

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira-Bejaia
Faculté de Technologie
Département Génie électrique



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
MASTER EN ELECTROTECHNIQUE.
Option : Automatismes Industriels

THEME :

**AUTOMATISATION ET SUPERVISION DE
L'INSTALLATION DE PREPARATION DE L'ACIDE
CITRIQUE AU NIVEAU DU COMPLEXE CEVITAL**

Réalisé par:

M^{lle}. SAIDANI SORAYA

M^{lle}. AGRI NADJET

Encadré par :

M^r. ACHOUR. A/Y

M^r. BESSAA.O

Promotion : 2011-2012

Remerciements

Nous avons l'honneur d'exprimer nos remerciements et notre gratitude à Mr Achour A/Y, notre promoteur pour ses conseils et ses orientations.

C'est ainsi que nos remerciements et notre profonde gratitude vont à notre encadreur M^r Bessaa Omar, ainsi que toute l'équipe de recherche et développement pour leurs aides, leurs conseils et leurs encouragements durant notre stage, et tout le personnel de CEVITAL en particuliers Mr Smail Abdellah et Mr Sidane.

Nous adressons nos vifs et sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté de juger notre travail.

Dédicace

Je rends grâce, à mon Dieu de m'avoir donnée la force, la volonté, l'intelligence et la sagesse d'être patiente dans mes études.

En signe de respect et de reconnaissance je dédie ce modeste travail :

A la personne devant laquelle tous les mots de l'univers sont incapables d'exprimer mon amour et mon affection pour elle, à l'être qui m'est le plus cher, à ma douce mère.

A mon cher père qui a payé de vingt quatre années d'amour et de sacrifices le prix de ma façon de penser. Père, je te remercie d'avoir fait de moi une femme. Puisse ce modeste travail constitue une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposé pour assurer mon éducation. Merci papa.

A ma grande mère « Aldja » et a la mémoire de mes grands pères.

A ma grande sœur « Kahina » et son mari « Abdellah » et ses deux anges « Alicia et Mohamed » que j'aime très fort.

A ma sœur « Lila », son mari « Samir » et son ange « Tahar » que j'aime très fort.

A mes adorables sœurs « Dihia , Linda, Rima et Milina que j'aime beaucoup »

A mes frères que j'aime énormément « Jugurtha, Massinissa »

A tout mes oncles « Zahir, Nourddine, Abdellah, Akli », leur femmes, leurs enfants

A mes tantes « Terbeh, Rbiha, Nassima », leurs maris et leurs enfants .

A tous mes amis surtout (Layla, Kahina , Diana , Linda)

A mon amie est aussi binôme « Nadjet », et a toute sa famille.

A tous les gens que je connaisse.

Soraya

Dédicace

Je rends grâce, à mon Dieu de m'avoir donnée la force, la volonté, l'intelligence et la sagesse d'être patiente dans mes études.

En signe de respect et de reconnaissance je dédie ce modeste travail :

A la personne devant laquelle tous les mots de l'univers sont incapables d'exprimer mon amour et mon affection pour elle, à l'être qui m'est le plus cher, à ma douce mère.

A mon cher père qui a payé de vingt trois années d'amour et de sacrifices le prix de ma façon de penser. Père, je te remercie d'avoir fait de moi une femme.

Puisse ce modeste travail constitue une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposé pour assurer mon éducation. Merci papa.

A ma grande sœur «Zahida» et son mari « Hamid » et ses deux anges « Hamza, Dihia » que j'aime très fort.

A ma sœur « Djazira » et son mari « Khaled ».

A mes adorables sœurs « Hassiba , Dahbia, Fatma et Sabrina».

A mes frères que j'aime énormément « Smail, Karim ».

A mes oncles «Madjid,Arezki,Rachid , mes cousins « Slimane ,mouha » , leurs familles .

A mes tantes en particulier « Aldja », leurs maris et leurs enfants.

A tous mes amis surtout (Sonia, Bahia, Djidji,Keltoum, souad).

A mon amie est aussi binôme « Soraya », et a toute sa famille.

A tous les gens que je connaisse en particulier les résidents de l'ITE.

Nadjet.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction général.....	01
Chapitre I : Processus de raffinage et description du système existant de préparation d'acide citrique .	
I.1 Introduction	02
I.2 Description du processus de raffinage d'huile	02
I.2.1 Définition de raffinage	02
Etape 1 : Neutralisation.....	02
Etape 2 : Décoloration.....	02
Etape 3 : Désodorisation.....	03
I.3 Processus de raffinage d'huile au niveau de CEVITAL	03
I.3.1 Neutralisation et démulcination.....	03
I.3.2 Décoloration.....	04
I.3.3 Désodorisation.....	04
I.4 Section de traitement des déchets de neutralisation.....	05
I.4.1 Prétraitement.....	05
I.4.2 Saponification.....	05
I.5 Description de processus actuel de préparation de l'acide citrique.....	07
I.6 Description des équipements du système existant.....	08
I.6.1 La pompe.....	08
I.6.2 La vanne manuelle.....	09
I.6.3 Bac de préparation.....	09
I.7. Conclusion.....	09
Chapitre II : Description du système proposé.	
II.1.Introduction	10
II.2.Description du système proposé	10
II.3. Les calculs effectués pour la préparation d'acide citrique dans le système proposé.....	11
II.3.1. Définitions	11
II.3.2. Calculs effectués	11

Sommaire

II.4. Description des éléments du système proposé pour la préparation automatique de l'acide citrique.....	12
II.4.1 La vis sans fin.....	13
II.4.2 Les capteurs.....	13
II.4.2.1 Capteur tout ou rien (TOR)	14
II.4.2.2 Capteur de niveau à lames vibrantes pour liquide.....	14
II.4.2.3 Capteur de niveau à lames vibrantes pour solides.....	15
II.4.3 Bac de préparation d'acide.....	15
II.4.4 Vannes pneumatique tout ou rien (TOR).....	16
II.4.5 Les transmetteurs de température.....	17
II.4.5.1 L'élément de mesure.....	17
II.4.5.2 Le protecteur.....	17
II.4.5.3 La tête de raccordement.....	18
II.4.6 Transmetteur de débit.....	18
II.4.7 Moteur asynchrone triphasé.....	19
II.4.7 .1.Moteur asynchrone triphasé à cage.....	20
II.4.8.Le variateur de vitesse.....	21
II.5.Le GRAFCET.....	21
II.5 .1.Définition.....	21
II.5 .2.Règles d'évolution	22
II.5.3 GRAFCET de processus automatisé.....	22
II.5.3.1. GRAFCET de niveau 1.....	24
II.5 .3.2. GRAFCET de niveau 2	26
II.5 .4.Tableau de nomenclature.....	28
II.5.5 Mise en équations du GRAFCET.....	29
II.5.6.Conclusion.....	31
Chapitre III : Généralités sur l'automatisme.	
III. 1.Introduction.....	32
III. 2. Historique sur les API.....	32
III. 3. Les systèmes automatisés de production.....	32
III. 4.Structure d'un système automatisé.....	32

Sommaire

III. 4.1. Partie opérative.....	32
III. 4.2. Partie commande.....	33
III. 5. Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé.....	33
III. 5.1. Les avantages.....	33
III.5.2 Les inconvénients.....	34
III. 6. Les automates programmables industrielles.....	34
III. 6. 1 Définition d'un automate programmable.....	34
III. 6. 2. Description des éléments d'un API.....	35
III. 7. Langages de programmation des API.....	35
III.8 .Transfert du programme dans l'automate programmable.....	35
III. 9. Présentation de l'automate S7-300.....	36
III.10. Domaines d'utilisation des API.....	37
III.11. Mise en œuvre du système automatisé	37
III. 12. Conclusion.....	37
Chapitre IV : Programmation et supervision du système proposé	
IV.1 .Introduction.....	38
IV.2. Programmation sous STEP7.....	38
IV.2 .1 Démarrage de STEP7	38
IV.2.2. Création d'un nouveau projet.....	39
IV.2.3. Configuration matérielle	40
IV.2.4. Insertion d'un bloc analogique.....	41
IV.2.5 .Création de la table des mnémoniques	42
IV.2.5.1. La table des mnémoniques	43
IV.2.6. Création d'un bloc de donnée 'DB'	47
IV.2.6.1. Le tableau de bloc de données de supervision.....	48
IV.2.6.2. Le tableau de bloc de données des alarmes	52
IV.2.6. 3. Le tableau de bloc de données d'instance.....	53
IV.2.7. Création d'un bloc d'organisation 'OB'	54
IV.2.8. Création d'une fonction ' FC '	55
IV.2.9. Simulation de programme avec S7-PLCSIM	56
IV.2.9 .1. Présentation de S7-PLCSIM	56
IV.2.9 .2. Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré	57

Sommaire

IV.2.10.Traitement du programme par la CPU.....	61
IV.2.11.Langage de programmation LOG (logigramme).....	63
IV.2.12.Les fonctions utilisées dans le programme (voir l'annexe).....	63
IV.2.13.Calcul de la précision de la solution préparée.....	64
IV.3.La supervision.....	65
IV.3.1. Présentation de logiciel WinCC flexible.....	65
IV.3.2. Critères de choix de Win cc flexible.....	65
IV.3. 3.Intégration de WinCC flexible dans le STEP7.....	65
IV.3.4.La mise en route de WinCC flexible.....	65
IV. 3.5.Elaboration de la supervision de l'installation de préparation de l'acide citrique	67
IV. 3.6. Elaboration de la gestion des alarmes.....	68
IV. 4.Conclusion.....	69
Conclusion Générale.....	70
Bibliographie	
Annexes	

Liste des figures

Figure I.1 : Neutralisation	4
Figure I.2: Les étapes du raffinage des huiles.....	6
Figure I.3: Système de la préparation manuelle de l'acide citrique.....	8
Figure I.4 : La vanne manuelle.....	9
Figure I.5 : Bac de préparation d'acide citrique.	9
Figure II.1: Capteur de proximité	14
Figure II.2 : Détecteur de niveau à lames vibrantes « Liquiphant T FTL 20 H »....	15
Figure II.3 : Détecteur de niveau à lames vibrantes « A FTM 30 ».....	15
Figure II.4 : Bac de stockage de l'acide citrique.....	16
Figure II.5 : Robinet	16
Figure II.6 : Actionneur.....	16
Figure II.7 : Thermorésistantes Pt 100 omnigrad TST.....	17
Figure II.8 : Élément de mesure.....	17
Figure II.9 : Doigt de gant.....	18
Figure II.10 : Tête de raccordement.....	18
Figure II.11 : Débitmètre électromagnétique promag 50/53 H.....	18
Figure II.12 : Schéma du principe de fonctionnement d'un débitmètre électromagnétique.....	19
Figure II.13 : Moteur asynchrone triphasé à cage.....	20
Figure II.14: Variateur de vitesse(Schneider).....	21
Figure II.15 : GRAFCET de niveau 1 de l'installation de préparation d'acide citrique.....	24
Figure II.16 : Partie du GRAFCET de niveau 1 de l'installation de préparation d'acide citrique	25
Figure II.17 : GRAFCET de niveau 2 de l'installation de préparation d'acide citrique	26
Figure II.18 : Partie du GRAFCET de niveau 2 de l'installation de préparation d'acide citrique.....	27
Figure III.1 : Système automatisé.....	33
Figure III.2 : Structure interne d'un API.....	35
Figure III.3 : Transfert de programme dans un automate.....	36

