les actionneurs pneumatiques	22
II.2.1.1. Le vérin double effet (V.D.E.)	22
II. 2.1.2. Les vannes TOR	22
II.2.2. Les actionneurs électriques	23
II.2.2.1. Pompe centrifuge.....	23
II.2.3. Les pré-actionneurs	23
II.2.3.1. Les pré-actionneurs pneumatiques.....	23
II.2.3.2. Les pré-actionneurs électriques	24
II.2.4. Les capteurs	24
II.2.4.1. Capteur de débit	24
II.2.4.2. Capteur de pression	25
II.2.4.3. Capteur de niveau	25
II.2.4.4. Capteur de température	25
II.3. Description de la partie commande	
II.3.1. Présentation d'API utilisé.....	26
I.4. Cahier de charges du Processus	
II.4.1. Le séquentiel du processus	28
II.4.2. Descriptions des étapes du séquentiel	29
II.4.3. GRAFCET du processus de décoloration	31

II.5. Conclusion.....33

Chapitre III : Programme de commande et de supervision

III.1. Description du logiciel STEP 7

III.1.1. Structure du programme.....34
III.1.2. Types de variables36
III.1.3. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager36
III.1.4. Paramétrage de l'interface de programmation (adaptateur pc).....36
III.1.5. Stratégie de programmation.....36

III.2. Réalisation du programme de l'unité de décoloration

III.2.1. Création du projet dans SIMATIC Manager38
III.2.2. Configuration matérielle38
III.2.3. Création de la table des mnémoniques39
III.2.4. Programme de l'unité de décoloration40

III.3. Description du logiciel Win CC Flexible

III.4. Supervision de l'unité de décoloration

III.4.1. Etapes de mise en œuvre.....42
III.4.2. Etablir une liaison directe43
III.4.3. Création de la table des variables.....43
III.4.4. Création de vues.....45

III.5. Conclusion.....47

Conclusion générale48

Annexe 1 : Quelques exemples de programme de l'unité de décoloration

Annexe 2 : Supervision (différentes vues)

Références bibliographiques

Liste des abréviations

T/J : Tonne / Jour

m² : mètre carré

RN : Route Nationale

Brix : c'est le pourcentage de matière sèche contenue dans la solution

ICUMSA: International commission for unification methods for sugar analysis.

Km : Kilomètre

MW : Méga Watts

PO : Partie Opérative

PC : Partie Commande

PR : Partie Relation

TOR : Tout Ou Rien

API : Automate Programmable Industriel

CPU: Computer Procès Unit

RAM: Random Access Memory

ROM: Read Only Memory

EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory

N / A: Numérique / Analogique

mA : Mili Ampère

V : Volt

RS : Liaison pour la communication

MPI : Multi Point Interface

LED : Diode Electro Luminescente

PG : Console de programmation

CONT : Schéma à contact

LIST : Liste d'instruction

LOG : Logigramme

PC : Portable Computer

PROFIBUS : Câble de communication

STEP7 : Logiciel de programmation et de simulation

Liste des abréviations

HW: Hard Ware

OB: Bloc d'Organisation

IHM : Interface Homme Machine

Win CC Flexible : Logiciel de la supervision

E / S : Entrées / Sorties

V étape (n) : volume de l'étape n=1...11

CV étape (n) : consigne volume d'étape n=1...11

V-4204C-1 : vanne 1 de la colonne (D ou E)

V-égout : vanne des égouts

P-4213 (ER) : pompe de bac T4210 (eau récupéré)

P-4301 (SF) : pompe de bac saumure fraîche

P-4217 (EAC) : pompe de bac eau adoucie chaude

P-4201 (SAD) : pompe de bac sirop a décoloré

V-T500 (SD) : vanne de bac T500 (sirop décolorée)

V-T240 (carbo) : vanne de bac de carbonatation

V-4501 (SAR) : vanne de bac saumure a récupéré

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

Actuellement, le monde industriel doit offrir des produits de qualité, dans des délais courts et des à prix compétitifs. Avec la progression continue de la technologie, les critères demandés ne s'arrêtent pas uniquement à l'augmentation de la productivité, mais concernent aussi l'amélioration des conditions de travail, l'accroissement de la sécurité et la suppression des tâches pénibles et répétitives. Pour cela, l'automatisation est devenue plus qu'une nécessité.

On dit de l'automatique est la science et la technique de l'automatisation qui étudie les méthodes scientifiques et les moyens technologiques utilisés pour la conception et la construction des systèmes automatiques. Tandis que l'automatisation est l'exécution automatique des tâches industrielles, administratives ou scientifiques sans interventions humaine [1].

L'automate programmable industriel apporte la solution sur mesure pour les besoins d'adaptation et de flexibilité de nombre d'activités économiques actuelles. Il est devenu aujourd'hui le constituant le plus répandu des installations automatisées. De nombreux constructeurs d'automates programmables existent. Mais, la firme allemande SIEMENS offre l'une des plus grandes gammes de produits, telles que les séries : S5-90U/95U, S7 200, S7 300, S7 400, S1200.

L'arrivée des nouvelles séries de SIEMENS a fait que les anciens automates ne répondent plus à l'évolution des besoins des industries, du point de vue : fiabilité, performances et disponibilité des pièces de rechange.

Ces dernières années les entreprises Algériennes ont appliqué cette technologie d'automatisation dans leurs systèmes. CEVITAL est parmi les premières entreprises qui ont introduit cette technologie.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été menés sur l'unité de décoloration au sein de la raffinerie de sucre du complexe CEVITAL, en vue d'améliorer son rendement. L'objectif direct de ce mémoire est de faire l'étude et la conception d'un programme pour les deux colonnes de l'unité de décoloration du sucre.

Afin de répondre à l'objectif cité ci-dessus, le manuscrit comporte trois chapitres. Le premier chapitre portera quelques généralités. Le deuxième chapitre sera consacré à la description du processus industriel étudié. Le programme élaboré sera donné au chapitre trois. Ce dernier est dédié à l'élaboration d'une interface graphique (c'est-à-dire la supervision du système). Enfin, nous terminerons avec une conclusion générale.

CHAPITRE I :
GENERALITES

I.1. Présentation du complexe CEVITAL

I.1.1. Historique

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000m².

CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale. Elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

I.1.2. Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 Km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.

I.1.3. Activités de CEVITAL

Lancé en Mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998.

En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie d'huile ont débuté. Elle est devenue fonctionnelle en Août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre. Ainsi, elle se présente comme suit :

- ✘ Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- ✘ Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure) ;
- ✘ Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- ✘ Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 unités/heure) ;
- ✘ Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) et (3000 tonnes/jour) ;
- ✘ Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- ✘ Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW et de la vapeur).

I.2. Technologie de raffinage du sucre roux

L'objectif du raffinage du sucre est l'élimination des impuretés qui donnent la couleur rouge brun au sucre roux afin de produire un sucre de couleur blanche. La couleur détermine la catégorie du sucre, roux ou blanc. Elle est le souci principal du producteur, de l'acheteur et des consommateurs [2].

Le raffinage du sucre au niveau de la raffinerie de CEVITAL comporte dix sections qui sont:

- **La section 1 : (affinage – refonte)**

L'affinage consiste à enlever les couches d'impuretés présentes à la surface des cristaux du sucre brut. Après pesage le sucre roux est mélangé avec une quantité de liqueur d'affinage saturé en sucre puis malaxé pour permettre la diffusion des impuretés superficielles sans provoquer la refonte des cristaux. La séparation du sucre et de l'égout d'affinage se fait par centrifugation dans une éssoreuse discontinue. Le sucre affiné obtenu est ensuite refondu à l'eau dans un fondoir de façon à obtenir un sirop.

- **La section 2 : (carbonatation)**

La carbonatation est un procédé chimique permettant de décolorer le sirop résultant de la refonte du sucre brut affiné. Ce procédé consiste à additionner au sirop de la chaux préparée sous forme de lait de chaux et à faire barboter ce mélange avec du gaz CO_2 . Sous l'action du CO_2 , la chaux se transforme en carbonate insoluble qui piège les impuretés contenues dans le sirop de refonte.

- **La section 3 : (Filtration)**

Le sirop issu de la carbonatation contient une suspension de carbonate de calcium. Cette dernière est séparée par une filtration sur des filtres Auto-nettoyants à bougies en toile. Le sirop filtré est envoyé vers la décoloration, la boue résultante passera par un filtre presse pour récupérer le sucre résiduel, sous forme de petit jus. Les boues (ou écumes) sont évacuées et utilisées pour l'amendement du sol (engrais).

- **La section 4 : (Décoloration)**

La décoloration permet d'enlever les pigments et colorants résiduels. Celle-ci se fait par l'intermédiaire d'une résine échangeuse d'ions. Cette étape pousse la décoloration du sucre au maximum. C'est une technologie récente au raffinage. Les résines échangeuses d'ions sont régénérées après saturation par le passage de saumure. Une station de Nano-filtration est utilisée ensuite pour épurer au maximum les rejets de la régénération (pigments) et permettre le recyclage de la saumure.

▪ **La section 5 : (concentration)**

Cette opération consiste à ramener la concentration du sirop décoloré à un brix de 70% par l'évaporation d'une certaine quantité d'eau introduite par les opérations précédentes. Cette opération facilitera la cristallisation du sucre.

▪ **La section 6 :(cristallisation haut produit)**

Le sirop concentré est introduit dans des cuites pour sa cristallisation. Pour cela on chauffe le sirop sous vide pour évaporer une partie de l'eau afin d'atteindre le point de saturation. A ce moment, on introduit une semence de sucre qui provoque la cristallisation. Le sirop vient ensuite grossir ses germes qui deviennent les cristaux. Cette étape est effectuée par un ajout de sirop et un chauffage simultané à la vapeur (montée de cuite).

On centrifuge ensuite la masse cuite (cristaux de sucre+eau) dans uneessoreuse qui sépare les cristaux de la liqueur mère appelée égout. Le sucre obtenu, humide, est convoyé au séchage. L'égout qui contient encore du sucre cristallisable est recyclé pour réaliser une nouvelle cristallisation. On réalise ainsi 3 jets de raffiné. L'égout final qui est de pureté insuffisante pour produire un sucre raffiné est envoyée à la cristallisation Bas – produits.

▪ **La section7 :(séchage)**

En sortant de la cristallisation le sucre est humide (0.05%). Pour permettre une bonne conservation, il est séché dans un cylindre à air chaud qui provoque l'évaporation de l'humidité puis refroidie dans un sécheur à lit fluidisant et, enfin envoyé, vers les silos de maturation pour finaliser la déshumidification et assurer son stockage en vrac.

▪ **La section8 :(Cristallisation bas produits)**

Cette étape sert à épuiser le sucre résiduel issu des égouts de la section 6 en trois étapes. Elle se réalise dans des cuites identiques à celles de la section 6, mais diffère dans la durée de cristallisation du sucre. La première étape nous donne un sucre A qui peut être séché et consommé comme sucre roux ou fondu pour être retraité et obtenir du sucre blanc. Les sucres B et C ne sont que des moyens d'épuisement complémentaires. L'égout final de la centrifugation de la masse cuite C contient le non sucre et une partie équivalente de sucre qui n'est plus cristallisable qui s'appelle la mélasse.

La mélasse est un sous- produit qui est commercialisable pour diverse utilisation dont :

- La production d'alcool (distillation après fermentation).
- La fabrication de levure boulangère.
- L'introduction dans l'alimentation du bétail.

- **La section 9 : (utilité)**

Cette section comporte tous ce qui est nécessaire au fonctionnement de la raffinerie en vapeur, eau, gaz carbonique, et réseau du vide. C'est pour cela qu'elle est nommée utilités.

- **Mission de la section 10 : (maturation et conditionnement)**

Dans cette section, le sucre provenant du séchage est stocké dans des silos pendant une durée minimum de 48 heures pour assurer la maturation avec de l'air conditionné qui élimine l'humidité résiduelle contenue dans les cristaux de sucre. Ce sucre sera ensuite envoyé à l'unité de conditionnement où il sera conditionné en sac PP de 50Kg ou en big bag de 1000Kg.

I.2.1. Procédé de la décoloration au niveau de CEVITAL

Le sucre roux de canne est constitué de 94 à 98,5% de saccharose. Il comprend également des impuretés de diverses natures telles que les colorants, qui sont éliminés en raison de la gêne qu'ils représentent à la cristallisation et par la suite sur la qualité du sucre [2].

La section décoloration décolore le sirop de refonte de sucre roux après affinage et carbonatation. Le sirop traité présente alors, généralement, une couleur de l'ordre de 1000 Icumsa qu'il s'agit de ramener à 200 voir 100 Icumsa avant la cristallisation [3]. La **figure I.1** montre un schéma simplifié du processus de décoloration au sein du complexe CEVITAL.

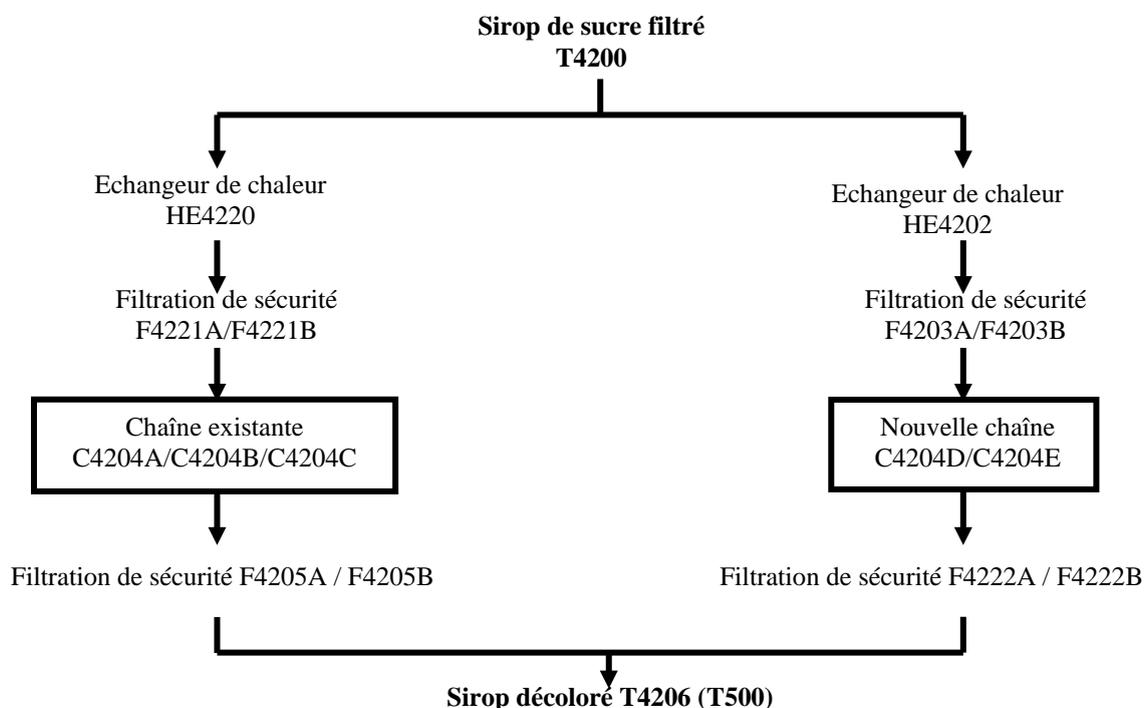


Figure I.1. Schéma simplifié de la section Décoloration au sein du complexe CEVITAL [4]

I.3. système automatisé

I.3.1. Introduction [1]

Tout système de production nécessite la présence d'opérateurs humains pour l'exploitation, le réglage et la maintenance. Automatiser un système de production consiste donc à réduire l'intervention humaine tout au long du processus de fabrication, à optimiser l'utilisation des matières et des énergies par l'emploi de nouvelles technologies, à innover en terme de performances, de qualité. Cette automatisation permet donc globalement de rendre plus compétitif le produit et donc l'entreprise. Nous parlons alors de Systèmes Automatisés de Production (SAP). Un SAP est globalement composé d'une Partie Opérative (P.O.) et d'une Partie Commande (P.C.) et la partie relation (PR) de plus en plus intégrée dans la partie commande.

I.3.2. Définition de l'automatisme [5]

D'une façon générale, l'automatisation de la production consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande. Celle-ci mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir ensuite des actions à effectuer sur les matières brutes afin d'élaborer le produit à valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la Partie Opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

I.3.3. Structure d'un système automatisé [1]

De façon générale, tout automatisme comporte 2 parties qui coopèrent et dialoguent : La partie opérative et la partie commande. **La figure I.2** schématise les relations entre ces parties d'un automatisme.

I.3.3.1. Partie opérative

La partie opérative, également appelée **processus**, constitue l'unité de travail qui exécute la tâche dictée par la partie commande. Elle se compose généralement de 2 types d'éléments :

Les capteurs et les actionneurs.

✘ Capteurs [5]

Les capteurs servent à détecter des positions physiques, des pressions, des températures, des forces, des vitesses ...etc. L'information captée par la partie opérative est transmise à la partie commande par l'intermédiaire d'une interface d'entrée. Les capteurs se divisent en 2 groupes : les capteurs tout ou rien et analogiques.

- **Les capteurs tout ou rien** fournissent une information électrique binaire.

- **Les capteurs analogiques** fournissent une information électrique à intensité variable en courant (4-20 mA) ou en tension (0-10V). Cette information est convertie en valeur numérique et stockée dans un registre de l'automate pour être ensuite traitée par la partie commande.

× **L'actionneur**

C'est un constituant de puissance qui convertit une énergie d'entrée en une énergie de sortie utilisable pour obtenir une action définie : translation ou rotation. On distingue 3 catégories d'actionneurs pour répondre aux besoins variés des machines :

- **les actionneurs électriques** : qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique sous forme de mouvement de rotation (moteur) ou de translation (électroaimant).
- **les actionneurs pneumatiques** : qui transforment l'énergie pneumatique en mouvement de rotation (moteur pneumatique) ou de translation (vérin).
- **les actionneurs hydrauliques** qui transforment l'énergie hydraulique en mouvement de rotation (moteur) ou de translation (vérin). Les actionneurs hydrauliques sont utilisés pour engendrer des mouvements nécessitant beaucoup de force

× **Le pré-actionneur**

Un pré-actionneur est un élément qui, sur réception d'un ordre de la partie commande, fournit à l'actionneur qui lui est associé l'énergie requise pour fonctionner. Les pré-actionneurs utilisés avec les actionneurs électriques sont principalement les contacteurs magnétiques et les variateurs de vitesse. Pour les actionneurs pneumatiques et hydrauliques, les pré-actionneurs les mieux adaptés à la tâche sont les distributeurs électropneumatiques ou électro hydrauliques, selon le cas.

I.3.3.2. Partie commande

La partie commande, aussi appelée automate, regroupe l'ensemble des composants utilisés pour le traitement de l'information permettant d'émettre des ordres vers la partie opérative. La partie commande peut avoir à traiter des éléments de logique combinatoire et séquentielle, des opérations logiques et numériques en effectuant des opérations sur des valeurs alphanumériques ou numériques et des fonctions d'asservissement en boucle fermée. Le traitement de l'information est appelé à coordonner 2 dialogues.

- × **Le dialogue entre la partie commande et la partie opérative** : commande les actionneurs au moyen des pré-actionneurs.

- ✖ **Le dialogue homme-machine :** permet d'exploiter la machine en émettant des consignes de marche ou d'arrêt (par l'intermédiaire de boutons-poussoirs, de boutons sélecteurs, de roues codeuses, écran supervision.) et en recevant de l'information sur l'état de la machine (visualisé à l'aide de lampes témoins, d'afficheurs numériques, écran supervision).

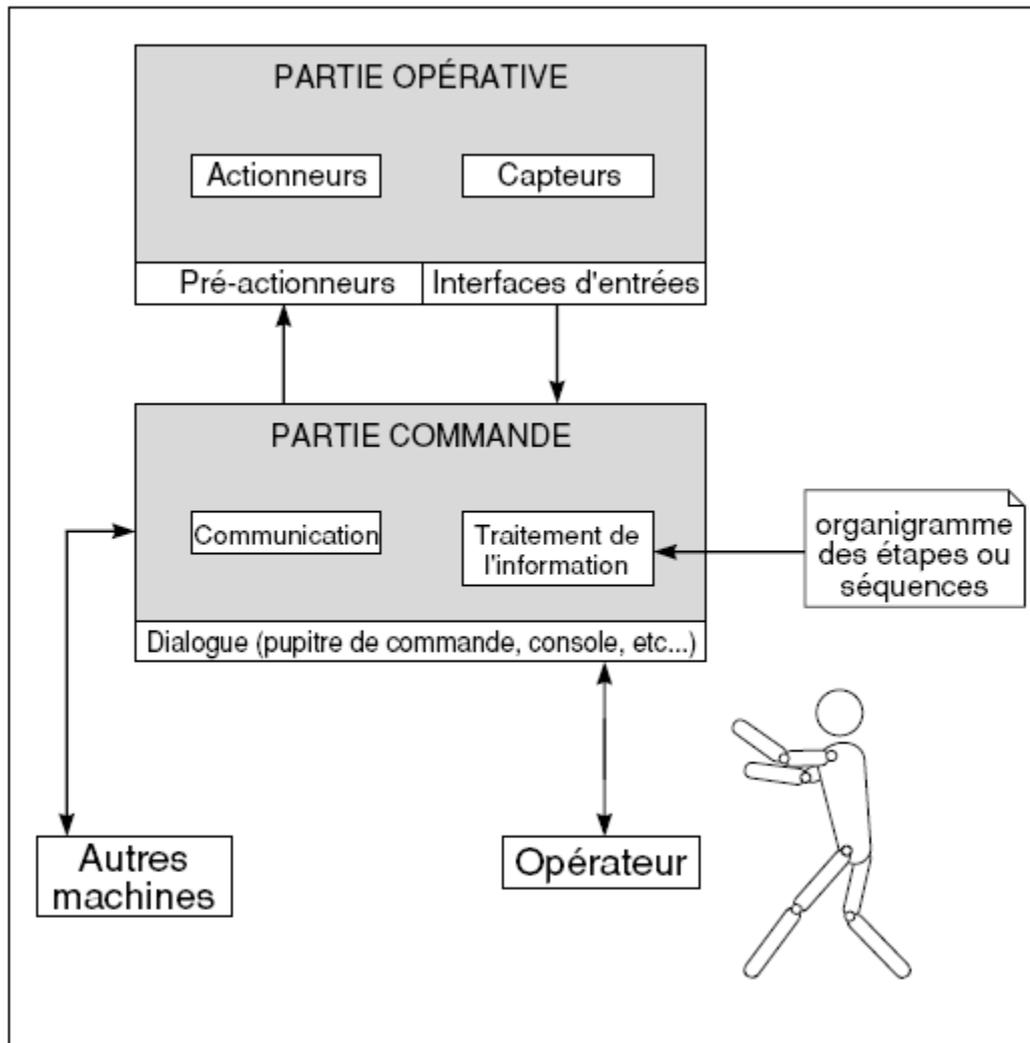


Figure I.2. Structure détaillée d'un système automatisé [1].

I.4. Automates Programmables Industriels (API)

I.4.1. Historique [6]

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

I.4.2. Définition

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programmes et, par conséquent, s'apparente aux machines de traitement de l'information. Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses modules entrées/sorties.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc..).

Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre [7].

I.4.3. Architecture des API [8]

Figure I.3 montre la structure d'un API

I.4.3.1. Le processeur [9]

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostique de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres, ce sont des mémoires rapides permettant la manipulation des informations qu'elles retiennent, ou leur combinaison avec des informations extérieures.

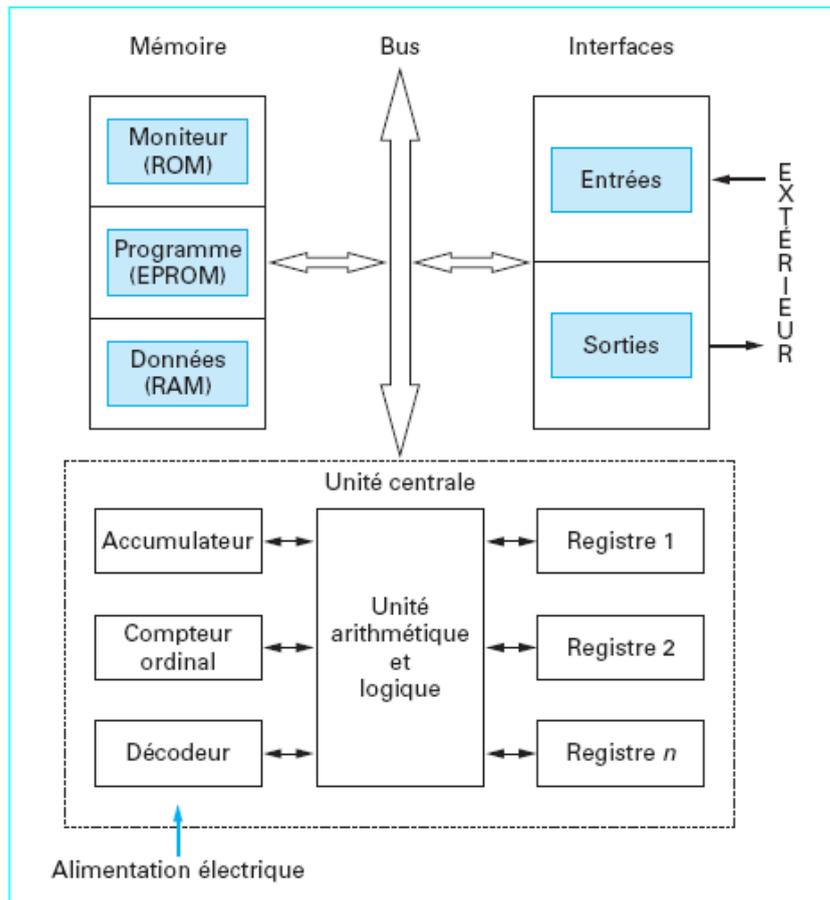


Figure I.3. Structure interne d'un API

Les principaux registres existants dans un processeur sont :

- **L'accumulateur [9]:** c'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.
- **Le registre d'instruction [9]:** Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.
- **Le registre d'adresse [9]:** Ce registre reçoit, parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.
- **Le registre d'état [9]:** C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine.
- **Les piles [9]:** Une organisation spéciale de registres constitue une pile, ces mémoires sont utilisées pour contenir le résultat de chaque instruction après son exécution. Ce résultat sera

utilisé ensuite par d'autres instructions, et cela pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur.

I.4.3.2. Les mémoires [9]

Un système à processeur est toujours accompagné d'un ou de plusieurs types de mémoires. Les API possèdent pour la plupart les mémoires suivantes :

- **Mémoire de travail :** La mémoire de travail (mémoire vive) contient les parties du programme significatives pour son exécution. Le traitement du programme a lieu exclusivement dans la mémoire de travail et dans la mémoire système.
- **Mémoire système :** La mémoire système (mémoire vive) contient les éléments de mémoire que chaque CPU met à la disposition du programme utilisateur comme, par exemple, mémoire image des entrées, mémoire image des sorties, mémentos, temporisations et compteurs. La mémoire système contient, en outre, la pile des blocs et la pile des interruptions. Elle fournit aussi la mémoire temporaire allouée au programme (pile des données locales).
- **Mémoire de chargement :** La mémoire de chargement sert à l'enregistrement du programme utilisateur sans affectation de mnémoniques ni de commentaires (ces derniers restent dans la mémoire de la console de programmation). La mémoire de chargement peut être soit une mémoire vive (RAM), soit une mémoire EPROM.
 - **Mémoire RAM non volatile [9]:** Zone de mémoire configurable pour sauvegarder des données en cas de défaut d'alimentation.
 - **Mémoire ROM [9]:** Contient le système d'exploitation qui gère la CPU.

I.3.3.3. Les modules d'entrée/sortie [9]

Ils traduisent les signaux industriels en informations API et réciproquement, appelés aussi coupleurs. Beaucoup d'automates assurent cet interfaçage par des modules amovibles qui peuvent être modulaires par carte ou par rack. D'autres automates ont une structure monobloc, avec des modules intégrés dans un châssis de base, (cas des automates de Télémécanique TSX17 et SIMATIC S7-314 IFM).

Le nombre total de modules est évidemment limité, pour des problèmes physiques:

- Alimentation électrique.
- Gestion informatique.
- Taille du châssis.

Différents types de modules sont disponibles sur le marché, selon l'utilisation souhaitée. Les plus répandus sont :

➤ **Entrées/Sorties TOR (Tout ou Rien) :** L'information traitée ne peut prendre que deux états (0 ou 1). Ce type d'information peut être délivré par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir,... etc.

Leur nombre est en général de 8, 16, 24 ou 32 entrées/sorties, qui peuvent fonctionner :

- en continu: 24V, 48V.
- en alternatif: 24V, 48V, 100/120V, 220/240V.

➤ **Entrées/Sorties analogiques :** Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques), et la commande (sorties analogiques). Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs Analogique/Numérique (A/N) pour les entrées et Numérique/Analogique (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits. L'information traitée est continue, délivrée par un capteur (débitmètre, ...etc....). Les standards les plus utilisés sont: ± 10 V, 0 – 10 V, ± 20 mA, et 0 – 20 mA.