Figure III.4 : Vue générale de l'automate S7-300.....	36
Figure IV.1 : Fenêtre SIMATIC Manager.....	38
Figure IV.2 : Fenêtre pour un nouveau projet.....	39
Figure IV.3 : Fenêtre portant le nom du projet.....	40
Figure IV.4 : Fenêtre configuration matérielle.....	41
Figure IV.5 : Fenêtre d'insertion d'un bloc analogique.....	42
Figure IV.6 : Fenêtre de création des mnémoniques.....	43
Figure IV.7 : Fenêtre de type de donnée.....	47
Figure IV.8 : Fenêtre de nom de bloc de donnée.....	48
Figure IV.9 : Fenêtre de bloc de donnée d'instance.....	54
Figure IV.10 : Fenêtre de bloc d'organisation.....	55
Figure IV.11 : Fenêtre de Création d'une fonction.....	56
Figure IV.12 : Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM.....	57
Figure IV.13 : Fenêtre de chargement de programme dans l'API.....	58
Figure IV.14 : Fenêtre de configuration du simulateur.....	59
Figure IV.15 : Sélection de mode de la CPU.....	60
Figure IV.16 :La simulation de programme.....	60
Figure IV.17 : Programmation structurée de système proposé.....	62
Figure IV.18 : Fenêtre de la supervision avec Win CC flexible.....	66
Figure IV.19 : Fenêtre de configuration des éléments.....	67
Figure IV.20 :Fenêtre de la supervision de l'installation de la préparation de l'acide citrique.....	68
Figure IV.21 :Fenêtre des alarmes.....	69

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Tableau de nomenclature.....	28
Tableau IV.1 : Tableau des mnémonique.....	47
Tableau IV.2 : Tableau de bloc de données de supervision	48
Tableau IV.2 : Tableau de bloc de données des alarmes	53

Introduction générale

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables car ils permettent d'augmenter la productivité et la flexibilité, et d'améliorer la qualité ainsi que les conditions de travail. Ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc synonyme de productivité et de sécurité.

L'automatisation consiste à faire effectuer par des machines tout ou une partie des tâches qui sont dévolues aux opérateurs humains.

La réalisation d'un système automatisé nécessite un cahier de charge donné par le client qui contient les besoins de l'industrie, et le constructeur qui a pour mission de donner le bon choix des éléments à utiliser.

La problématique qui nous a été posée au sein de l'unité de raffinage d'huile de CEVITAL est de faire l'automatisation de l'installation de préparation des produits chimiques (Acide citrique), cette dernière est actuellement manuelle, ce qui cause :

- Des retards de production.
- L'incertitude de la concentration d'acide citrique préparée ce qui oblige le service de raffinage de faire une dilution (pour avoir la concentration désirée).

L'automatisation de l'installation permet une préparation avec différentes concentrations, avec des volumes différents et d'introduire la supervision du processus.

Notre travail est organisé en quatre chapitres qui se terminent par une conclusion générale.

Dans le premier chapitre nous présentons le processus de raffinage d'huile, ainsi que la description de l'installation de préparation de l'acide citrique et ses différents constituants.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la solution proposée avec une étude détaillée sur les différents éléments constituant le système automatisé proposé.

Des généralités sur les automates programmables sont présentées dans le troisième chapitre.

Le quatrième chapitre est consacré à la programmation et l'élaboration de la supervision du système proposé et nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

***PROCESSUS DE RAFFINAGE ET
DESCRIPTION DE SYSTEME EXISTANT DE
PREPARATION D'ACIDE CITRIQUE***

I.1.Introduction

Les huiles ont toujours constitué une grande partie de la consommation humaine, ce qui demande une production en quantité et en qualité. Ces dernières sont extraites à partir des huiles brutes qui nécessitent le passage par le traitement de raffinage.

Au niveau de la raffinerie de CEVITAL, ce traitement utilise différents auxiliaires de fabrication telle que l'acide citrique, la soude caustique...etc.

Dans ce chapitre, nous décrivons le processus de raffinage de l'huile ainsi que ces différentes étapes. Nous évoquons le processus utilisé au complexe CEVITAL de Bejaïa, en particulier, la méthode (manuelle) utilisée pour la préparation de l'acide citrique ainsi que le traitement des déchets obtenus après raffinage.

I.2. Description du processus de raffinage d'huile

I.2.1.Définition de raffinage

Le raffinage est l'ensemble des opérations qui permettent d'extraire l'huile comestible des huiles brutes en éliminant les impuretés. L'huile brute contient des composés indésirables, certains sont nocifs pour la santé telle que les acides gras libres, les agents odorants et des éléments gênants dans le processus tel que les phospholipides qui bouchent les filtres.

Le raffinage s'effectue selon trois étapes :

Etape 1 : Neutralisation

L'utilisation de l'acide facilite l'élimination des phospholipides, pour la neutralisation qui est l'étape la plus importante dans le raffinage d'huile, elle permet de débarrasser l'huile des acides gras libres susceptibles à accélérer son oxydation, suivie d'un lavage pour éliminer les traces de savon et enfin d'un séchage.

Etape 2 : Décoloration

Elle sert à éliminer les pigments pour obtenir une couleur acceptable.

Etape 3 : Désodorisation

Elle permet de débarrasser l'huile de son odeur désagréable par distillation sous vide poussé à une température élevée.

I.3 Processus de raffinage d'huile au niveau de CEVITAL

La raffinerie d'huile de CEVITAL est constituée de trois lignes de production :

- Deux lignes symétriques (A et B) de capacité de 400 tonnes/jour chacune, qui constitue 800 tonnes /jour et une ligne (C) de capacité 1000 tonnes /jour.

I.3.1 Neutralisation et démulcination

L'huile brute provenant des bateaux, arrive dans des bacs de stockage puis passe par un moteur à brosse afin d'éliminer les particules physiques qui pourra prendre lieu, est soutirée à l'aide d'une pompe (PU). Puis, elle passe dans un échangeur de chaleur pour la chauffer de 25°C à 90°C, ensuite dans un mélangeur (M1) en ajoutant un dosage de l'acide citrique afin d'éliminer les phospholipides. Afin d'accélérer la réaction chimique du mélange (huile brute et acide citrique), il est transféré vers un réacteur (R1) qui permet une agitation pendant 20 minutes (réaction de démulcination), en second lieu on ajoute la soude caustique dans le mélangeur (M2) afin d'éliminer les acides gras libres (AGL).

L'huile neutralisée et démulcinée passe à travers des séparateurs qui permettent la séparation de l'huile des pâtes de neutralisation par centrifugation à 90°C. La phase lourde (pâte) passe vers les parois des séparateurs et la phase légère (l'huile) reste au centre.

Ensuite, l'huile séparée subira un lavage à l'eau chaude et d'un dosage d'acide citrique pour éliminer le reste des savons, puis on effectue un séchage sous vide afin d'éliminer l'humidité. A la fin de la neutralisation, l'huile est envoyée dans un bac pour la décoloration. La figure I.1 représente les éléments du dispositif de neutralisation.

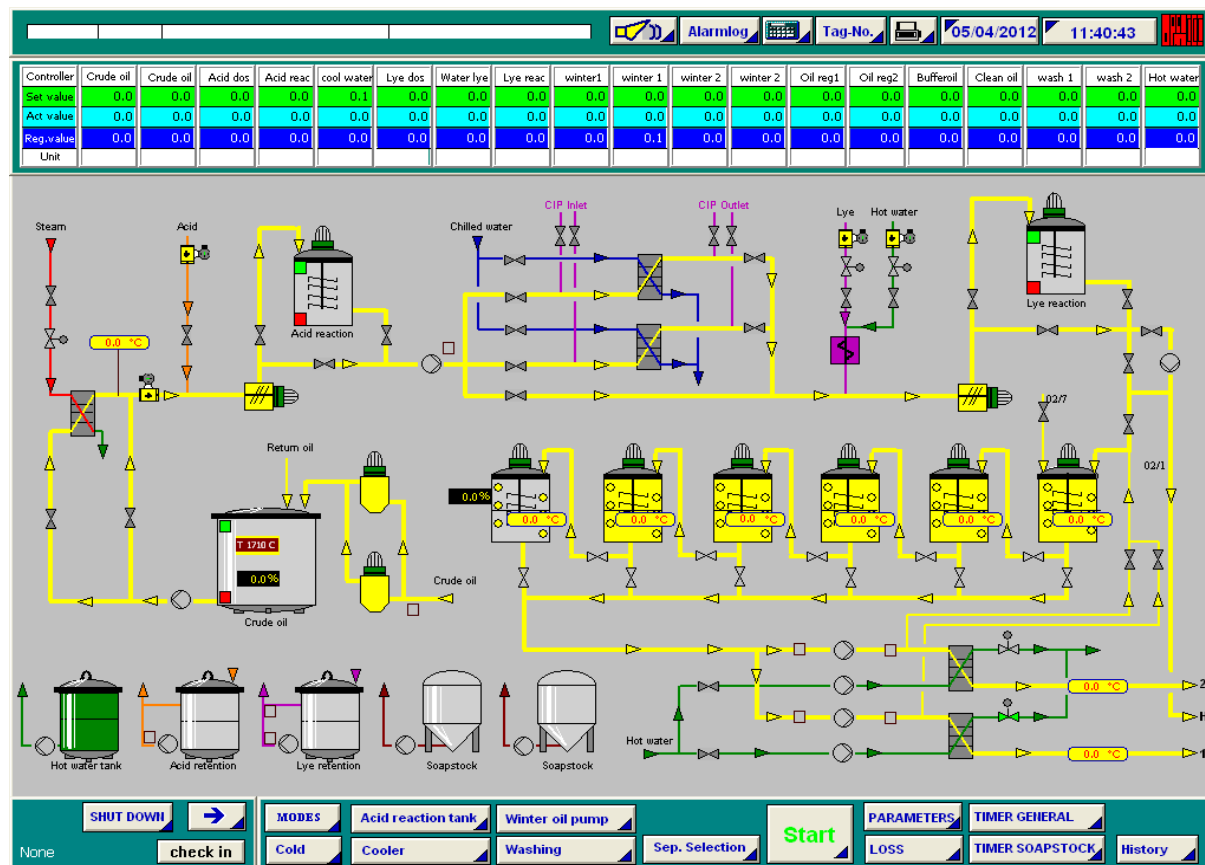


Figure I.1 : Neutralisation [2].