➤ **Modules spécialisés [9]:** Ils assurent non seulement une liaison avec le monde extérieur, mais aussi une partie du traitement pour soulager le processeur et donc améliorer les performances. Ces modules peuvent posséder un processeur embarqué ou une électronique spécialisée.

I.4.3.4. L'alimentation électrique [9]

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures du réseau électrique qui constitue la source d'énergie principale. La tension d'alimentation peut être de 5V, 12V ou 24V.

D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extension et pour les modules entrées/sorties.

I.4.3.5. Les liaisons [9]

Elles s'effectuent :

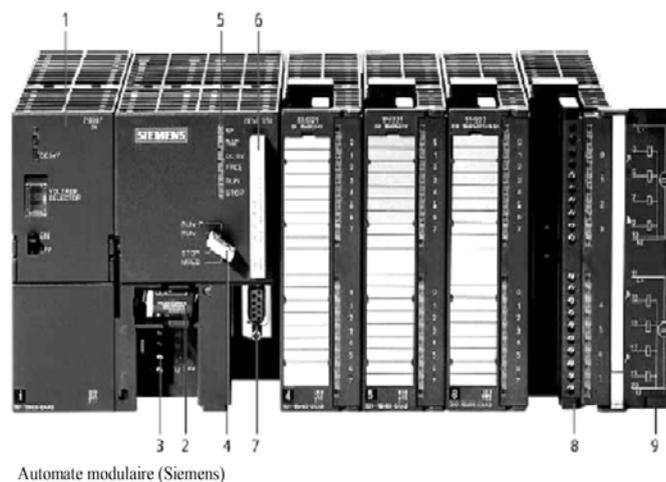
- Avec l'extérieur par des borniers, sur lesquels arrivent des câbles transportant les signaux électriques.
- Avec l'intérieur par des bus, liaisons parallèles entre les divers éléments. Il existe plusieurs types de bus. Car, on doit transmettre des données, des états, des adresses.

➤ Interfaces de communication : permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate. Comprenant :

- Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS- 232, RS- 422 ou RS- 485 ;
- Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
- Interfaces d'accès à un réseau Ethernet [6].

I.4.3.6. Eléments auxiliaires [8]

- Un ventilateur est indispensable dans les châssis comportant de nombreux modules ou dans le cas où la température ambiante est susceptible de devenir assez élevée.
- Un support mécanique : il peut s'agir d'un rack, l'automate se présente alors sous forme d'un ensemble de cartes, d'une armoire, d'une grille, et des fixations correspondantes.
- Des indicateurs d'état : concernant la présence de tension, la charge de la batterie, le bon fonctionnement de l'automate etc.....



- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation | 6 | Carte mémoire |
| 2 | Pile de sauvegarde | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc | 8 | Connecteur frontal |
| 4 | Commutateur de mode (à clé) | 9 | Volet en face avant |
| 5 | LED de signalisation d'état et de défauts | | |

Figure I.4. Aspect extérieur

I.5. Programmation des API

I.5.1. Introduction [8]

C'est l'un des atouts majeurs des API puisqu'elle permet une multitude de traitements des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle. Certaines modifications peuvent même s'effectuer alors que l'automate est en marche. Il faut toutefois comprendre le fonctionnement du processeur qui impose certaines contraintes et choisir le langage le plus approprié dans le cadre du problème à résoudre.

I.5.2. Description les différents langages [9]

Il existe 3 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial. Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

I.5.2.1. Langage Liste d'instructions (IL Instruction List)

C'est un langage textuel qui rappelle, par certains aspects, l'assembleur employé pour la programmation des microprocesseurs. Une instruction débute sur une ligne et comporte un opérateur et un ou plusieurs opérandes. On peut introduire des étiquettes et des commentaires. La structure des champs est la suivante

ÉTIQUETTE (facultatif)	OPÉRATEUR	OPÉRANDE(S)	COMMENTAIRE (facultatif)
---------------------------	-----------	-------------	-----------------------------

Parmi les opérateurs, on trouvera L (chargement d'une valeur), T (stockage d'une valeur), ADD (addition), AND (ET booléen), etc.

Soit, par exemple :

ETQ1 :	L	5.00	COMMENTAIRE
	T	MD.1	

I.5.2.2. Langage à contacts (LD LadderDiagram)

Il utilise désormais systématiquement une forme graphique, d'où son appellation de schéma à contacts. Il est encore appelé diagramme à relais. L'application est représentée par un ou plusieurs réseaux (x). Un réseau est formé d'éléments graphiques et, éventuellement, de

I.5.4. Définition [11]

Le GRAFCET (graphe de commande étapes transition) est un diagramme de fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier de charge, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est, à la fois, simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil dialogue entre toutes les personnes collaborent à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Le GRAFCET est défini par :

- ✗ un ensemble d'éléments graphiques de base :
 - ✗ Les étapes,
 - ✗ Les transitions,
 - ✗ Les liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes ;

Une interprétation, traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties, caractérisée par :

- Les actions associées aux étapes,
- Les réceptivités associées aux transitions ;
- des règles d'évolution définissant formellement le comportement dynamique de la partie commande ainsi décrite.

I.5.4.1. Étape

Une étape caractérise un comportement invariant d'une partie ou de la totalité de la partie commande à un instant donné ; suivant l'évolution du système :

- ✗ une étape est soit **active**, soit **inactive** ;
- ✗ l'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande.

Une ou plusieurs **actions** élémentaires ou complexes peuvent être associées à une étape afin de traduire « ce qui doit être fait » chaque fois que cette étape est active.

I.5.4.2. Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. Chaque transition représente une, et une seule, possibilité d'évolution. Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

I.5.4.3. Réceptivité

À chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui regroupe, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles, à un instant donné, de faire évoluer la situation de la partie commande.

I.5.4.4. Liaisons

Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles indiquent les voies d'évolution du GRAFCET

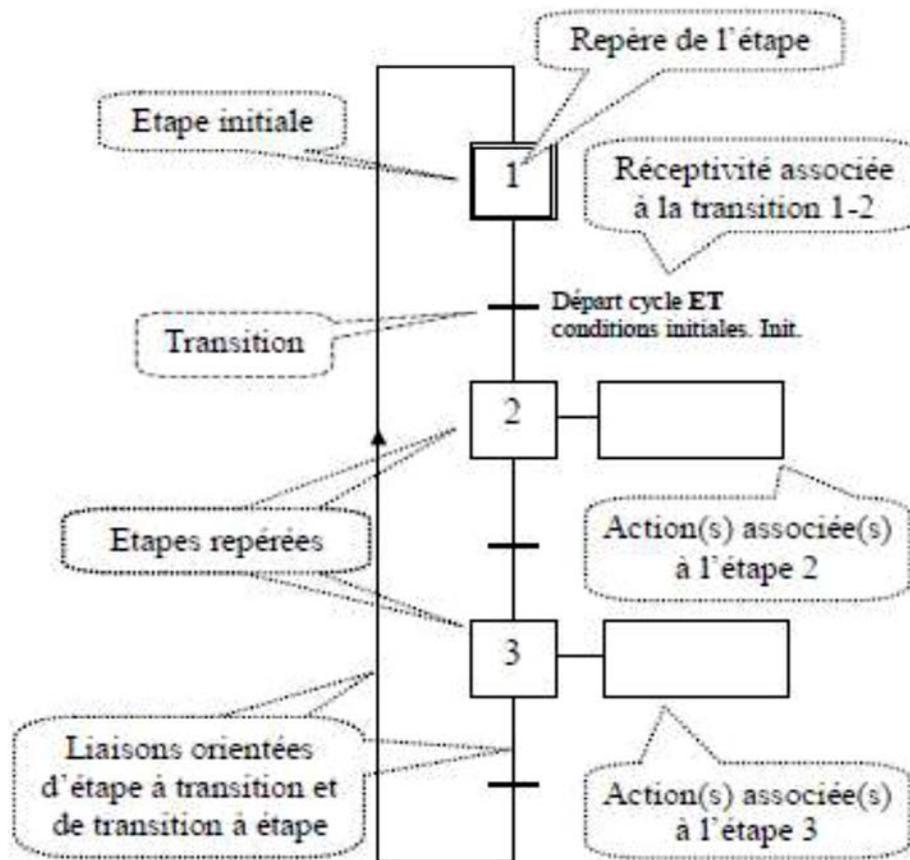


Figure I.5. Structure détaillée d'un GRAFCET

I.6. La supervision

I.6.1. Introduction

La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener et le maintenir à son point de fonctionnement optimal. Née du besoin d'un outil de visualisation des processus industriels, dans un contexte économique de productivité et de flexibilité, la supervision a bénéficié d'une avancée technologique exceptionnelle. [12]

I.6.2. Définitions [12]

La supervision a pour objectif de contrôler l'exécution d'une opération ou d'un travail effectué par d'autres sans rentrer dans les détails de cette exécution.

- **En fonctionnement normal**, son rôle est de prendre en temps réel les dernières décisions correspondant aux degrés de liberté exigés par la flexibilité décisionnelle.
- **En fonctionnement anormal**, (présence de défaillance), la supervision va prendre toutes les décisions nécessaires pour le retour vers un fonctionnement normal.

I.6.3. Place de la supervision

Suite à l'automatisation industrielle, l'opérateur humain a été contraint de conduire (au sens d'une prédominance de l'intervention) ou de superviser (prédominance de la surveillance) des machines automatisées, en réduisant les prises d'information et les actions directes ou « pas-à-pas » sur le produit à fabriquer (exemple : centrales nucléaires).

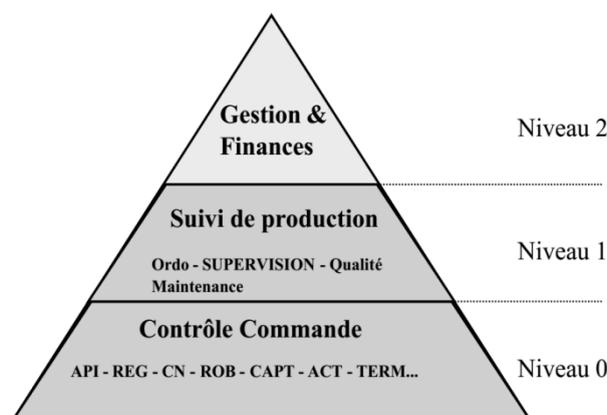


Figure I.6. Positionnement de la supervision

I.6.4. Logiciels de supervision [12]

Les logiciels de la supervision regroupent les fonctionnalités d'acquisition de données, de traitements plus ou moins sophistiqués et d'interface graphique. Ces fonctions se retrouvent désormais dans des logiciels orientés bureautiques et peuvent dans certains cas convenir ; du fait qu'elles peuvent être exécutées sur des machines de plus en plus puissantes. Ses logiciels sont une classe de programmes applicatifs dédiés à la production dont les buts sont :

- L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique).
- La visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée de contrôle de processus avec une mise en évidence des anomalies (alarmes).

- La collecte d'information en temps réel sur des processus depuis sites distants (machines, ateliers, usines,...) et leur archivage.
 - Fournir des données pour l'atteinte d'objectifs de production (quantité, qualité, sécurité,...).

Parmi ses logiciels de la supervision : SIMATIC Win CC (SIEMENS), monitor Pro (Schneider), In Touch (wonderware), Panorama P2 (codra).

I.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur le complexe CEVITAL ainsi que des généralités sur la structure des Systèmes Automatisés de Production. L'attention a été focalisée sur les automates programmables industriels (API), leurs architecture interne, leurs utilités dans l'industrie, et leur programmation en tant qu'outil de description des automatismes industriels.

CHAPITRE II :
DESCRIPTION DE
L'UNITÉ DE
DECOLORATION DU
SUCRE

Dans ce chapitre, nous allons décrire le processus industriel de décoloration de sucre ainsi que son mode de fonctionnement.

II.1. Présentation de l'unité de décoloration

L'installation existante est composée de colonnes d'échanges d'ions à double compartiment acceptant des pressions d'alimentation jusqu'à 6-8 bar ; d'où une grande robustesse du système et la possibilité de traiter des sirops de refonte de caractéristiques variables en couleur et concentration.

L'unité de décoloration comporte :

- Un poste de décoloration sur résines composé de 3 colonnes (C4204A, C4204B et C4204C) de diamètre 3300 mm, avec une charge de résines de 21 m³ par colonne ;
- Un poste de préparation et retraitement des saumures de régénération.

La présente installation est destinée à la décoloration sur résines de sirop de sucre filtré pour une capacité nominale de 100 m³/h à 65 brix. La coloration à l'entrée du sirop à traiter sera de 600 Icumsa maximum : le taux de décoloration moyen par cycle est estimé à 80%, soit environ 100-150 Icumsa pour le sirop traité. [4]

II.1.1. Modifications du poste de décoloration

Pour augmenter la capacité de production, il est nécessaire d'ajouter au système existant 2 colonnes supplémentaires. Pour optimiser les délais de réalisation du projet d'extension de l'unité industrielle existante, il a été prévu de récupérer 2 colonnes de diamètre 3600 mm de l'affaire en cours de réalisation avec aussi une charge de résines de 21 m³ par colonnes (Nouvelle chaîne C4204D/C4204E). Par contre, Le poste de préparation et de retraitement des saumures de régénération reste inchangé ; aucune modification n'est nécessaire. [4]

La nouvelle unité de décoloration est donc composée de 5 colonnes à double compartiment. Une colonne est en cours de régénération pendant que les 4 autres colonnes travaillent en parallèle. Ainsi, chaque colonne a un débit de 25 à 30 m³/h de sirop filtré à traiter pendant une durée de production de 24 à 32h.

- La charge maximale d'une colonne en production reste identique au fonctionnement actuel, soit 800 m³ par cycle (25 m³/h x 32 heures). La réduction du débit volumique par

colonne permet d'améliorer les performances de décoloration par rapport au fonctionnement actuel.

- Les deux lignes d'alimentation existantes en sirop filtré et de sirop décoloré sont réutilisées : la première pour les 3 colonnes existantes et la deuxième pour les 2 nouvelles colonnes.
- La décoloration s'effectue par percolation du sirop de bas en haut (up-flow) à travers le lit de résines compacté flottant.
- Le cycle de fonctionnement de chaque colonne comprend 11 étapes. [4]

II.1.2. La régénération des colonnes [4]

Pendant la phase de décoloration, la résine se charge en matières colorantes et en anions divers. Elle se sature au cours du temps et la coloration du produit traité augmente progressivement. Il est alors nécessaire d'extraire les impuretés retenues pour retrouver la capacité initiale de la résine de décoloration : *la colonne entre en phase de régénération*.

Une solution de chlorure de sodium ($NaCl$) en milieu basique ($NaOH$) permet de retirer les matières colorantes fixées par les résines au cours des cycles de production. La régénération se fait à contre-courant (*down-flow*), pour éviter la pollution des couches supérieures des lits de résines (qui sont moins polluées) par les colorants déplacés des couches inférieures (les plus polluées) au cours de la régénération. Ce principe de fonctionnement nous permet d'assurer une meilleure régénération des résines et donc une plus grande efficacité lors des étapes de production.

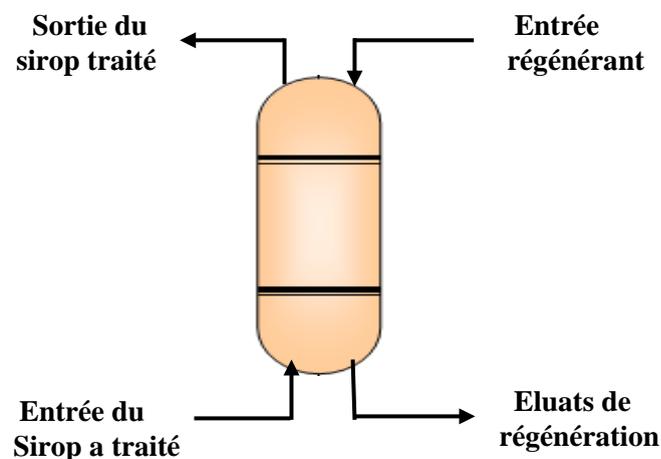


Figure II.1. Schéma de régénération à contre-courant d'une colonne de décoloration [03].

II.2. Description des éléments de la partie opérative

II.2.1. Les actionneurs pneumatiques [13]

II.2.1.1. Le vérin double effet (V.D.E.)

Le vérin double effet à deux alimentations possibles: soit par la chambre arrière, soit par la chambre avant. Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière, le piston se déplace vers l'avant, celui-ci pousse l'air de la chambre avant. Lors de l'alimentation en pression de la chambre avant, le piston se déplace vers l'arrière, celui-ci pousse l'air de la chambre arrière. L'air de la chambre à l'échappement doit pouvoir être évacué afin de ne pas s'opposer au déplacement du piston. Dans un vérin double effet, les chambres se trouvent donc alternativement mises à la pression et à l'échappement.

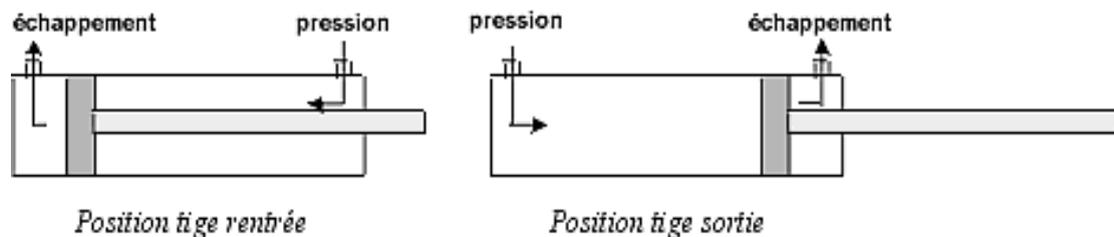


Figure II.2. Vérin pneumatique double effet (V.D.E.)

II. 2.1.2. Les vannes TOR

Fonctionnement en double effet : un vérin pneumatique de type piston-crémaillère entraîne l'axe de la vanne dont le mouvement est un $\frac{1}{4}$ de tour. Un distributeur envoie un signal pneumatique alternativement dans l'une des deux chambres du vérin, permettant l'ouverture ou la fermeture de la vanne.



Figure II.3. Vanne pneumatique TOR (tout ou rien)

II.2.2. Les actionneurs électriques

II.2.2.1. Pompe centrifuge

Un moteur électrique entraîne l'axe de la pompe sur lequel est logée la roue. L'eau qui entre dans la roue axialement par la bride d'aspiration et le goulot d'aspiration est déviée par les aubes de la roue dans un mouvement radial. Les forces centrifuges qui affectent chaque particule du fluide provoquent une augmentation de la vitesse et de la pression lorsque l'eau s'écoule au travers de la zone des aubes. Lorsque le fluide sort de la roue, il est collecté dans la volute. La vitesse du flux est ralentie quelque peu par la construction de la volute. La pression est en outre augmentée par la conversion d'énergie.

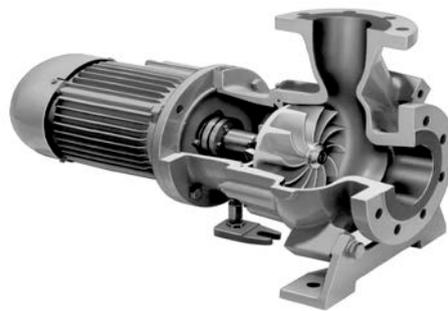


Figure II.4. Pompe centrifuge

II.2.3. Les pré-actionneurs [14]

II.2.3.1. Les pré-actionneurs pneumatiques

Le distributeur est un composant qui va orienter (laisser passer ou non), grâce au mouvement d'une pièce interne, une énergie. Pour obtenir le mouvement de la pièce interne, nous avons besoin d'une autre énergie, qui n'est pas nécessairement de même nature, c'est l'énergie de commande.



Figure II.5. Structure d'un distributeur pneumatique

II.2.3.2. Les pré-actionneurs électriques

Un relais électromagnétique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande. Il permet l'ouverture/fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique).

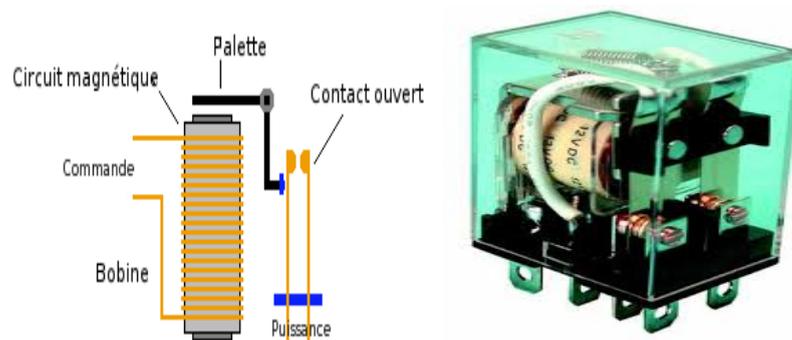


Figure II.6. Structure d'un relais électromagnétique

II.2.4. Les capteurs [13]

II.2.4.1. Capteur de débit

Un débitmètre électromagnétique industriel est constitué par un tube en matériau non magnétique, revêtu intérieurement d'un revêtement isolant. Deux bobines d'induction sont disposées de part et d'autre de la conduite. Elles créent un champ magnétique alternatif pour éviter une polarisation des électrodes et un champ magnétique basse fréquence pour éviter les parasites.

Caractéristiques de l'appareil :

- Gamme de diamètre nominal :
DN15...200 1/2" ...8"
- Erreur de mesure max. : $\pm 0.5\%$
- gamme de mesure : 0...1100 m³/h
- sorties 4...20 mA + sorties
impulsion/fréquence/état (configurables)
- Gamme de température du produit -
40...+150°C (-40...+302°F)



Figure II.7. Débitmètre électromagnétique

II.2.4.2. Capteur de pression

La pression du système agit sur la membrane du séparateur et est transmise par le liquide du séparateur à la membrane du capteur. La membrane séparatrice est déplacée et un liquide de remplissage transmet la pression, à un pont de résistance. La modification de la tension de pont proportionnelle à la pression est mesurée et exploitée.

Caractéristiques de l'appareil :

- Raccords processus: raccords filetés, brides ou raccords hygiéniques
- Température de processus: -40 à +150 °C (-40 à +302 °F)
- Gammes de mesure : -1/0 jusqu'à +40 bar (+1.5 à +600 psi)
- Incertitude : $\pm 0,075\%$,



Figure II.8. Capteur de pression

II.2.4.3. Capteur de niveau

Le capteur utilise des impulsions radar haute-fréquence guidées le long d'une sonde. Lorsque les impulsions entrent en contact avec la surface du produit, l'impédance caractéristique change et une partie de l'impulsion émise est réfléchie. La durée entre l'émission et la réception de l'impulsion réfléchie est mesurée et analysée par l'appareil et donne une valeur directe pour la distance entre le raccord processus et la surface du produit.



Figure II.9. Capteur de niveau ultrason

II.2.4.4. Capteur de température

Si on réunit à une extrémité deux fils métalliques de natures différentes et que l'on élève la température de cette extrémité, il apparaît une tension e_{AB} aux extrémités restées libres. Il est possible de déterminer la température de l'extrémité chauffée à partir de la mesure de e_{AB} .

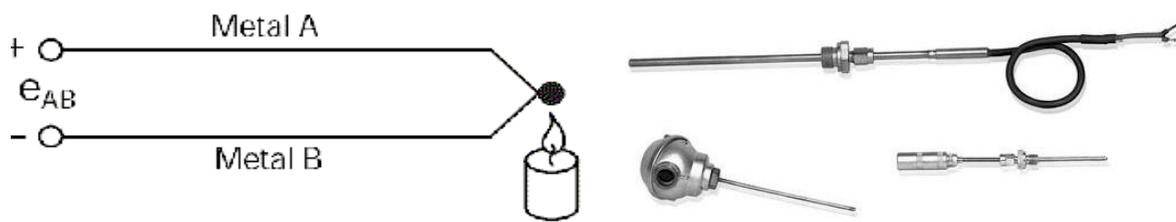


Figure II.10. Capteur de température (thermocouples)

II.3. Description de la partie commande

II.3.1. Présentation d'API utilisé

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées. Le tableau II.1 résume les principales caractéristiques de la CPU 317-2.



Figure II.11. Vue générale d'API siemens S7-300 utilisé

Tableau II.1. Les principales caractéristiques de la CPU 317-2

Mémoires	
Mémoire de travail intégrée uniquement	32ko
Mémoire de chargement intégrée	48Ko de RAM 48Ko de FEPRM
Impossibilité d'extension pour la mémoire de travail ainsi que la mémoire de chargement	
Mémentos	
Nombre	2048 bits
Rémanence : - réglable - par défaut	de MB 0 à MB 143 de MB 0 à MB 15
Mémentos de cadence	Un octet de memento
Blocs de données	
Nombre	Maximum 1 27 (DB 0 réservé)
Taille	Maximum 8 Ko
Rémanence : - réglable - par défaut	Maximum 2 DB, 144 octets de données. Pas de rémanence
Blocs	
Blocs d'organisation (OB)	13
Taille	Maximum 8 Ko
Profondeur d'imbrication :	
Par classe de priorité	8
Supplémentaire à l'intérieur d'un OB d'erreur	4
Blocs fonctionnels (FB)	128
Taille	Maximum 8 Ko
Fonctions (FC)	128
Taille	Maximum 8Ko
Temporisations /compteurs	
Compteurs S7	64
Rémanence par défaut	Z0 à Z7
Rémanence réglable	Z0 à Z63
Plage de comptage	0 à 999
Temporisations S7	128
Rémanence par défaut	Aucune temporisation rémanente
Rémanence réglable	T0 à T7
Plage de temps	10 ms à 9990

I.4. Cahier de charges du Processus

II.4.1. Le séquentiel du processus

Le séquentiel est l'ensemble des séquences qui permettent un cycle complet de fonctionnement des résines (production/régénération). Les paramètres du procédé ainsi que les transitions d'étapes sont gérés par l'automate. Le tableau séquentiel comporte les indications suivantes :

- Numéro d'étape: ce sont ces numéros qui vont s'afficher sur le pupitre opérateur, permettant à l'opérateur de connaître l'état des différents équipements.
- Sens de circulation:
 - Descendant : ↓ l'écoulement du fluide dans les colonnes s'effectue du haut vers le bas.
 - Montant : ↑ l'écoulement du fluide dans les colonnes s'effectue du bas vers le haut.
- Fluide entrant: le fluide entrant dans la colonne est désigné par une abréviation :
 - EAC : Eau adoucie chaude
 - ER : Eau récupérée
 - ES : Eau sucrée
 - SD : Sirop décoloré
 - SAD: Sirop à décolorer
 - SB : Saumure basique fraîche 300 g/l Na Cl
 - SR : Saumure récupérée 100 g/l Na Cl
 - SAR: Saumure à récupérer
 - SF : Saumure fraîche
 - SR : Saumure de la régénération
- Fluide sortant: c'est le fluide sortant de la colonne désigné par une abréviation. On retrouve la même codification que précédemment.
- Débit: ce sont les débits considérés dans chaque étape. Ils sont régulés par une vanne.
- Volume: c'est le volume entrant dans la colonne.
- Transition: c'est le mode de transition d'une étape du séquentiel à l'autre, en mode automatique.

L'automate gère les transitions entre les étapes en fonction :

- d'un changement d'étape dans un autre séquentiel ;
- d'une consigne de volume ;
- d'un changement d'état d'un capteur.

II.4.2. Descriptions des étapes du séquentiel

Le séquentiel est composé des étapes suivantes :

Etape 1 : Détassage

Le Détassage se fait grâce à un courant d'eau ascendant dans la colonne (du bas vers le haut). Cette séquence détasse la résine et permet de limiter la perte de charge au travers de la résine. Il est important de réaliser le Détassage juste avant l'entrée en production de la colonne.

Etape 2 : Ensucrage 1

La résine de la colonne en attente a été régénérée et rincée. Elle est prête à traiter du produit. Le jus envoyé au travers de la résine « pousse » l'eau contenue dans celle-ci. Dans un premier temps, l'eau recueillie à la sortie de la résine anionique ne contient pas de sucre : elle est « propre » et est récupérée dans le bac d'eaux récupérées T4212. Cette eau sera utilisée ultérieurement lors de la phase de régénération.

Etape 3 : Ensucrage 2

L'eau sortant de la colonne s'enrichit de plus en plus en sirop. Les eaux sucrées sont dirigées vers la cuve d'eau sucrée T4210.

Etape 4 : production

Le produit sortant de la colonne est du sirop décoloré qui est envoyé vers le bac de sirop décoloré T4206 (T500).

Etape 5 : Désucrage 1

Le sirop de sucre contenu dans la colonne est recyclé en amont de la décoloration. Comme on souhaite avoir le moins de dilution possible, on entre l'eau chaude de désucrage par le haut des colonnes et on fait un effet de piston. Le brix va décroître progressivement. La première fraction de sirop déplacé dans la colonne pendant le *désucrage 1* est récupérée dans la cuve amont filtration.

Etape 6 : Désucrage 2

Pendant cette 2ème phase de désucrage, le brix est plus bas et provoquerait une dilution du sirop. Pour cette raison, on oriente cette fraction vers la cuve d'eaux sucrées T4210. En général, les eaux sucrées sont recyclées vers la refonte du sucre.