I.3.2 Décoloration

Dans un réacteur sous vide, on ajoute la terre décolorante à l'huile neutralisée en chauffant avec de la vapeur. Le mélange est maintenu sous agitation durant 30 minutes pour que la terre absorbe les pigments. L'étape suivante consiste à faire passer le mélange à travers des filtres (NIAGARA) qui vont piéger la terre contenant les pigments.

I.3.3 Désodorisation

Cette opération consiste à injecter de la vapeur sèche dans l'huile décolorée maintenue sous vide à une température de 225°C à 240°C. L'huile sort de l'économiseur à une température de 110°C, puis passe vers un échangeur pour atteindre 125°C, enfin l'huile désodorisée est refroidie à 35°C (refroidisseur et économiseur).

I.4 Section de traitement des déchets de neutralisation (section 24)

La phase lourde obtenue lors de la centrifugation du raffinage d'huile est transférée vers la section 24, son traitement s'effectue selon deux étapes :

I.4.1 Prétraitement

La phase lourde est chauffée à 90°C avec un dosage de la soude caustique dans un réacteur pour obtenir une phase homogène.

I.4.2 Saponification

On réchauffe le mélange à 180°C avec un barbotage et un ajout d'acide sulfurique pour avoir un PH de 2,5 à 3, ensuite le mélange est transféré dans un réacteur, pour la décomposition pendant une heure.

La vidange dans des décompteurs entraîne la formation de trois phases :

A) Eau-acide : Dans le florentin F3, on neutralise ce mélange avec la soude et on l'envoie à la station d'épuration.

B) L'huile-acide : Dans le florentin F2, qui est revendu pour l'utiliser dans différents domaines tel que : production de savons, de peinture, de mastic ...etc.

C) La phase intermédiaire : C'est la phase non traitée, elle sera recyclée pour la retraiter.

Remarque

La figure I.2 présente toutes les étapes de raffinage de l'huile, en précisant les auxiliaires principales de fabrication ainsi que les constituants indésirables éliminés.

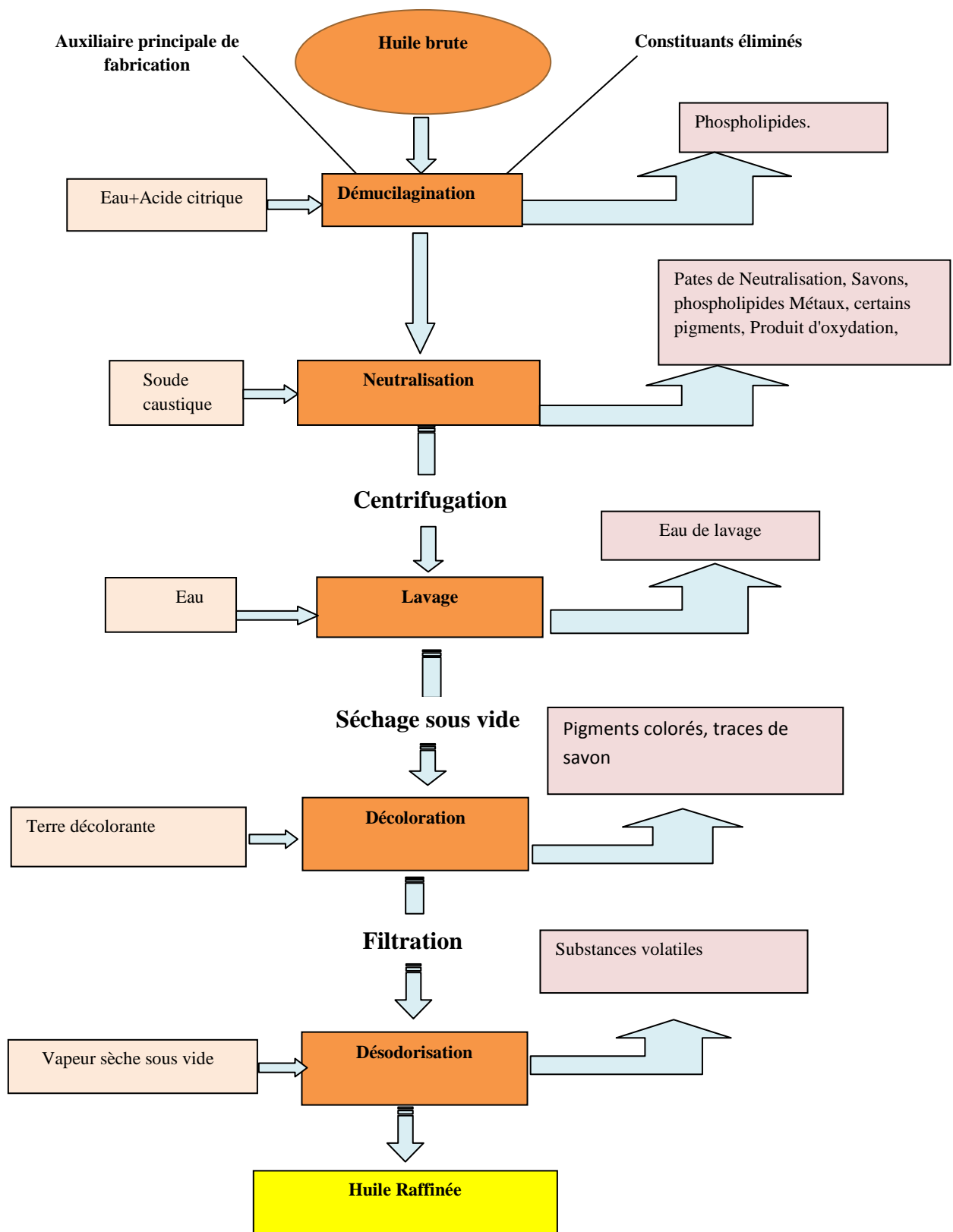


Figure I.2: Les étapes du raffinage des huiles.

I.5 Description de processus actuel de préparation de l'acide citrique

L'acide citrique est reçu sous forme solide (poudre cristallisée) dans des sacs. Son utilisation dans le raffinage doit être sous forme liquide, d'où la nécessité de préparer des mélanges avec des formules bien déterminées.

Le mélange est constitué de l'acide citrique à un pourcentage donné et d'un volume d'eau. Un calcul s'effectue pour déterminer la quantité d'acide (nombre de sac de 25kg) à rajouter, à une teneur donnée (45%) pour préparer la totalité du bac de 400 litres, en utilisant la formule suivante [2] :

$$V = (25 \times 55N) / (45d) \quad (I.1)$$

N : Nombre de sacs d'acide citrique < 10 (chaque sac d'acide pèse 25kg).

d : Densité de l'eau.

V : Volume d'eau < 350 litres.

Pour une préparation d'une solution d'acide citrique à 45%, avec 8 sacs d'acide perlé nous utiliserons un volume ' V ' d'eau donné par la relation suivante :

$$V = (8 \times 25 \times 55) / (45d) \quad (I.2)$$

En considérant que l'eau utilisé a une densité de 1g/cm^3 alors le volume est : $V = 244,44$ litres.

La préparation de l'acide citrique s'effectue comme suit :

- 1- On ouvre la vanne manuelle pour remplir le bac à un volume d'eau qui est repéré par un trait.
- 2- On verse le contenu des sacs de 25kg d'acide citrique dans le bac de préparation.
- 3- On ouvre la vanne manuelle de vapeur pour chauffer afin d'accélérer la dissolution d'acide.
- 4- On met en marche la pompe de recirculation pour assurer l'homogénéisation de la préparation.
- 5- On vérifie visuellement l'homogénéité du mélange.



Figure I.3: Système de la préparation manuelle de l'acide citrique.

I.6 Description des équipements du système existant

Le système est composé des éléments suivants : un bac de préparation, des vannes manuelles et une pompe.

I.6.1 La pompe

C'est un organe qui sert à aspirer et à refouler un fluide tel que l'eau et il est entraîné par un moteur asynchrone triphasé.

Les pompes centrifuges sont des machines qui sont largement utilisées pour assurer le transfert de fluide. Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de leur simplicité et de leur faible coût.

Principe de fonctionnement

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute.

Le fluide arrivant est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force centrifuge lui communique de l'énergie cinétique. Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute.

Un diffuseur à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant est ainsi de limiter les pertes d'énergie.

I.6.2 La vanne manuelle

C'est un dispositif qui permet l'ouverture ou la fermeture d'une conduite, soit le passage ou le blocage du débit de fluide. Elle est commandée manuellement.



Figure I.4 : La vanne manuelle.

I.6.3 Bac de préparation

C'est un récipient en acier d'un volume de 400 litres et il est utilisé pour la préparation de l'acide citrique. Il est marqué d'un repère (un trait) sur sa paroi pour le versement de la quantité d'eau nécessaire pour la préparation (244,44 litres).



Figure I.5 : Bac de préparation d'acide citrique.

I.7. Conclusion

La description du processus et des principes de fonctionnement de l'installation de préparation de l'acide citrique actuelle, permet de bien comprendre son fonctionnement ainsi que le rôle de chaque constituant afin de remédier à la problématique, et de bien satisfaire les objectifs exigés par le cahier des charges, pour l'élaboration d'un nouveau système automatisé qui sera traité dans le chapitre II.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DE SYSTEME PROPOSE

II.1.Introduction

L'automatisation a pour but d'avoir une autonomie complète et une flexibilité du système de production, sécurité, qualité de produit, c'est à dire une exactitude de la concentration de l'acide utilisé et un meilleur suivi de la production.

Ce chapitre est consacré à la description de l'automatisme du processus de préparation de l'acide citrique qu'on a proposé. Nous avons élaboré le GRAFCET du processus ce qui nous facilite la conception du système automatisé.

II.2.Description du système proposé

Pour démarrer l'installation de préparation de l'acide citrique, on s'assure que les vannes suivantes sont fermées : la vanne d'eau (v_{eau}), la vanne de recirculation (v_{rec}), la vanne de vapeur (v_{vap}) et la vanne de production (v_{prod}). Le niveau bas du bac de préparation est atteint (BAC1-N-BAS) et le niveau bas de bac d'acide n'est pas atteint (BAC2-N-BAS). La pompe (P) et le moteur entraînant la vis sans fin (Mot-vis) sont à l'arrêt.

On fixe les consignes de la préparation : volume de la solution à préparer et la teneur de l'acide, puis on met en marche l'installation. Un calcul s'effectue par l'automate programmable industriel (API) pour déterminer le volume d'eau à rajouter ainsi que la quantité d'acide citrique.

La mise en marche de l'installation entraîne : l'ouverture de la vanne d'eau si le niveau bas du bac de préparation est atteint ; le moteur entraînant la vis démarre pour évacuer l'acide vers le bac de préparation.

Lorsque le bac est rempli de 10% de volume totale d'eau et si la température de bac de préparation est inférieure à 17°C, la vanne de vapeur s'ouvre pour chauffer le bac et faciliter la dissolution de l'acide citrique. Cette dernière reste ouverte entre 17°C et 25°C et se ferme si la température dépasse 25°C. La vanne d'eau se ferme lorsque la consigne d'eau est atteinte.

Le moteur de la vis sans fin est relié à un réducteur de vitesse pour verser une quantité d'acide d'environ 1kg par tour pendant une seconde dans le bac de préparation et il s'arrête une fois que la consigne d'acide est atteinte.

Au démarrage du moteur, une temporisation qui est la somme de " temps de recirculation supplémentaire" introduit dans la supervision et le nombre de tours de moteur (quantité d'acide versée) est lancée, la vanne de recirculation est ouverte, la pompe est mise

en marche pendant la temporisation dans le but d'homogénéiser la solution. Quand le temps de recirculation est écoulé, la vanne de recirculation, la pompe sont arrêtées et l'installation est automatiquement mise à l'arrêt.

II.3. Les calculs effectués pour la préparation d'acide citrique dans le système proposé

II.3. 1. Définitions :

❖ La teneur (τ) d'une solution

C'est la quantité en grammes de la substance dissoute anhydre pour 100 grammes de solution [2].

❖ La masse volumique (ρ)

Elle est exprimée en g/cm^3 , le choix de ces unités résulte des considérations pratiques : les valeurs numériques de la densité et de la masse volumique d'un solide ou d'une solution sont ainsi les mêmes, ce qui fait que leur éventuelle confusion peut ne pas avoir de conséquences [2].

❖ La densité

La densité d'un solide ou d'un liquide est le rapport de la masse volumique du solide ou du liquide considéré à la masse volumique de l'eau à 4 °C (1 g/cm^3), c'est un nombre sans dimensions.

II.3.2. Les calculs effectués :

Pour la préparation d'un volume donné (V) de la solution à une teneur (τ) on effectue les calculs suivants pour déterminer le volume d'eau (v_{eau}) et la masse d'acide ajoutée (m_c) :

Sachant que la pureté de l'acide citrique est de 99,91 %, sa formule chimique est : $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$.
D'après la définition de la masse volumique (ρ) :

$$\rho = m / V \tag{II.1}$$

D'où :

$$m = \rho x V \quad (\text{II.2})$$

Donc : $m = (\rho_0 + A x \tau + B x \tau^2 + C x \tau^3) x V \quad (\text{II.3})$

Tel que, m : la masse de la solution à préparer ; V : volume de la solution à préparer.

La masse volumique de l'acide citrique est donnée par relation (6) :

$$\rho = \rho_0 + A x \tau + B x \tau^2 + C x \tau^3 \quad (\text{II.4})$$

Tel que : A, B, C sont des constantes définies pour une température (18°C) et des limites de teneur déterminée (0-50%), avec $A = 38,24 \cdot 10^{-4}$; $B = 11,41 \cdot 10^{-6}$ et $C = 1,7 \cdot 10^{-8}$.

ρ_0 : masse volumique de l'eau ; τ : teneur (grammes de soluté pour 100 g de solution)

D'après la définition de la teneur, on a pour 100g de la solution avec une masse τ d'acide, donc pour une masse de la solution (m), la masse d'acide (m_c) est :

$$m_c = m x \tau / 100 \quad (\text{II.5})$$

Donc :

$$m_c = (\rho_0 + A x \tau + B x \tau^2 + C x \tau^3) x V x \tau / 100 \quad (\text{II.6})$$

La masse de la solution (m) est constituée de la masse d'eau (m_{eau}) et celle de l'acide (m_c).

D'où,

$$m_{\text{eau}} = m - m_c \quad (\text{II.7})$$

Sachant que la masse volumique de l'eau est de 1g/l.

Donc la masse d'eau est égale à son volume :

$$m_{\text{eau}} = V_{\text{eau}} \quad (\text{II.8})$$

II.4. Description des éléments du système proposé pour la préparation automatique de l'acide citrique

Le système qu'on a proposé est composé des éléments suivants :

- Deux bacs : l'un pour la préparation de solution (bac1) et l'autre pour l'acide citrique perlé (bac2).
- Quatre vannes motorisées toute ou rien (TOR) (veau, vrec, vvap,vprod).
- Trois capteurs de niveau (BAC1-N-HAUT, BAC1-N-BAS, BAC2-N-BAS).
- Un capteur (TOR) pour le comptage de nombre de tours (NT).
- Un transmetteur de température (TT).
- Un transmetteur de débit (TD).
- Une pompe centrifuge (P).
- Un moteur asynchrone triphasé (Mot-vis).
- Une vis sans fin.
- Un variateur de vitesse.

II.4.1 La vis sans fin

Appelée aussi « vis d'Archimède », c'est un dispositif qui sert à aspirer l'acide citrique solide. Elle est placée juste au dessous de la trémie en contact directe avec l'acide perlé. Cette dernière est entraînée par un moteur asynchrone, sa vitesse de rotation est transmise à l'API par un détecteur de nombre de rotation par second.

II.4.2 Les capteurs

Le contrôle de nombreux paramètres physiques (force, poids, pression, position), dans le domaine industriel a besoin de plusieurs types de capteurs. Ces derniers recueillent une information physique sur le comportement du système ou sur l'état de son environnement et la transforme en une grandeur exploitable (électrique en général) [3].

Vocabulaire associé aux capteurs :

- **Etendue de mesure** : Valeurs extrêmes pouvant être prises par la grandeur à mesurer.
- **Résolution** : Plus petite variation de la grandeur d'entrée que le capteur peut déceler.
- **Sensibilité** : Variation du signal de sortie pour une variation de la grandeur d'entrée. C'est donc la dérivée de la fonction de transfert $S = f(E)$.

-**Précision** : Elle caractérise l'aptitude d'un capteur à donner des indications proches de la valeur vraie de grandeur mesurée. Elle comprend l'erreur de justesse (indication valable) et de fidélité (répétitivité).

- **Rapidité** : Elle est caractérisée par le temps de réponse de la grandeur de sortie suite à une variation de la grandeur d'entrée. Liée à la bande passante du capteur [3].

Dans notre cas on a besoin : de capteur de niveau haut et niveau bas pour le bac de préparation (BAC1-N-HAUT, BAC1-N-BAS respectivement) ; de capteur de niveau bas pour le bac d'acide (BAC2-N-BAS) et d'un capteur du nombre de tour de moteur de la vis sans fin (NT).

II.4.2.1 Capteur tout ou rien (TOR)

Le capteur du nombre de tour de moteur entrainant la vis est un capteur tout ou rien, c'est-à-dire il délivre une sortie logique (vrai '1', faux '0') de type TOR (Tout Ou Rien). Il est appelé détecteur car il sert à prélever l'information 'présence' ou 'absence' d'un objet. Il est constitué de trois parties :

- ✓ Un contact électrique.
- ✓ Un corps.
- ✓ Une tête de commande avec son dispositif d'attaque.

Lorsque la tête est actionnée par la présence de l'objet, elle ouvre ou ferme un contact électrique solidaire du corps.

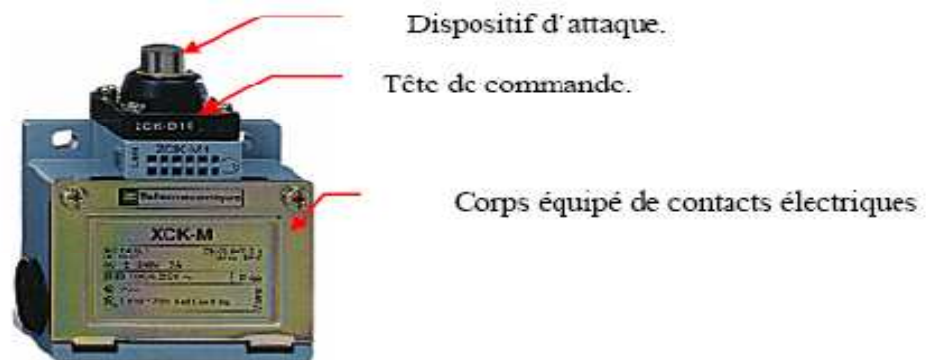


Figure II.1: Capteur de proximité.

II.4.2.2 Capteur de niveau à lames vibrantes pour liquide

Ce sont les capteurs de niveau bas (BAC1-N-BAS) et le niveau haut (BAC1-N-HAUT) de bac de préparation de l'acide. Le « Liquiphant T FTL 20 » est un détecteur de niveau pour les liquides contenus dans des cuves de stockage ou dans des réservoirs pour une température de produit qui ne dépasse pas 150°C.

Principe de mesure

Comme un diapason, la fourche du « FTL 20H » est amenée à sa fréquence de résonance. Cette fréquence est modifiée lorsque la fourche est recouverte de liquide. L'électronique du « FTL 20 H » surveille la fréquence de résonance et indique si la fourche oscille librement ou si elle est recouverte de liquide [4].



Figure II.2 : Détecteur de niveau à lames vibrantes « Liquiphant T FTL 20 H » [4].

II.4.2.3 Capteur de niveau à lames vibrantes pour solides

C'est le capteur de niveau bas du bac d'acide citrique (BAC2-N-BAS). Le « Soliphant (A FTM 30) » est un détecteur de niveau robuste pour bacs contenant des solides faible granulométrie, même s'ils ont une faible densité. Les différentes exécutions permettent son utilisation dans de nombreux domaines.



Figure II.3 : Détecteur de niveau à lames vibrantes « A FTM 30 » [4].

Le « Soliphant FTM 30 » est un détecteur de niveau compact, auquel peuvent être raccordé directement un relais d'automatisme, une électrovanne, ou un API.