Etapes 7/8 : Régénération à la saumure nanofiltrée 1 / 2

Cette régénération a lieu à chaque cycle. La régénération basique a pour but de débarrasser les résines des impuretés organiques et minérales retenues pendant la phase de production. Toutes les impuretés ne sont pas extraites, certaines ne seront éliminées qu'avec un traitement acide de dépollution. La régénération est effectuée au moyen du *perméat* de l'unité de *nanofiltration* ajusté en sel. La régénération est divisée en 2 étapes. Car, comme pendant le désucrage, quand de la saumure est injectée en haut de la colonne, de l'eau sort en partie inférieure, puis la teneur en NaCl croît progressivement. La régénération 1 correspond à la sortie d'eau (vers égout), la régénération 2 correspond à la récupération de sel (vers T4501).

Etapes 9/10/11 : Rinçage 1 / 2 / 3

Ces rinçages permettent de déplacer la saumure contenue dans la colonne. Comme pour l'étape de régénération, cette étape est divisée en trois. Car, au début du déplacement, c'est de la saumure qui sort de la colonne (vers T4501), puis de la saumure de plus en plus diluée (vers égouts) et enfin de l'eau « propre » (vers eaux récupérées T4212)

Tableau II.2. Séquentiel des 2 nouvelles colonnes

N°	Séquence	Fluide entrant	sortant De Bac	Débit m ³ /h	Consigne volume m ³	Fluide sortant	Vers	Sens	Transition
1	Detassage	ER	T4212	53	13	ER	Egout	↑	Volume
2	Ensucrage 1	SAD	T4200	30	32	ER	T4212	↑	Volume
3	Ensucrage 2	SAD	T4200	30	19	ES	T4210	↑	Volume
4	Production	SAD	T4200	30	750	SD	T500	↑	Volume
5	Désucrage 1	EAC	T4216	30	13	SAD	T240	↓	Volume
6	Désucrage 2	EAC	T4216	30	34	ES	T4210	↓	Volume
7	Régénération1	SF	T4300	57	16.8	SR	Egout	↓	Volume
8	Régénération2	SF	T4300	57	13.8	SAR	T4501	↓	Volume
9	Rinçage 1	EAC	T4216	57	44,1	SAR	T4501	↓	Volume
10	Rinçage 2	EAC	T4216	57	6,9	SR	Egout	↓	Volume
11	Rinçage 3	EAC	T4216	63	63	ER	T4212	↓	Volume

II.4.3 GRAFCET du processus de décoloration

Le GRAFCET permet de visualiser de façon particulièrement claire toutes les évolutions du système. Comme le montre la **figure II.12** suivante :

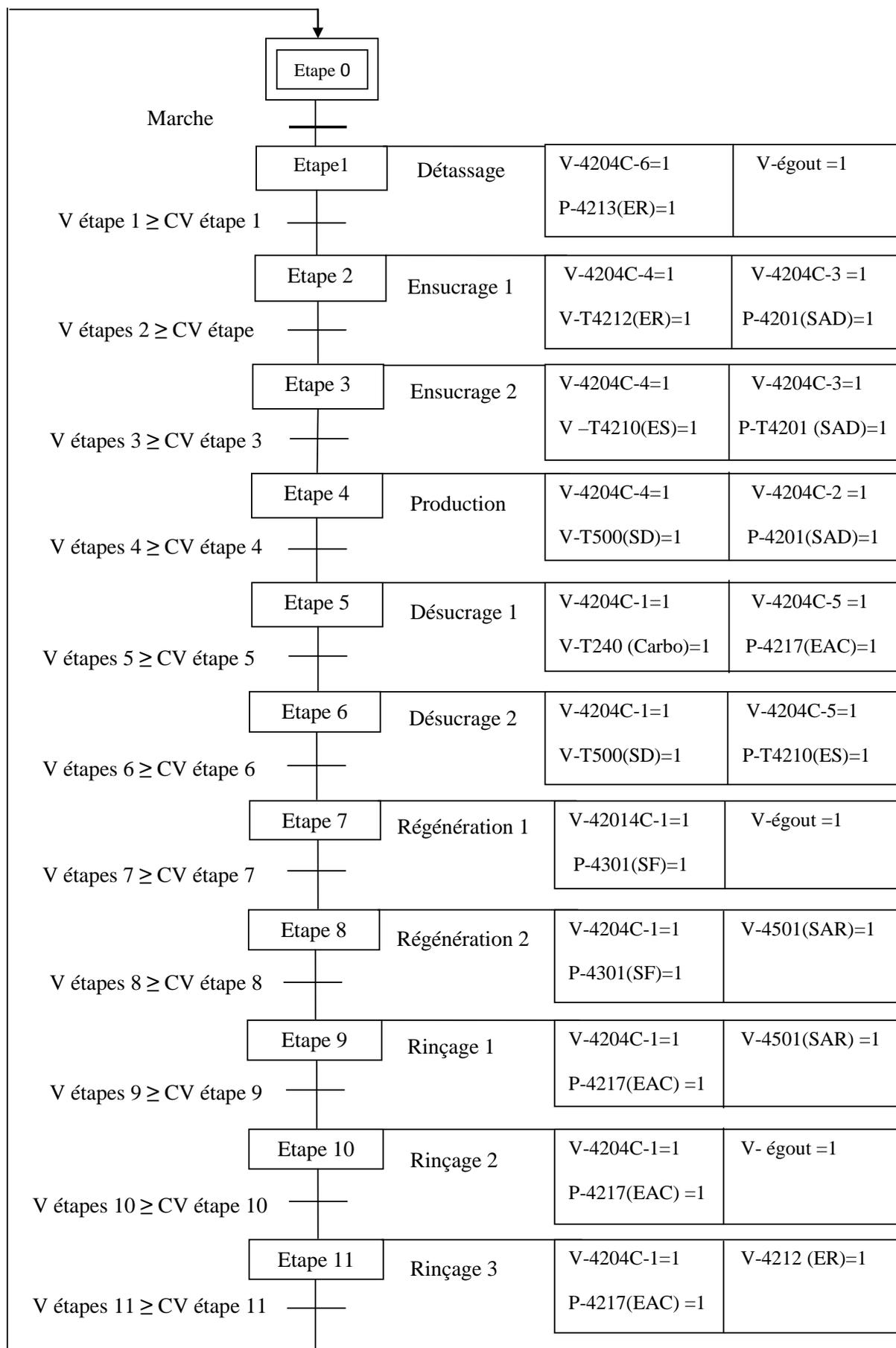


Figure II.12. GRAFCET de processus(les deux nouvelles colonnes)

II.5. Conclusion

Ce chapitre donne un aperçu sur la structure et le fonctionnement de l'unité de décoloration du sucre, les éléments constituant la partie opérative ont été décrits. La dernière partie du chapitre a été consacrée principalement à la définition du cahier de charge et le GRAFCET du processus étudié.

CHAPITRE III :
PROGRAMME DE
COMMANDE ET DE
SUPERVISION

Ce chapitre donne un aperçu général sur le logiciel de programmation STEP 7 et le logiciel de supervision Win CC Flexible utilisés et les différentes parties du travail élaboré.

III.1. Description du logiciel STEP 7

STEP 7 est le logiciel de programmation pour les systèmes SIMATIC, S7/M7 et, par conséquent, de la programmation de l'API S7-300 utilisé. Le logiciel de base est utilisé dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation [15].

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur :

- La création et gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement de programmes dans les systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.

Le logiciel Siemens S7 permet une programmation multi-langages. Il peut être programmé dans plusieurs langages différents et qui peuvent être même mélangés dans un même programme (mais pas dans une même sous-routine) :

- Liste d'instructions ou Instruction List (IL).
- Langage à contacts ou Ladder diagramm (CONT).
- Logigramme ou Functional Block (LOG).

III.1.1. Structure du programme [15]

La programmation structurée permet la rédaction claire et transparente de programmes. Elle permet la construction d'un programme complet à l'aide de modules qui peuvent être échangés et/ou modifiés à volonté.

Pour permettre une programmation structurée confortable, il faut prévoir plusieurs types de modules : les modules d'organisation (OB), de programmes (FB), fonctionnels (FC), de pas de séquences (SB), de données (DB).

- **Les modules de programmes (FC) :** servent à subdiviser le programme en parties fonctionnelles et/ou orientées vers le "processus".
- **Les modules de données (DB) :** contiennent des données variables, textes, valeurs de temporisations ou de comptage, résultats de calculs, etc. Ils sont accessibles et actualisables à tout moment.
- **Les modules séquentiels (SB) :** sont spécialement utilisés pour effectuer des séquences selon GRAFECT. Les paramètres d'entrée y seront les conditions d'avancement d'un pas de séquence et les paramètres de sorties, les ordres à exécuter lorsque ces conditions seront vérifiées.
- **Les modules d'organisation (OB) :** sont, comme leur nom l'indique, utilisés pour l'organisation interne du programme et forment ainsi un moyen puissant et essentiel pour la programmation structurée.
- **Les modules fonctionnels (FB) :** sont librement paramétrables. Ils sont spécialement conçus pour la standardisation de fonction complexe et revenante souvent. S'il faut commander, par exemple, une cinquantaine de vannes à l'aide d'un automate, on ne programmera qu'une fois ce programme de commande et de surveillance de vannes avec des paramètres symboliques dans un module fonctionnel. Ensuite, on appellera 50 fois ce module dans le programme principal et à chaque fois on y adjoindra d'autres entrées et d'autres sorties ; étant donné le caractère de substitutions des paramètres.

En résumé on distingue plusieurs types de blocs:

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

On retiendra principalement l'OB1 qui est examiné à chaque cycle d'automate. C'est à partir de ce bloc que l'on fera les appels aux différents blocs de programmes. L'OB100 et l'OB101 sont uniquement appelés aux démarrages (respectivement à chaud et à froid). On y appellera donc les blocs traitant les initialisations.

- **Les fonctions : FC**

C'est dans ces blocs que l'on va mettre les instructions à exécuter. La numérotation est libre (de 0 à 255). Ces blocs n'ont pas de mémoire.

- **Les blocs de fonction : FB**

Ces blocs sont paramétrables. On peut passer des données en créant des DB d'instance associés à un seul FB pour le passage de paramètres. La numérotation est libre (de 0 à 255). Ils peuvent être très utiles pour réduire le code en créant des DB d'instance associés à un seul

FB avec passage de paramètres.

III.1.2. Types de variables

Les différents types de variables sont:

- Entrées (E)
- Sorties (A)
- Mémentos (Flag) (M)
- Temporisations (T)
- Compteurs (Z)

III.1.3. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

Le gestionnaire de projets SIMATIC gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation quel que soit le système cible (S7/M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

III.1.4. Paramétrage de l'interface de programmation (adaptateur pc)

Une liaison MPI est nécessaire pour programmer un SIMATIC S7-300 depuis l'ordinateur ou le panel de gestion. MPI (pour : Multi Point Interface) est une interface de communication utilisée pour la programmation, le contrôle-commande avec IHM (interface homme-machine) et l'échange de données entre CPU SIMATIC S7 jusqu'à 32 nœuds maximum. Chaque CPU du SIMATIC S7-300 est équipée d'une interface MPI intégrée.

III.1.5. Stratégie de programmation [15]

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ✓ Création du projet SIMATIC STEP7

- ✓ Configuration matérielle HW Config : dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

- ✓ Définition des mnémoniques : dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.
- ✓ Création du programme utilisateur : en utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.
- ✓ Exploitation des données: création des données de références et utilisation de ces données de référence afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "contrôle commande".
- ✓ Test du programme et détection d'erreurs : pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs des variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.
- ✓ Chargement du programme dans le système cible : Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.
- ✓ Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel : la détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la «Mémoire tampon de diagnostic » accessible depuis le SIMATIC Manager.

III.2. Réalisation du programme de l'unité de décoloration

III.2.1. Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP 7, nous avons procédé comme suit :

En sélectionnant l'icône *SIMATIC Manager*, on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider. Comme le montre la **figure III.1** suivante :

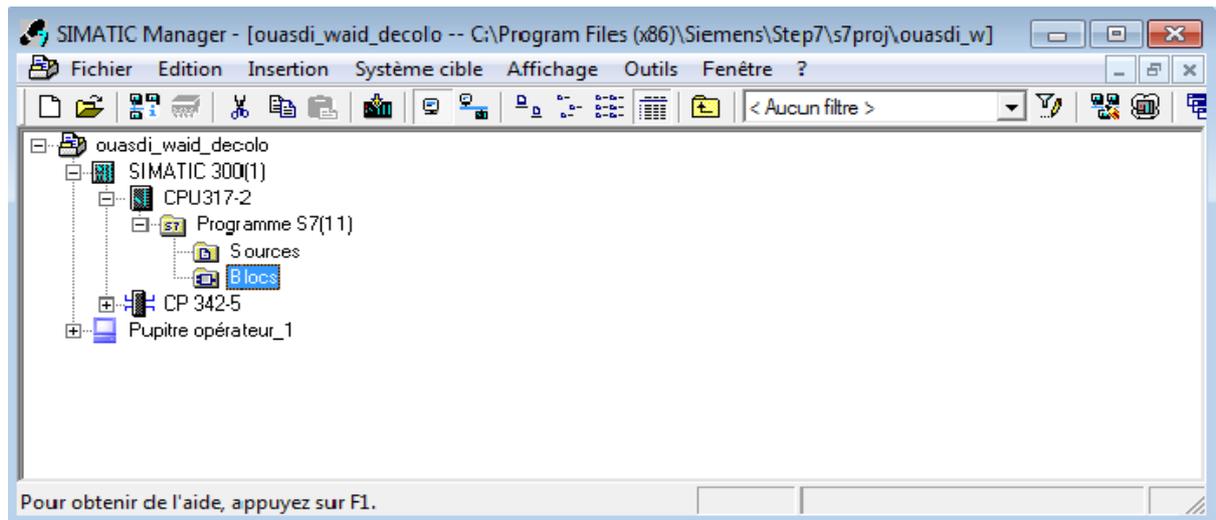


Figure III.1. Page de démarrage de STEP 7

Deux approches sont possibles. Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle, ou bien l'inverse.

III.2.2. Configuration matérielle

C'est une étape importante qui correspond à l'agencement des châssis et des modules. Ces derniers sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

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

Le choix du matériel SIMATIC S7-300 avec une CPU317-2 nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

- ✓ On commence par le choix du châssis, selon la station choisie auparavant. Pour la station SIMATIC S7-300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.
- ✓ Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1.

Parmi celles proposées, notre choix s'est porté sur la «ps-307 5A».