II.4.3 Bac de préparation d'acide

C'est un bac en acier qui peut stocker de l'acide citrique avec un détecteur de niveau bas (BAC2-N-BAS).



Figure II.4 : Bac de stockage de l'acide citrique.

II.4.4 Vannes pneumatique tout ou rien (TOR)

La vanne pneumatique est composée d'un robinet (vanne Tout Ou Rien) et d'un servomoteur pneumatique (actionneur). Elle est utilisée pour tous les liquides, le gaz et la vapeur.

A) La vanne (ROBINET)

Les vannes TOR sont conçues pour réaliser une fonction d'ouverture et de fermeture étanche.



Figure II.5 : Robinet [4].

B) Actionneur

On parle aussi de servomoteur. Sa fonction est de convertir la commande en énergie mécanique.



Figure II.6 : Actionneur [4].

II.4.5 Les transmetteurs de température

Ils sont conformes à la norme IEC 751 qui concerne les sondes à résistance platine Pt 100 à 0°C et sont utilisées en mesure et régulation de température dans la gamme -200 à +600°C [4].



Figure II.7 : Thermorésistances Pt 100 omnigrad TST [4].

Les sondes de température contiennent un élément sensible qui est l'élément de mesure : la thermorésistante, le protecteur, et la tête de raccordement.

II.4.5.1 L'élément de mesure

L'élément Pt 100 est monté dans une gaine inox. Il est constitué par une gaine de diamètre qui comporte aux extrémités 4 ou 6 fils en cuivre compactés dans de la poudre de magnésie. La longueur sensible de l'élément de mesure est d'environ de 25 mm. A l'autre extrémité, un bornier céramique est monté sur un disque support métallique [4].

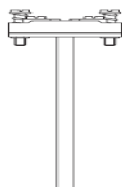


Figure II.8 : Élément de mesure [4].

II.4.5.2 Le protecteur

Il est appelé aussi « le doigt de gant » qui est un tube de double protection métallique, qui permet le remplacement de l'élément de mesure sans interruption de processus. Le doigt de gant se monte sur des réservoirs ou des conduites avec divers types de raccords : raccord fileté, raccord à souder, bride [4].

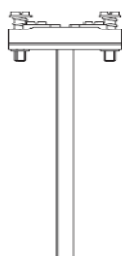


Figure II.9 : Doigt de gant [4].

II.4.5.3 La tête de raccordement

C'est un boîtier de protection dans lequel est monté le transmetteur. Elle protège les deux raccordements, l'un pour le doigt de gant et l'autre pour la sortie des fils. Elle peut contenir un afficheur, elle facilite également le remplacement de l'élément de mesure. Les têtes de raccordement couramment utilisées sont réalisées en aluminium conformément à la norme DIN 43729 type B. Les têtes de raccordement E+H sont fournies avec des joints résistant à des températures de 130°C [4].

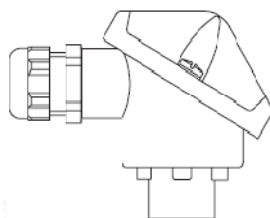


Figure II.10 : Tête de raccordement [4].

II.4.6 Transmetteur de débit

Le débitmètre électromagnétique est utilisé pour la mesure de débit des liquides, dans les différents domaines tel que : agro-alimentaire, pharmaceutique et industriel. Il sert à mesurer tous les liquides d'une conductivité minimale de $5\mu\text{S}/\text{cm}$ (acide, base, boisson ... etc.).



Figure II.11 : Débitmètre électromagnétique promag 50/53 H [4].

Principe de fonctionnement

L'ensemble de mesure comprend le transmetteur et le capteur. Selon la loi d'induction de Faraday une tension est induite dans un conducteur se déplaçant dans un champ magnétique. Appliqué au principe de mesure électromagnétique, c'est le liquide traversant le capteur qui correspond au conducteur. La tension induite, proportionnelle à la vitesse de passage, est transmise à l'amplificateur par deux électrodes de mesure. On calcule le débit volumique par le biais de la section de tube. Le champ magnétique est engendré par un courant continu alterné [4].

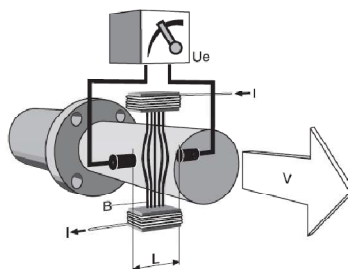


Figure II.12 : Schéma du principe de fonctionnement d'un débitmètre électromagnétique [4].

$$U_e = B \times L \times v \quad (\text{II.9})$$

$$Q = A \times v \quad (\text{II.10})$$

U_e : tension induite; B : induction magnétique (champ magnétique); L : distance entre les électrodes; v : vitesse d'écoulement; Q : débit volumique; A : section du tube; I : intensité du courant.

II.4.7 Moteur asynchrone triphasé

C'est le moteur entraînant la vis sans fin pour acheminer l'acide citrique vers le bac de préparation. Il est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction, en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien.

Le moteur asynchrone est composé de :

-La partie fixe, appelée 'stator', est composée de trois groupes de bobinages qui sont alimenté par du courant triphasé.

-La partie tournante, appelée 'rotor' est le siège de courant induit .Selon la constitution du rotor, on distingue deux principaux types :

- moteur triphasé à cage.
- moteur triphasé à rotor bobiné.

II.4.7 .1.Moteur asynchrone triphasé à cage

-Stator ou inducteur

Le stator est constitué par des tôles isolées au papier Japon ou vernis, assemblées et montées sur la carcasse du moteur .Les bobines du stator sont disposées de telle façon qu'elles constituent un ensemble triphasé à 2,4, 6 ou 8 pôles ou plus.

Les six connexions sont réunies aux six bornes de la boite normalisée doit permettre le montage des phases en étoile ou en triangle par un simple déplacement des trois barrettes conductrices.

-Rotor ou induit

Le rotor à cage d'écureuil est constitué de deux couronnes en cuivre réunies par des barres également en cuivre.

L'intérieure de la cage ainsi formée est rempli de disque de tôles, jouant le rôle d'un circuit magnétique est destiné à canaliser le flux dans la cage à l'intérieure de quel se produisent les courant induit [5].

La figure ci-dessous représente les éléments de moteur asynchrone :

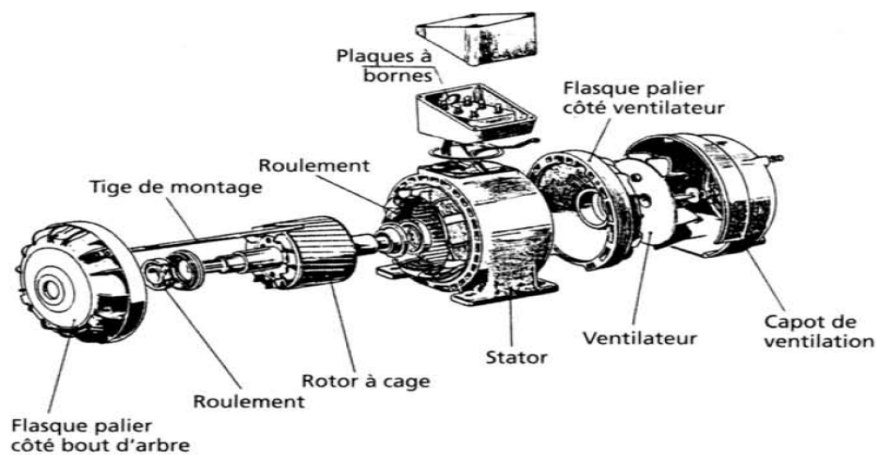


Figure II.13 : Moteur asynchrone triphasé à cage [5].

II.4.8. Le variateur de vitesse

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence. Ils permettent :

- Une gamme de vitesse de 5% à 200% de la vitesse nominale.
- Une conservation de couple sur toute la gamme de vitesse.

La consigne de vitesse est en général fournit sous forme d'une tension de 0 à 10V [6].



Figure II.14: Variateur de vitesse(Schneider) [6].

II.5.Le GRAFCET

II.5 .1.Définition

Le diagramme fonctionnel ou GRAFCET (Graphe de Commande Etape -Transition) est un moyen de description de cahier de charges d'un automatisme. Accessible aussi bien à l'utilisateur qu'à l'automaticien, il facilite la communication et le dialogue entre les personnes concernées par l'automatisation [7].

II.5 .2.Règles d'évolution

Le GRAFCET est composé : d'étapes, de transitions et de liaisons. L'étape peut correspondre à une action pendant une durée ou à plusieurs actions, ou à l'attente dans le cas opposé (l'inaction), l'étape est représentée par un carré et la transition par un trait horizontal.

La transition est associée à une condition logique de passage d'une étape à une autre, cette condition est dite réceptivité qui est une expression booléenne. La liaison est une barre orientée (elle a un sens unique du haut vers le bas).

Les cinq règles d'évolution du GRAFCET sont :

Règle 1 : Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement. On les représente en doublant les côtés des carrés représentatifs. On appelle début du fonctionnement le moment où le système n'a pas besoin de se souvenir de ce qui c'est passé auparavant

(allumage du système, bouton "reset",...). Les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse par exemple à la fin d'une panne.

Règle2 : Une transition est validée 1ou non validée (et pas à moitié validée). Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont validées. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

Règle3 : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement.

Règle4 : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies (ou du moins toutes franchies dans un laps de temps négligeable pour le fonctionnement). La durée limite dépend du "temps de réponse" nécessaire à l'application.

Règle5 : Si une étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active. Une temporisation ou un compteur actionné par cette étape ne seraient pas réinitialisés [8].

II.5.3 GRAFCET de processus automatisé

On a conçu le GRAFCET du processus de préparation de l'acide citrique en tenant compte sur les modifications nécessaires afin qu'elle soit complètement automatique. Nous avons d'abord élaboré le GRAFCET du niveau 1 qui représente le fonctionnement du processus sans préciser la technologie utilisée, ensuite celui du niveau 2 qui tient compte des éléments utilisés et qui nécessite de lui associé le tableau de la nomenclature adoptée.