- La «CPU 317-2» est impérativement mise à l'emplacement n°2.
- L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.
- Les emplacements n°4, CP PROFIBUS
- Les emplacements n°5, sont réservés pour les modules de sorties TOR à 32 bits chacun.
- Les emplacements n°6,7, sont réservés pour les entrées analogiques de 16 bits

La **figure II.2** suivante présente la configuration matérielle :

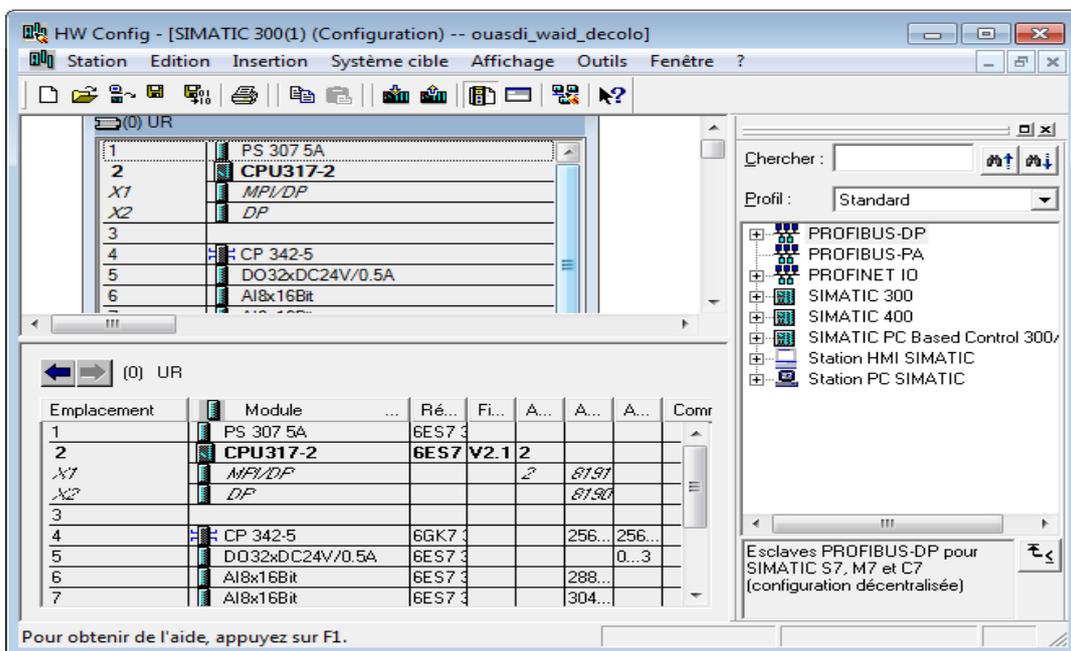


Figure III.2. Configuration matérielle

III.2.3. Création de la table des mnémoniques

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela, la table des mnémoniques doit être créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier des charges, pour les entrées et les sorties. La table mnémonique réalisée est présentée dans la **Figure III.3**.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
22		E_AN_PT4222_2	PEW 330	INT	entrée analogique filtre PT4222
23		E_AN_SF	PEW 350	INT	entrée analogique niveau colonne saumure fraîche
24		E_AN_T4200	PEW 340	INT	entrée analogique niveau colonne T4200
25		E_AN_T4210	PEW 344	INT	entrée analogique niveau colonne T4210
26		E_AN_T4212	PEW 352	INT	
27		E_AN_T4216	PEW 346	INT	entrée analogique niveau colonne T4216
28		E_AN_T4300	PEW 348	INT	entrée analogique niveau colonne T4300
29		E_AN_T500	PEW 342	INT	entrée analogique niveau colonne T500
30		E_ANO_T4212	PEW 288	INT	
31		ETAP0D	M 2.5	BOOL	
32		etape_10D	M 2.1	BOOL	riçage_2
33		etape_10E	M 4.3	BOOL	riçage_2
34		etape_11D	M 2.2	BOOL	riçage_3
35		etape_11E	M 4.4	BOOL	rinçage_3
36		etape_1D	M 1.0	BOOL	detassage
37		etape_1E	M 3.0	BOOL	detassage
38		etape_2D	M 1.1	BOOL	ensucrage_1
39		etape_2E	M 3.1	BOOL	ensucrage_1
40		etape_3D	M 1.2	BOOL	ensucrage_2
41		etape_3E	M 3.2	BOOL	ensucrage_2
42		etape_4D	M 1.3	BOOL	production
43		etape_4E	M 3.4	BOOL	production
44		etape_5D	M 1.4	BOOL	desucrage_1
45		etape_5E	M 3.5	BOOL	desucrage_1
46		etape_6D	M 1.5	BOOL	desucrage_2
47		etape_6E	M 3.6	BOOL	desucrage_2
48		etape_7D	M 1.6	BOOL	régénération_1
49		etape_7E	M 4.0	BOOL	régénération_1
50		etape_8D	M 1.7	BOOL	régénération_2
51		etape_8E	M 4.1	BOOL	régénération_2

Figure III.3. Table des mnémoniques du projet

III.2.4. Programme de l'unité de décoloration

Nous avons choisi le langage de programmation à contact (CONT) et langage liste (IL) ainsi que le bloc d'organisation (OB). Le programme réalisé est présenté dans quelque exemple, dans **l'annexe 1**.

III.3. Description du logiciel Win CC Flexible

Win CC Flexible est un logiciel compatible avec l'environnement STEP 7 et propose, pour la configuration de divers pupitres opérateurs, une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration. Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter et ajuster, éventuellement, le processus toujours via l'automate [12].

L'environnement de travail de Win CC Flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visibles lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration.

On peut configurer, par exemple, l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur "Vue". Pour la configuration des alarmes, on utilise par exemple l'éditeur "Alarmes TOR". Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont représentés dans la figure III.4.

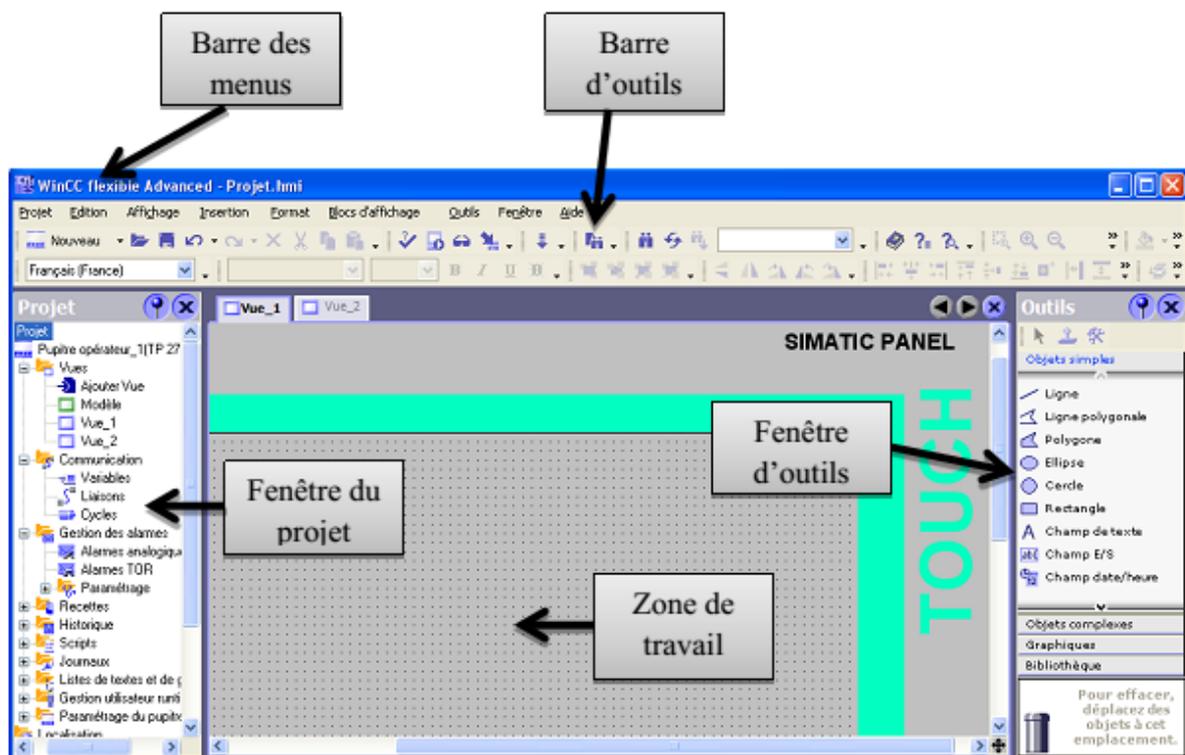


Figure III.4. Eléments du Win CC Flexible

- **Barre des menus** : contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation du Win CC Flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.
- **Barre d'outils** : permet d'afficher tout dont le programmeur a besoin.
- **Zone de travail** : sert à configurer des vues de façon qu'elles soient les plus compréhensibles par l'utilisateur et très faciles à manipuler et consulter les résultats.
- **Boite d'outils** : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues (par exemple, des objets graphiques et des éléments de commande).
- **Fenêtre des propriétés** : son dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail. Lorsqu'un objet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.

III.4. Supervision de l'unité de décoloration

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme Machine (IHM).

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine / installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Une fois le pupitre (panel) mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des colonnes ;
- D'afficher les alarmes.

III.4.1. Etapes de mise en œuvre

Pour créer une Interface Homme / Machine, il faut avoir préalable pris connaissance des éléments du processus ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide de logiciel Win CC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

III.4.2. Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre Win CC et notre automate. Ce qui permet au logiciel Win CC de lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Après avoir créé notre projet Win CC, nous cliquons sur l'onglet liaison afin de créer une nouvelle liaison que nous nommerons << *liaison_1* >>. Nous indiquons, ensuite, les différents paramètres qui sont :

- *Interface* : *MPI / DP* : Notre automate est relié par un MPI.
- *Adresse* : permet de spécifier l'adresse de la station, dans ce cas l'adresse MPI.

L'éditeur "*liaison*" affiche la connexion à l'automate configurée. Comme le montre la **Figure III.5** suivante :

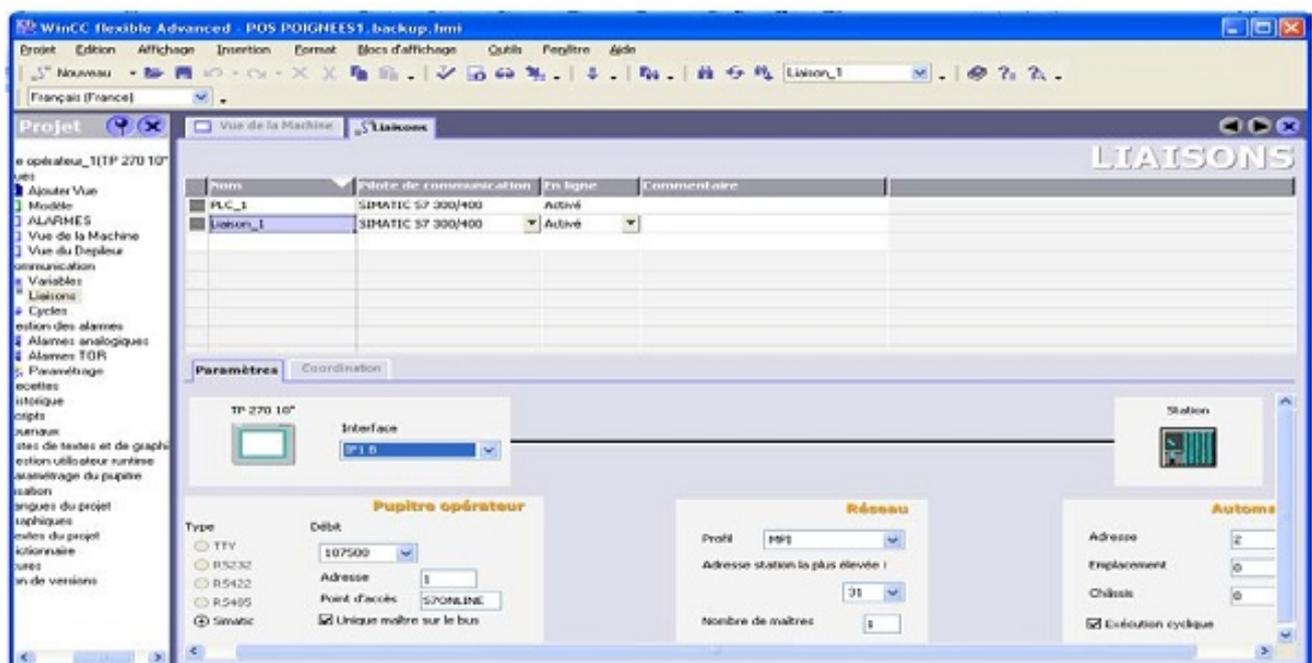


Figure III.5. L'éditeur de liaison

III.4.3. Création de la table des variables

Maintenant que notre liaison entre notre projet Win CC et notre automate est établie, il nous est possible d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate.

- Mémoire entrées/ sorties ;
- Memento ;
- Bloc de données.

Les variables permettent de communiquer, c.-à-d. d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.

Une variable est l'image d'une cellule mémoire définie de l'automate. L'accès en lecture et en écriture à cette mémoire est possible aussi bien à partir du pupitre opérateur que de l'automate.

Afin de faire la correspondance entre les données du pupitre STEP7 et les données du projet Win CC, il est possible de faire une table de correspondance des données via l'onglet « *variable* ». Chaque ligne correspond à une variable de Win CC. Elle est spécifiée par :

- Son nom ;
- La liaison vers l'automate ;
- Son type ;
- Et le taux de rafraîchissement de celle-ci.

Le taux de rafraîchissement : est le temps que doit mettre Win CC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate.