I.5 .3.1.GRAFCET de niveau 1

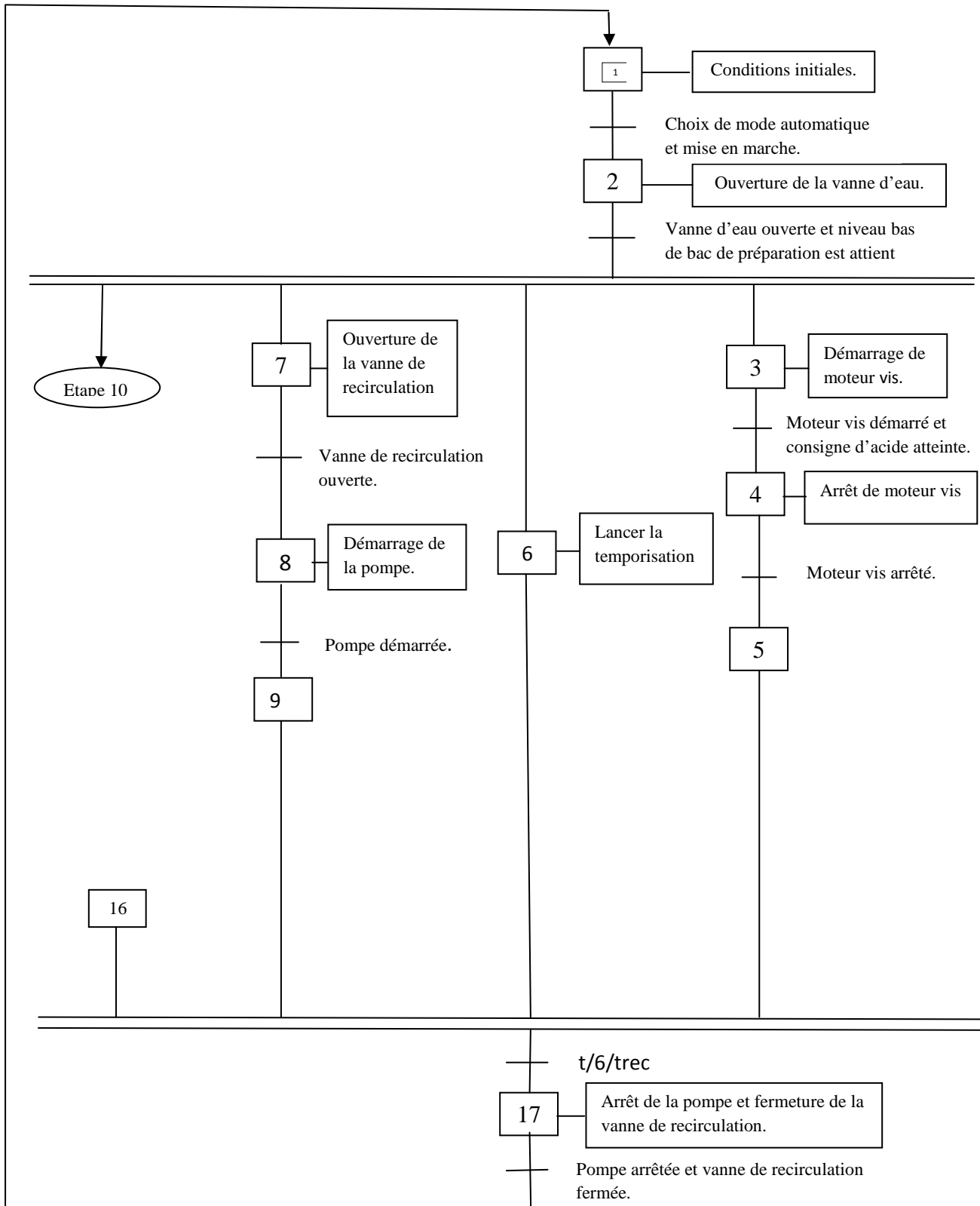


Figure II.15 : GRAFCET de niveau 1 de l'installation de préparation d'acide citrique.

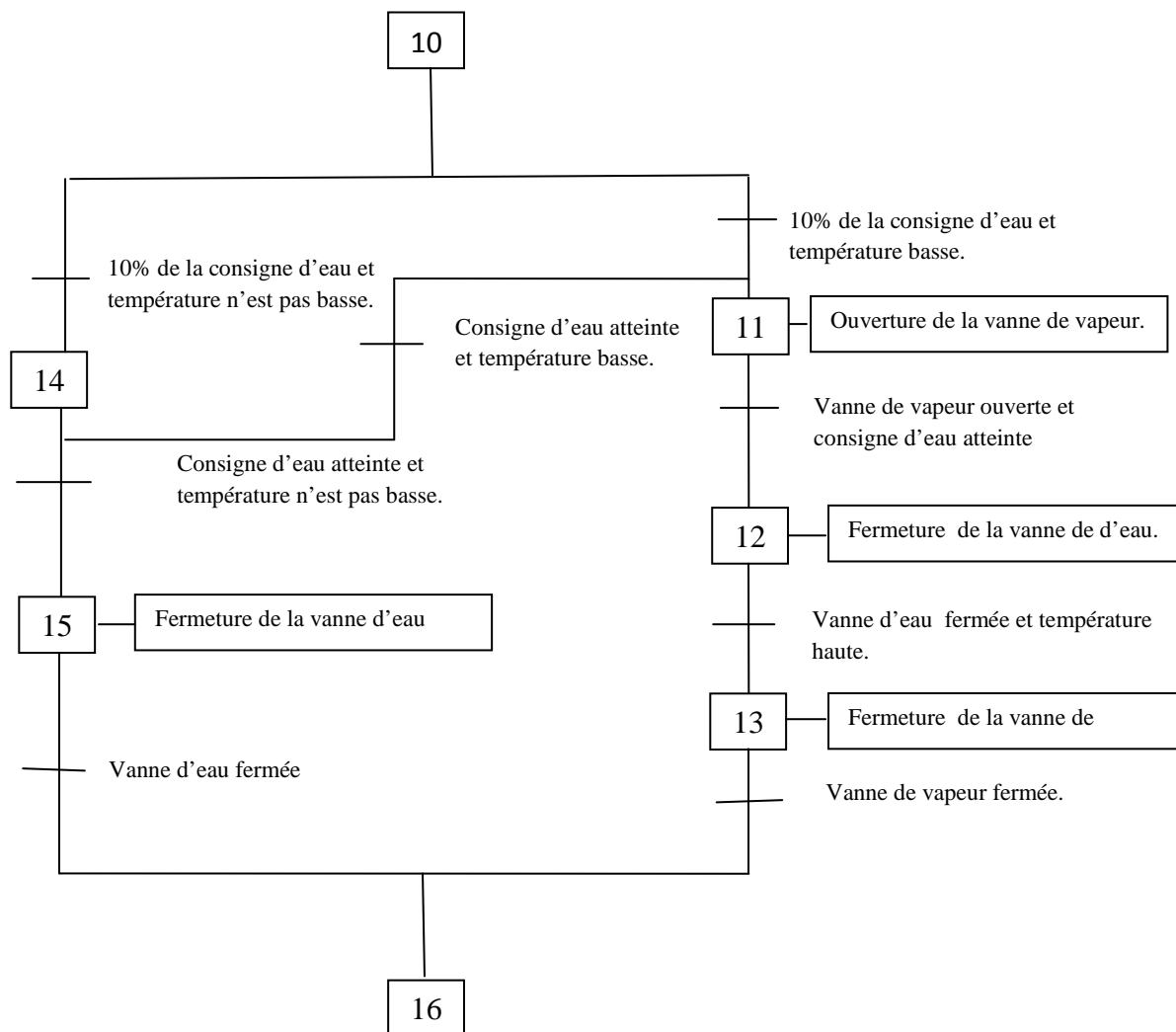


Figure II.16 : Partie du GRAFCET de niveau 1 de l’installation de préparation d’acide citrique.

II.5 .3.2. GRAFCET de niveau 2

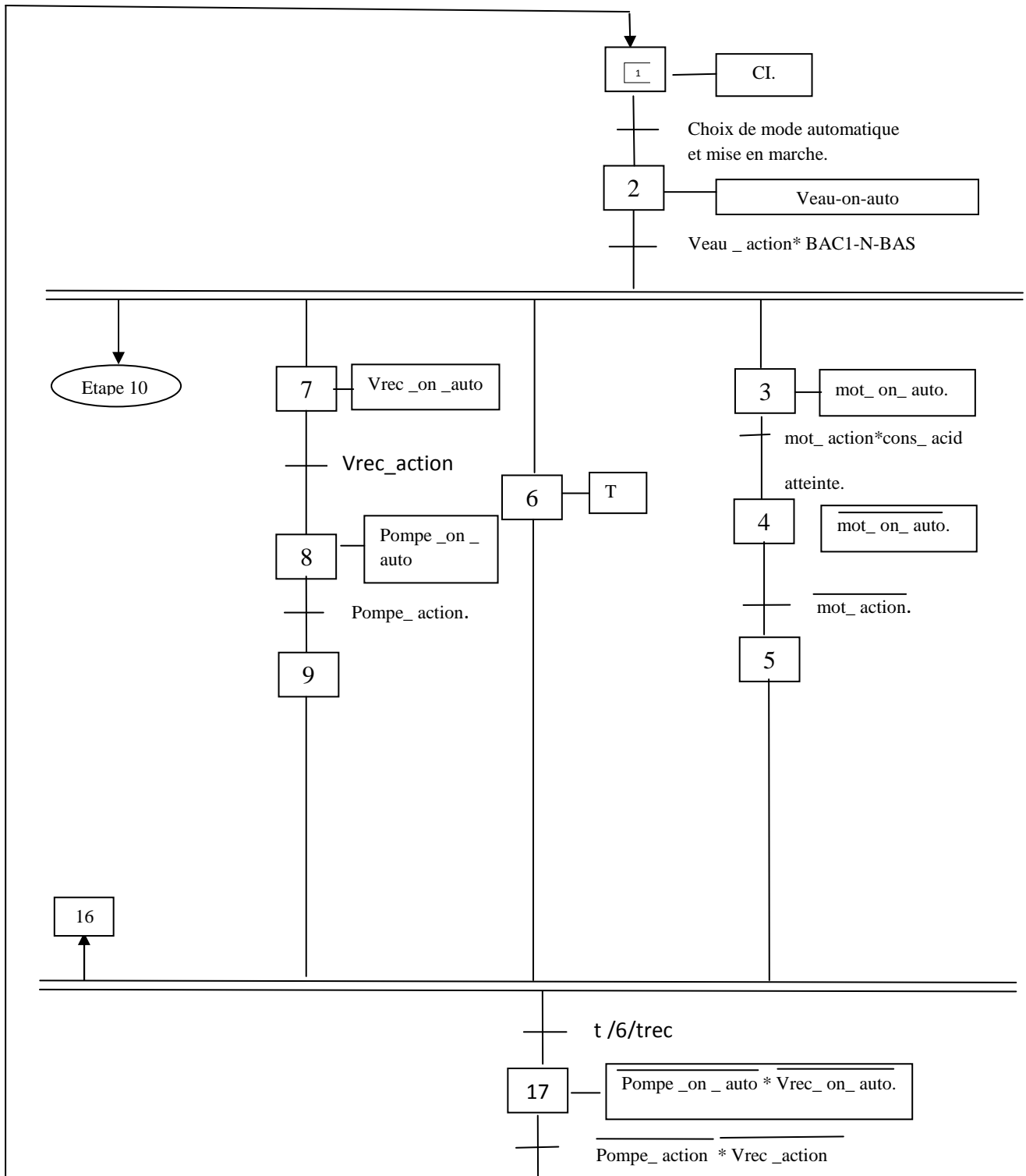


Figure II.17 : GRAFCET de niveau 2 de l’installation de préparation d’acide citrique.

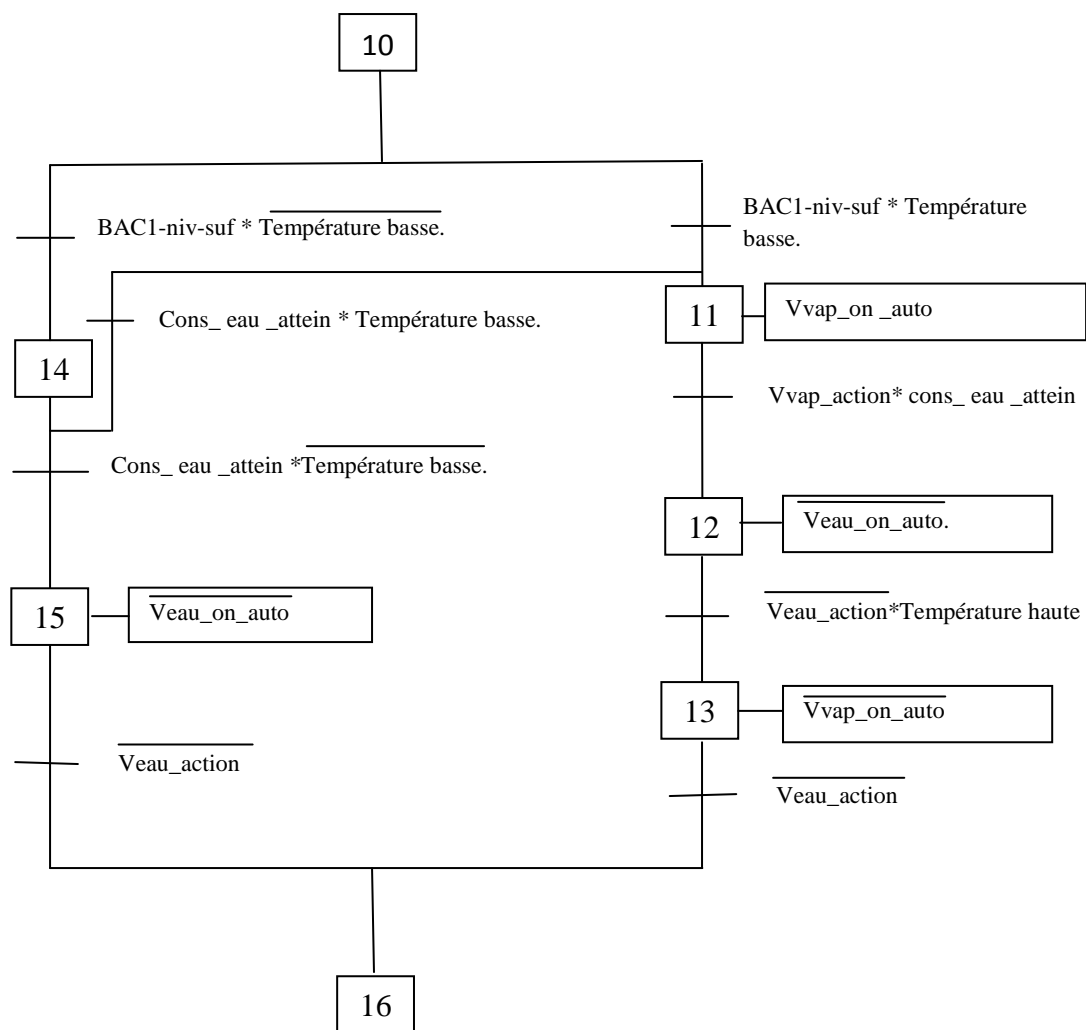


Figure II.18 : Partie du GRAFCET de niveau 2 de l’installation de préparation d’acide citrique.

II.5 .4.Tableau de nomenclature

Mnémonique	Adresse	Commentaire
mise en marche	DB1.DBX7 .0	La mise en marche de l'installation
Vvap-on -auto	DBX1.DBX2.3	Ouverture de la vanne de vapeur
Vvap-action	A0.2	Vanne de vapeur ouverte
Vrec _ action	A0.0	Vanne de recirculation ouverte
Veau-on-auto	DB1.DBX1.3	Ouverture de la vanne d'eau
Veau-action	A0.1	Vanne d'eau ouverte
Cons-eau-attien	M1.7	Consigne d'eau atteinte
mot-on-auto	DB1.DBX6.3	Démarrage de moteur de la vis
mot-action	A0.7	Moteur démarré
Pompe-on -auto	DB1.DBX5.3	Démarrage de la pompe
Pompe-action	A0.6	Pompe démarrée
Température basse	M0.1	Température inférieur à 17°C
Température haute	M0.0	Température supérieur à 25°C
Bac1-n-bas	DB1.DBX4.1	Niveau bas de bac de préparation
Bac1-n-haut	DB1.DBX4.0	Niveau haut de bac de préparation
Bac2-n-bas	DB1.DBX4.2	Niveau bas de bac d'acide
cons_acid_attiente	M1.0	Consigne d'acide atteinte
BAC1-niv-suf	M0.3	Niveau d'eau suffisant pour lancer le chauffage.
Temps _rec_supl	DB1.DBD.48	Temps de recirculation supplémentaire.
cons_acid_arrondie	MD10	Consigne d'acide arrondie.

Tableau II.1 : Table de nomenclature.

Remarque

Les conditions initiales (CI) sont :

- Tout les éléments de l'installation sont en mode automatique.
- Toutes les vannes sont fermées, moteur entrainant la vis est arrêté ainsi que la pompe arrêtée.
- Le bac de préparation est vide et celui d'acide n'est pas vide.

Le temps de recirculation(temporisation) est donné par la relation suivante :

$$\text{trec} = \text{Temps_rec_supl} + \text{cons_acid_arrondie} \quad (\text{II.11})$$

Avec : Temps _rec_supl :qui est une donnée de supervision.

cons_acid_arrondie : est la quantité d'acide à rajouter (nombre de tours du moteur).

II.5.5 Mise en équations du GRAFCET

La commande du processus par un API, nécessite la modélisation du GRAFCET de niveau 2 par des équations logiques afin de les coder avec le langage API dont le but de les implémenter dans ce dernier. A partir du GRAFCET de niveau 2, on obtient les équations logiques suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} S_1 = \text{Init} + X_{17} * \overline{A_{0,6}} * \overline{A_{0,0}} \\ R_1 = X_2 \\ S_2 = X_1 * (\text{DB1.DBX}_{7,0}) \\ R_2 = \text{Init} + X_3 * X_6 * X_7 * X_{10} \\ S_3 = X_2 * A_{0,1} * (\text{DB1.DBX}_{4,1}) \\ R_3 = \text{Init} + X_4 \\ S_4 = X_3 * A_{0,7} * M_{0,1} \\ R_4 = \text{Init} + X_5 \\ S_5 = X_4 * \overline{A_{0,7}} \\ R_5 = \text{Init} + X_{17} \\ S_6 = X_2 * A_{0,1} * (\text{DB1.DBX}_{4,1}) \\ R_6 = \text{Init} + X_{17} \\ S_7 = X_2 * A_{0,1} * (\text{DB1.DBX}_{4,1}) \\ R_7 = \text{Init} + X_8 \\ S_8 = X_7 * A_{0,0} \\ R_8 = \text{Init} + X_9 \end{array} \right.$$

$$S_9 = X_8 * A_{0.6}$$

$$R_9 = \text{Init} + X_{17}$$

$$S_{10} = X_2 * A_{0.1} * (\text{DB1.DBX}_{4.1})$$

$$R_{10} = \text{Init} + X_{11} * X_{14}$$

$$S_{11} = X_{10} * M_{0.3} * M_{0.1} + X_{14} * M_{1.7} * M_{0.1}$$

$$R_{11} = \text{Init} + X_{12}$$

$$S_{12} = X_{11} * A_{0.2}$$

$$R_{12} = \text{Init} + X_{13}$$

$$S_{13} = X_{12} * \overline{A_{0.1}} * M_{0.0}$$

$$R_{13} = \text{Init} + X_{16}$$

$$S_{14} = X_{10} * \overline{M_{0.1}} * M_{0.3}$$

$$R_{14} = \text{Init} + X_{15} + \overline{X_{11}}$$

$$S_{15} = X_{14} * M_{1.7} * \overline{M_{0.1}}$$

$$R_{15} = \text{Init} + \overline{X_{16}}$$

$$S_{16} = X_{13} * A_{0.2} + X_{15} * A_{0.1}$$

$$R_{16} = \text{Init} + X_{17}$$

$$S_{17} = X_5 * X_6 * X_9 * X_{16} * t / 6 / \text{trec}$$

$$R_{17} = \text{Init} + X_1$$

Les sorties:

$$\overline{\text{Veau-on-auto}} = X_2$$

$$\overline{\text{Veau-on-auto}} = X_{12} + X_{15}$$

$$\overline{\text{Vvap-on-auto}} = X_{11}$$

$$\overline{\text{Vvap-on-auto}} = X_{13}$$

$$\text{mot-on-auto} = X_3$$

$$\overline{\text{mot-on-auto}} = X_4$$

$$\overline{\text{Vrec-on-auto}} = X_7$$

$$\overline{\text{Vrec-on-auto}} = X_{17}$$

$$\text{pompe-on-auto} = X_8$$

$$\overline{\text{pompe-on-auto}} = X_{17}$$

$$T = X_6$$

Avec :

X_i : l'état de l'étape « i » ;

S_i : l'entrée « Set » (mise à l'état haut) de la bascule qui représente l'étape « i » ;

R_i : l'entrée « Reset » (mise à l'état bas) de la bascule qui représente l'étape « i » ;

Init : entrée (bit) d'initialisation.