L'éditeur " *Variable* " affiche toutes les variables du projet, comme le montre la **figure III.6** suivante :

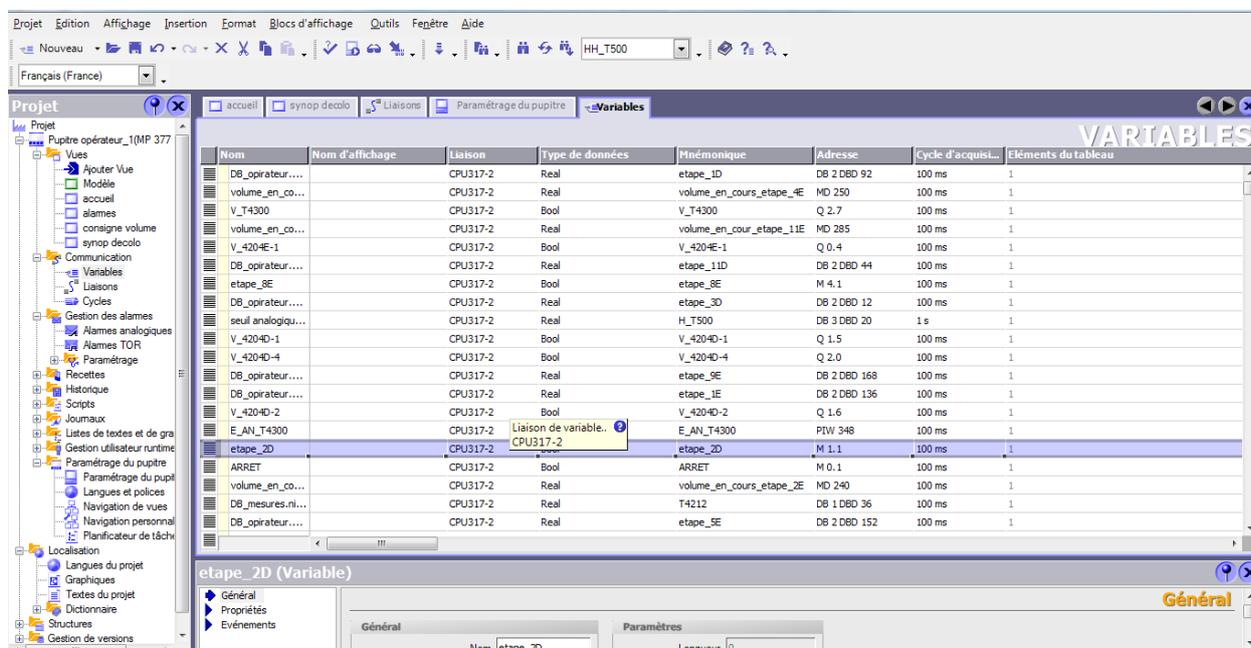


Figure III.6. L'éditeur de Variable

III.4.4. Création de vues

Dans Win CC flexible, on crée des vues pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

A- Planifier la création de vues

Les principales étapes nécessaires à la création de vues sont :

- Planifier la structure de la représentation du processus : combien de vues nécessaires et dans quelle hiérarchie.
- Planifier la navigation entre les divers vues.
- Adapter le modèle.
- Créer les vues.

B- Constitution d'une vue

Une vue peut être composée d'éléments statiques et d'éléments dynamiques.

- Les éléments statiques, tels que du texte.
- Les éléments dynamiques varient en fonction de la procédure. Ils visualisent les valeurs de processus actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre.

Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues de processus du projet. La fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues de processus. On trouve des objets graphiques simples (tel qu'un champ de texte) et des éléments de commande simple (tel qu'un champ d'E/S). Comme le montre la **Figure III.7** suivante :

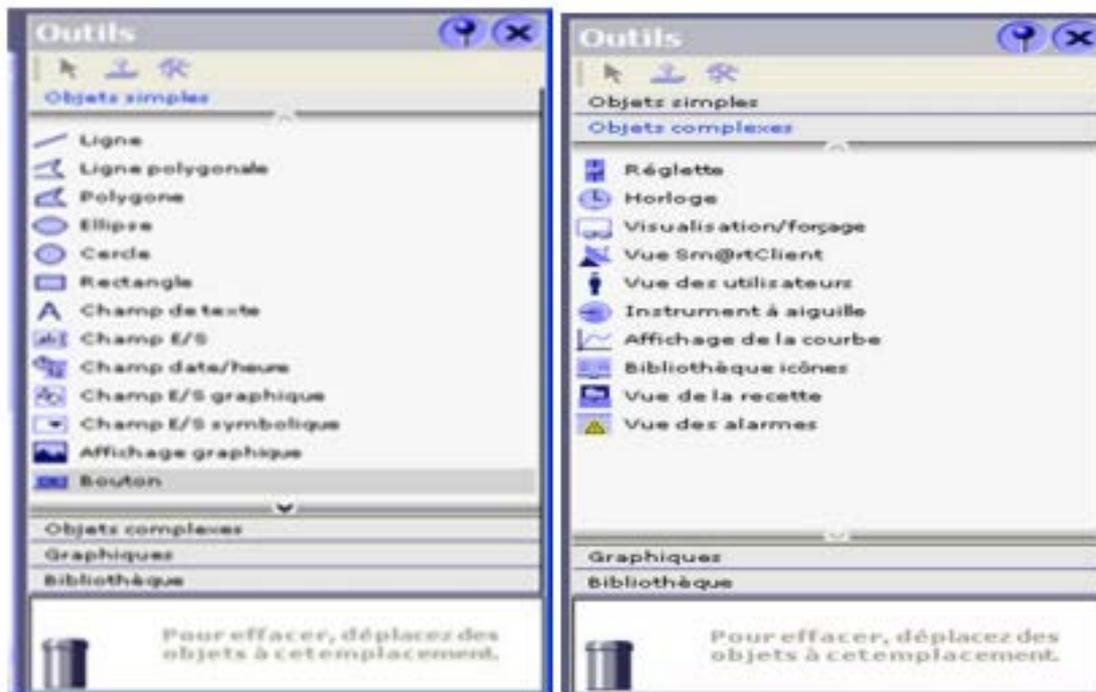


Figure III.7. Fenêtre des outils

C- Vue du processus

Le processus peut être représenté dans des vues séparés. **L'annexe 2** montre les vues créés pour la commande et le contrôle du processus.

C.1. Vue des alarmes : Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 dans l'automate. Pour cela, nous avons configuré des alarmes TOR dans Win CC flexible. Win CC flexible comporte les tableaux suivants pour la configuration des alarmes :

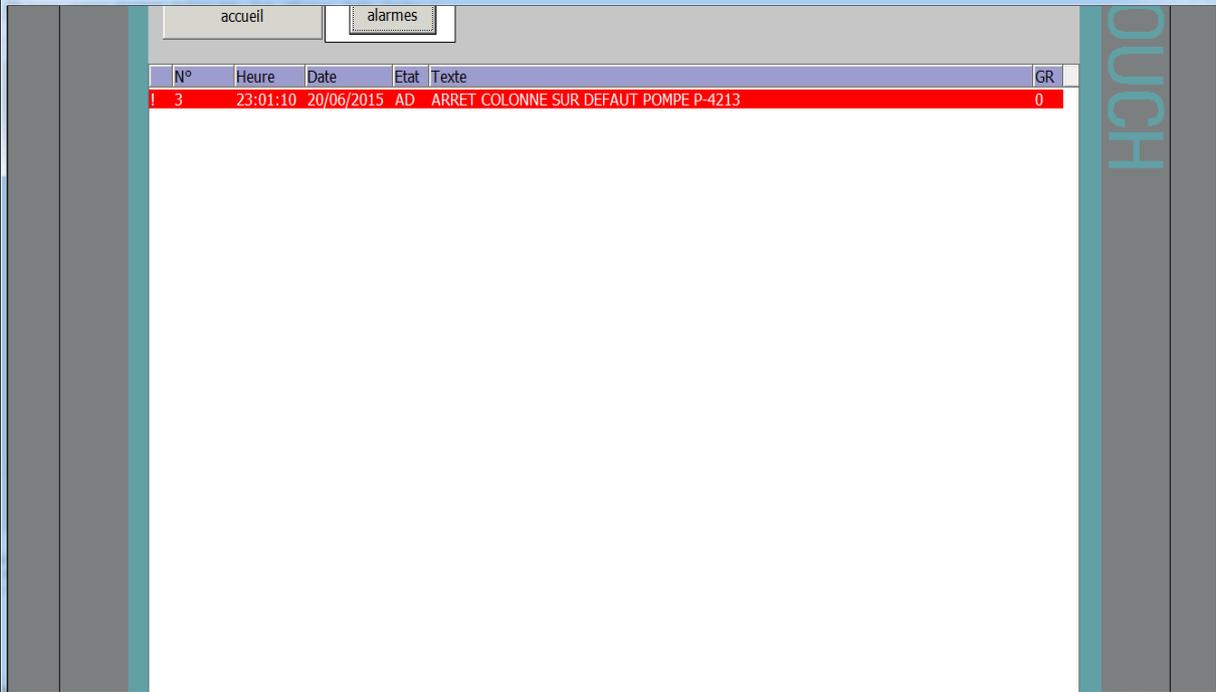
- "Alarmes TOR" permet de créer et de modifier des alarmes TOR ;
- "Classes d'alarmes" permet de créer et de modifier des classes d'alarmes.

Des classes d'alarmes déterminent, en substance, l'aspect des alarmes s'affichant sur le pupitre opérateur et leur comportement d'acquiescement.

Il est possible de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux, afin de garantir que la personne qui commande l'installation en a bien pris connaissance. L'opérateur dispose des moyens suivants pour acquiescer des alarmes :

- Acquiescement dans la fenêtre d'alarmes ;
- Acquiescement dans la vue des alarmes ;

- Acquiescement via le bouton « *acquitter* » dans les vues. L'éditeur ''*alarmes TOR*'' a été utilisé et affiche les variables utilisées comme le montre la **figure III.8** suivante :



N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
! 3	23:01:10	20/06/2015	AD	ARRET COLONNE SUR DEFAUT POMPE P-4213	0

Figure III.8. L'éditeur alarme TOR

III.5. Conclusion

Ce chapitre est consacré au fond de notre travail. Après une brève présentation du logiciel STEP 7 et toutes les fonctionnalités nécessaires qu'il nous offre pour configurer, paramétrer et programmer notre S7-300, on a exposé le langage à contact et langage liste et l'élaboration du programme. La création de l'interface de supervision IHM (l'Interface Homme Machine) de l'unité de décoloration au sein de la raffinerie du sucre de CEVITAL a été faite en utilisant le logiciel Win CC Flexible.

*CONCLUSION
GENERALE*

Conclusion générale

L'objectif de notre travail était d'étudier l'unité de décoloration de sucre au niveau de l'entreprise CEVITAL après son extension et l'ajout de 2 colonnes aux trois colonnes déjà existantes. Il s'agit de développer son programme Step7 pour la commande de l'installation à base de l'automate SIEMENS S7-300. La deuxième partie concerne la conception d'un programme à base du logiciel Win cc flexible, pour la supervision.

Ainsi, le chapitre 1 expose des généralités (présentation de l'entreprise CEVITAL, raffinage de sucre, système automatisé ...). Le processus étudié est décrit, d'une manière relativement détaillée dans le chapitre deux. Le fond de travail est exposé dans le chapitre trois.

L'étude détaillée de l'unité de décoloration nous a permis de toucher à plusieurs disciplines, telles que l'informatique, la mécanique, l'instrumentation et la pneumatique.

La réalisation de ce mémoire nous a permis de consolider et voir en pratique les connaissances acquises durant notre cursus de formation. La période de stage nous a permis de voir le monde du travail et d'acquérir une discipline professionnelle.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

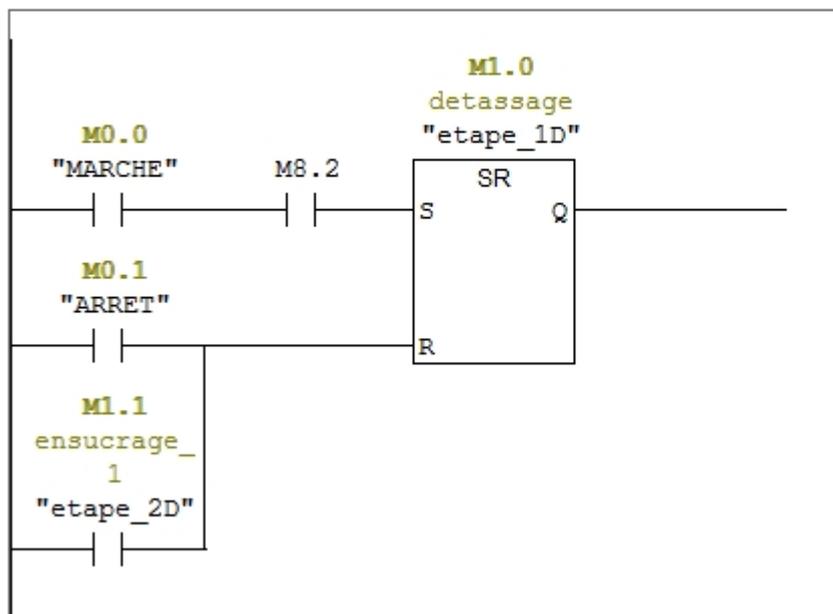
- [1] D. Hubert, « *Introduction aux automatismes industriels,*» Techniques de l'ingénieur, Référence BM6112, 2008.
- [2] M.A. Theoleyer, S. Cartier et M. Decloux, « *couplage de la décoloration et de la nanofiltration éluant de régénération en raffinerie de canne,*» actes de 6^{ème} symposium AVH, Reims, 1999.
- [3] M. Decloux, « *Procèdes de transformation en sucrière, partie 1,*» Technique de l'Ingénieur, traité agroalimentaire (F6 150), 2002.
- [4] « *Manuel opératoire CIVETAL* » Document interne CEVITAL, 2006.
- [5] J.C Bossy, D Mératn, « *Automatique appliqué,* » Edition Educavivre, 1985.
- [6] A. Gonzaga, « *Les automates programmables industriels,* » Edition Tec & Doc, 2004.
- [7] « *Automates Nano et Plate-forme d'automatisme Micro,* » Manuel Schneider Electric, 1999, P 104-106.
- [8] G. Michel, « *Les API, Architecture et Application des automates programmables Industriels,* » Edition DUNOD, Paris 1987.
- [9] E.M Berkouk, « *Mise en œuvre du logiciel STEP7 Application à l'automate programmable S7-314 IFM,*» École nationale polytechnique el Harrach 2003-2004.
- [10] Michel BERTAND, « *Automates programmables industriels,*» Techniques de l'ingénieur, Référence S 8015, 2010.
- [11] D. Dubois, « *GRAF CET: Nations de base,*» Doc 2001.
- [12] Jean-Marc CHARTRES, « *Supervision : outil de mesure de la production,*» Techniques de l'ingénieur, Référence 7 630, 1997.
- [13] Manuel Endress+Hauser « *mesure de niveau chez Endress+Hauser,*» Doc 2001.
- [14] Manuel SIEMENS, « *Appareils de terrain pour l'automatisation des processus,* »2005.
- [15] Manuel SIEMENS, « *Programmation avec STEP7,* » 2000.

ANNEXES

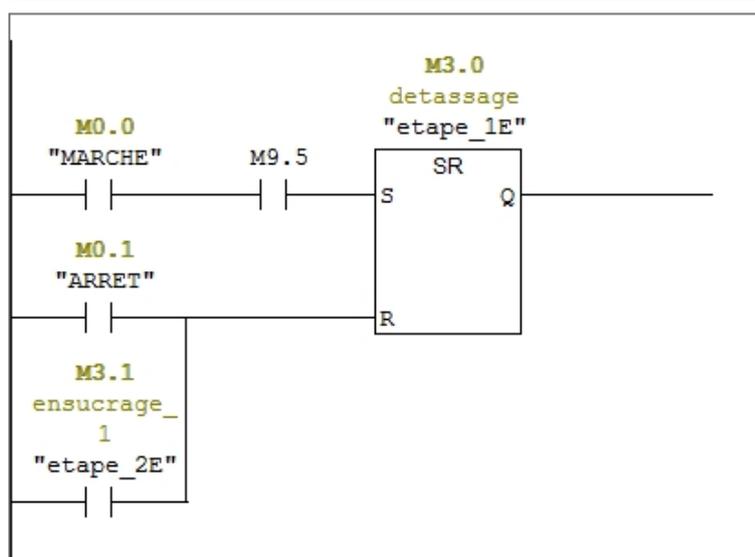
ANENEXE 1

Réseau 1: detassage

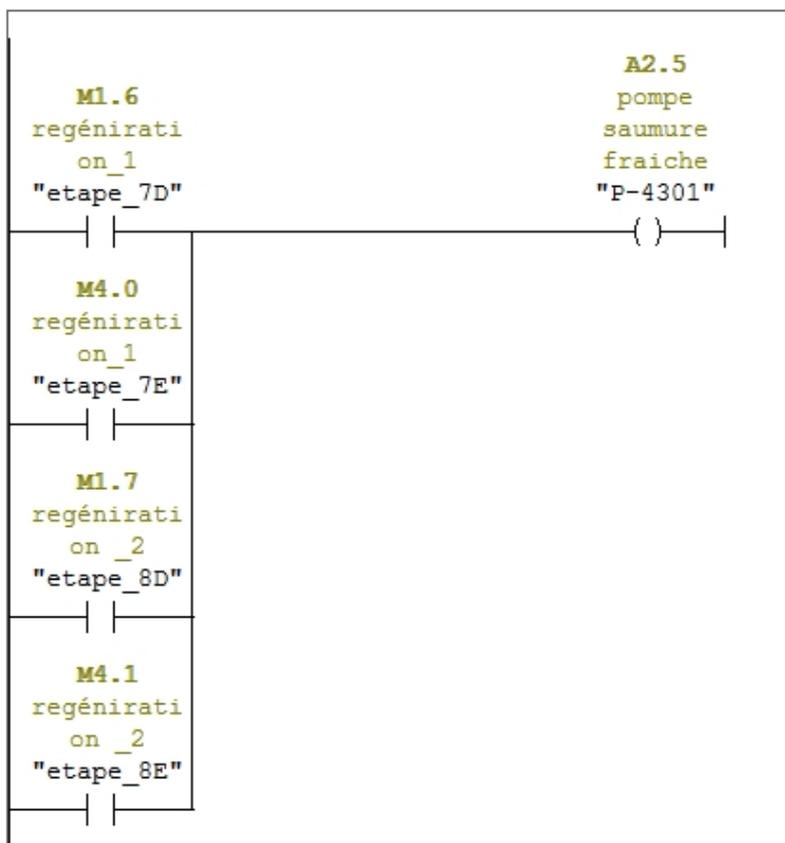
etape 1 de grafcet colonne D



etape 1 de grafcet colonne E



pompe saumure fraiche

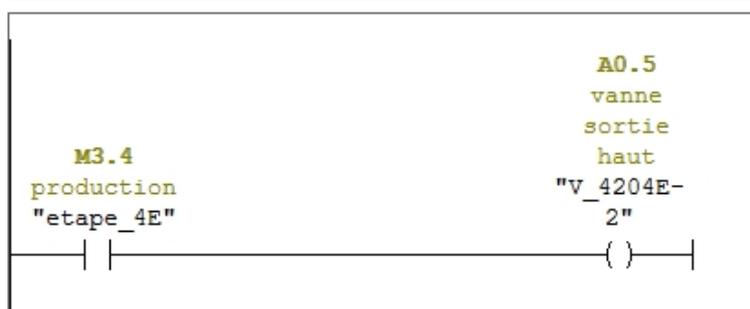


vanne sortie haut

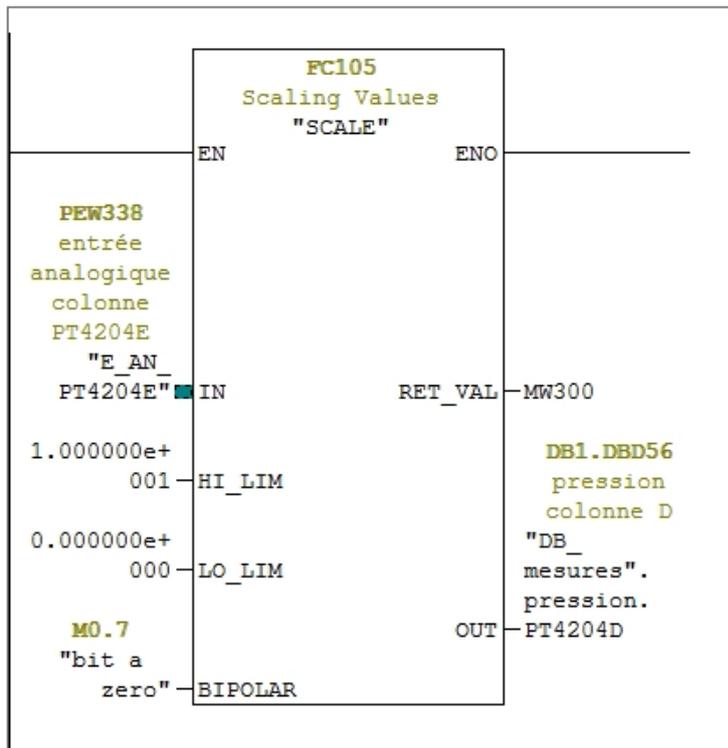


Réseau 4: vanne sortie haut

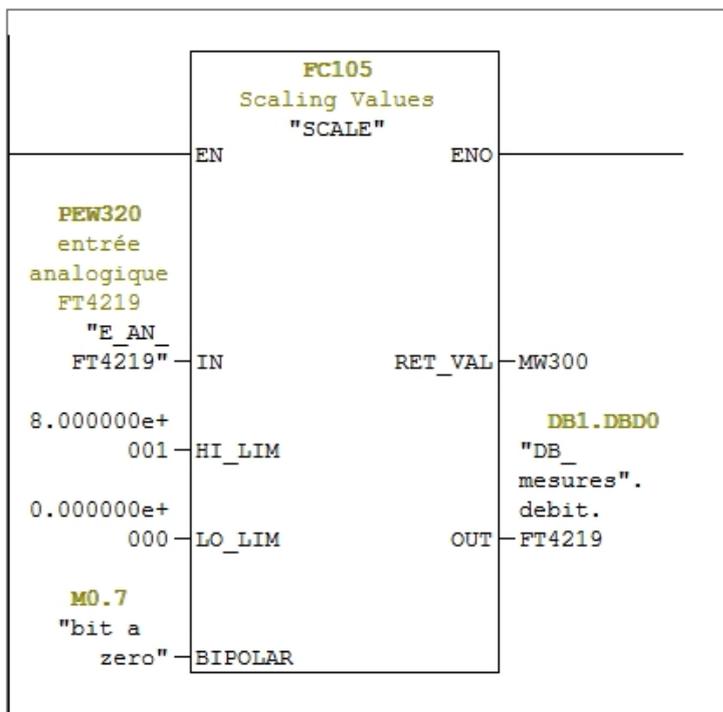
Commentaire :



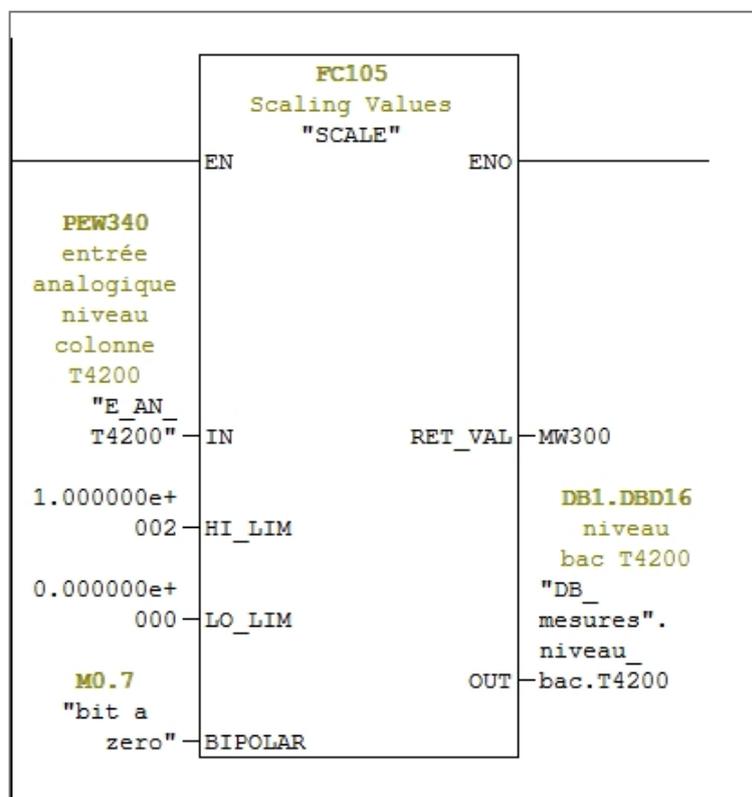
la mise en echelle pression colonne D



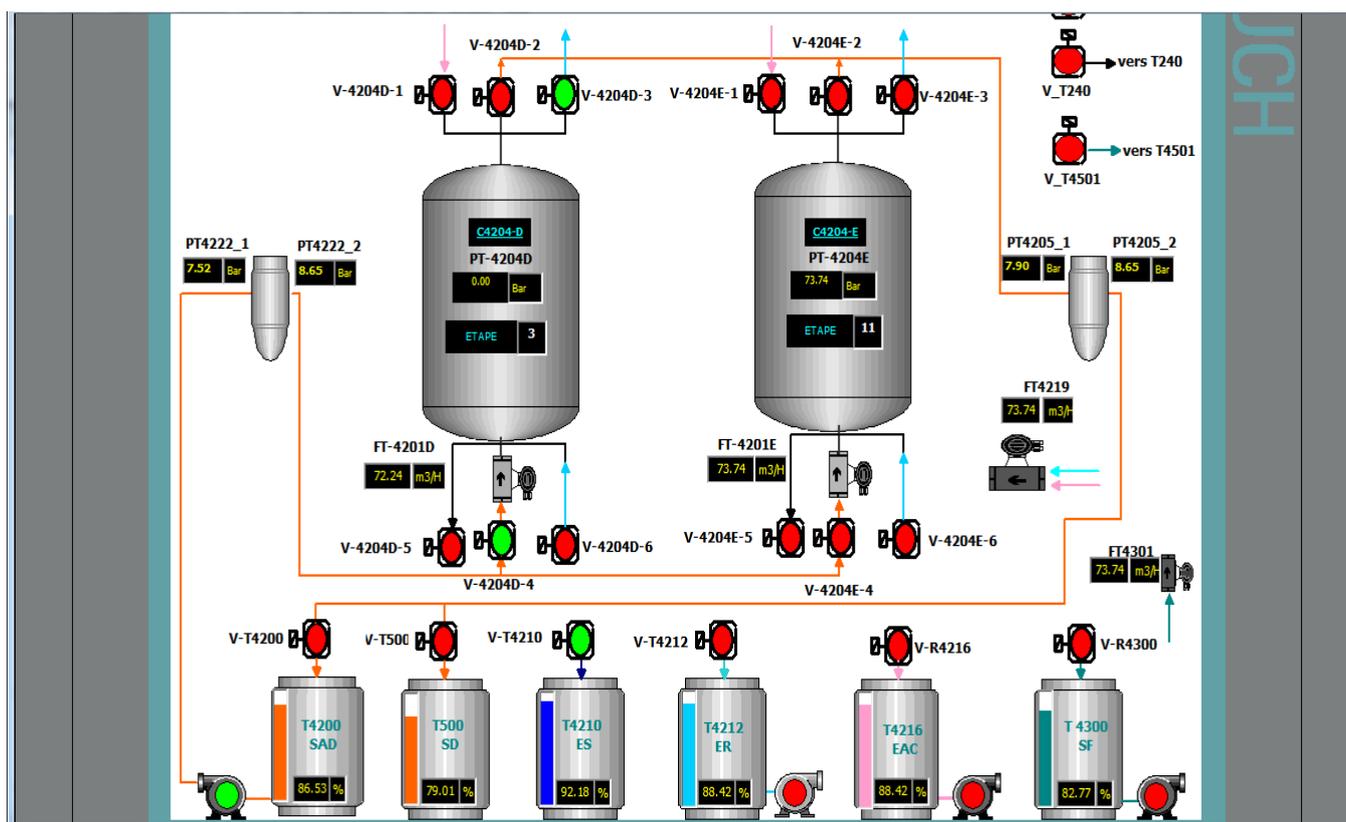
la mise en echelle debit FT4219



la mise en echelle niveau bac T4200



ANENEXE 2



C-Synoptique de décoloration

COLONNES D				COLONNES E			
PRESELECTION		EN COURS		PRESELECTION		EN COURS	
ETAPE	VOL.	ETAPE	VOL.	ETAPE	VOL.	ETAPE	VOL.
ETAPE 1	1.00 m ³	ETAPE 1	0.00 m ³	ETAPE 1	1.00 m ³	ETAPE 1	0.00 m ³
ETAPE 2	1.00 m ³	ETAPE 2	0.20 m ³	ETAPE 2	1.00 m ³	ETAPE 2	0.00 m ³
ETAPE 3	1.00 m ³	ETAPE 3	0.00 m ³	ETAPE 3	1.00 m ³	ETAPE 3	0.25 m ³
ETAPE 4	1.00 m ³	ETAPE 4	0.00 m ³	ETAPE 4	1.00 m ³	ETAPE 4	0.00 m ³
ETAPE 5	1.00 m ³	ETAPE 5	0.00 m ³	ETAPE 5	1.00 m ³	ETAPE 5	0.00 m ³
ETAPE 6	1.00 m ³	ETAPE 6	0.00 m ³	ETAPE 6	1.00 m ³	ETAPE 6	0.00 m ³
ETAPE 7	1.00 m ³	ETAPE 7	0.00 m ³	ETAPE 7	1.00 m ³	ETAPE 7	0.00 m ³
ETAPE 8	1.00 m ³	ETAPE 8	0.00 m ³	ETAPE 8	1.00 m ³	ETAPE 8	0.00 m ³
ETAPE 9	1.00 m ³	ETAPE 9	0.00 m ³	ETAPE 9	1.00 m ³	ETAPE 9	0.00 m ³
ETAPE 10	1.00 m ³	ETAPE 10	0.00 m ³	ETAPE 10	1.00 m ³	ETAPE 10	0.00 m ³
ETAPE 11	1.00 m ³	ETAPE 11	0.00 m ³	ETAPE 11	1.00 m ³	ETAPE 11	0.00 m ³

C-Consigne de volume