I.5.6. Conclusion

L'étude et la réalisation d'un système automatisé doit répondre au cahier de charge élaboré par le client. Pour offrir une solution à la problématique posée, il est nécessaire d'élaborer un GRAFCET qui est tout d'abord un outil de représentation du système à fonctionnement séquentiel et il est utilisé pour la mise en équation (logique) du système automatisé. Ces équations sont câblées en langages automate.

CHAPITRE III

GENERALITES SUR L'AUTOMATISME

III. 1.Introduction

L'automatisation des systèmes de production est développée afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie de ressource donc une ergonomie.

Dans ce chapitre nous présentons des généralités sur l'architecture des API et les langages de programmation.

III. 2. Historique sur les API

Les automates programmables industriels (API) sont apparus aux U.S.A en 1969, dans le secteur de l'industrie automobile, ils furent utilisés en Europe environ deux ans plus tard. Sa date de création coïncide donc avec le début de l'ère du microprocesseur et avec la généralisation de la logique câblée modulaire.

L'API est la première machine à langage c'est-à-dire un des calculateur logique dont le jeu d'instruction est orienté vers les problèmes de logique et des systèmes a évolution séquentielles [7].

III. 3. Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un cout le plus faible possible. Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée. Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous ces modes de marche et d'arrêt.

III. 4.Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer en deux parties :

III. 4.1. Partie opérative

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur les effecteurs (les outils) du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre. Les capteurs et détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

III. 4.2. Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur

Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc de traitement des informations (API). Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs et détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un API ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée), elle va commander les pré actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication [9].

Un système automatisé peut être représenté comme suit :

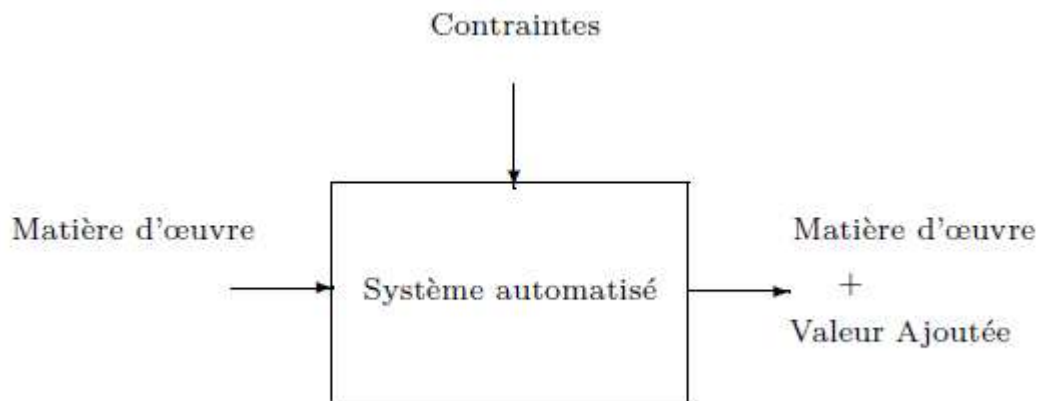


Figure III.1 : Système automatisé [9].

III. 5. Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé

III. 5.1 Les avantages

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production ;
- La souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens.

III.5.2 Les inconvénients

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

III. 6. Automate programmable industrielle

III. 6. 1 Définition d'un automate programmable

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique 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 programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'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 entrées/sortie Industrielles.
- 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 des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre [10].

Selon la norme française EN 61131-1, un API est un système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur aux fins de mise en œuvre des 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 Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'API et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues [11].

III. 6. 2. Description des éléments d'un API

L'API est composé de quatre parties principales :

- Un processeur.
- Une mémoire.
- Des interfaces d'entrées /sorties.
- Une alimentation (240Vac, 24Vcc).

La structure interne d'un API est représentée comme suit :

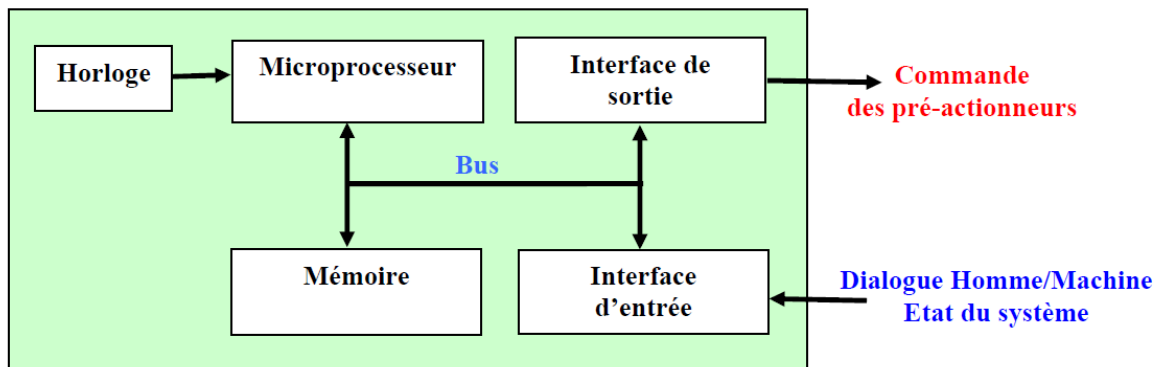


Figure III.2 : Structure interne d'un API [12].

III. 7. Langages de programmation des API

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI¹ 1131-3.

Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont [13] :

GRAFCET ou SFC ; Schéma par blocs ou FBD ; Schéma à relais ou LD ; Texte structuré ou ST et Liste d'instructions ou IL.

III.8 .Transfert du programme dans l'automate programmable

Le transfert du programme (Figure III.3) peut être fait soit :

- manuellement en entrant le programme et l'état initial à l'aide d'une console de programmation.
- automatiquement en transférant le programme à l'aide du logiciel d'assistance, et en réalisant la liaison série entre l'ordinateur et l'automate.

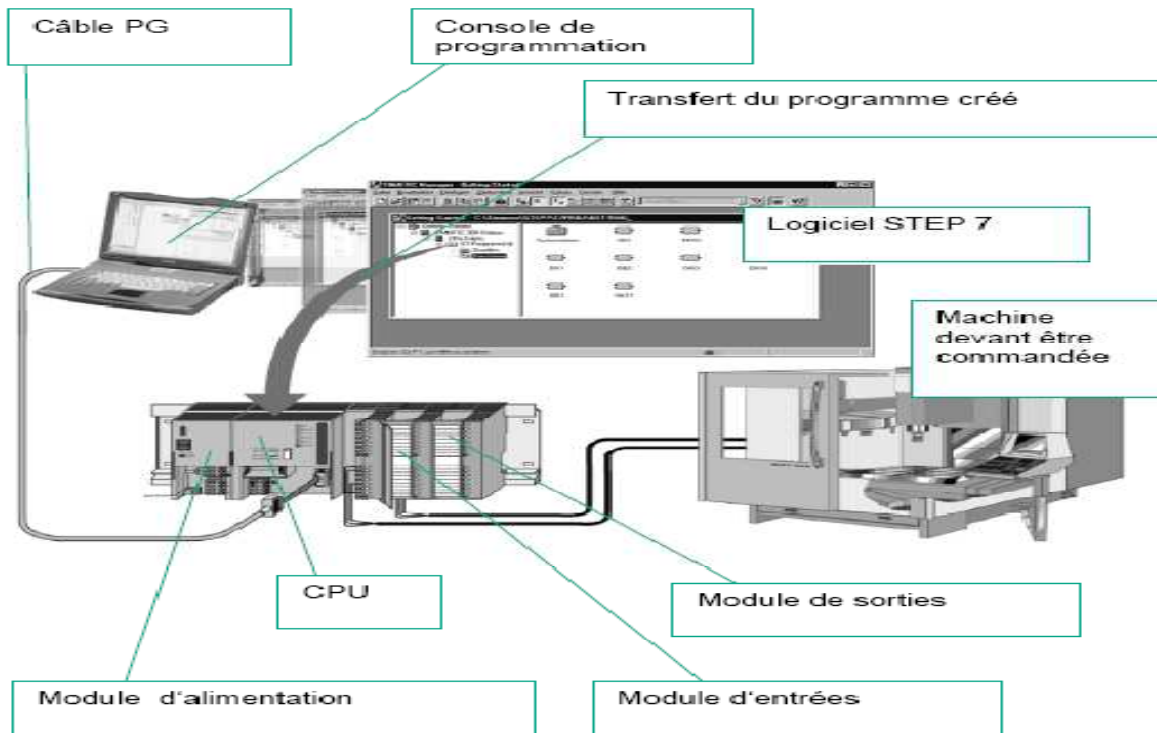


Figure III.3 : Transfert de programme dans un automate [14].

III. 9. Présentation de l'automate S7-300

L'API utilisé dans le système automatisé (préparation automatique de l'acide citrique) est le S7-300 de la firme SIEMENS et il est composé de :

- Une CPU 314 ou 315-DP ;
- Des modules d'entrées sorties TOR, un module analogique ;
- Un module d'alimentation (24V, 5A).



Figure III.4 : Vue générale de l'automate S7-300[15]

III.10. Domaines d'utilisation des API

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage..) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...).

Ils sont de plus en plus utilisés dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [9].

III.11. Mise en œuvre du système automatisé

A partir d'un problème d'automatisme donné, dans lequel on a défini les commandes, les capteurs et le processus à réaliser, il faut [9] :

- 1- Etablir le GRAFCET (ou l'organigramme, le schéma à contact, logigramme, équations logiques...).
- 2- Ecrire le programme (écritures des instructions),
- 3- Rentrer le programme à l'aide de la console de programmation,
- 4- Transférer le programme dans l'unité centrale de l'automate,
- 5- Tester à vide (mise au point du programme, simulation),
- 6- Raccorder l'automate à la machine.

III. 12. Conclusion

Ce chapitre est consacré à la description des systèmes automatisés et les automates programmables industriels d'une manière générale.

Nous avons présenté les caractéristiques de l'API S7300 de la firme SIEMENS qui est l'automate choisit pour piloter l'installation de préparation de l'acide.

Pour le chapitre suivant nous présentons le programme de l'API ainsi que la supervision.

CHAPITRE IV

***PROGRAMMATION ET SUPERVISION DU
SYETEME PROPOSE***

IV.1 .Introduction

Dans ce chapitre nous donnons une description générale sur le logiciel STEP7 de la famille S7 de la firme SIEMENS et nous présentons PLC-SIM qui est une application de STEP7 qui permet de faire la simulation sans avoir besoin d'une CPU matérielle à l'API.

Enfin pour visualiser l'évolution de notre processus nous élaborons la supervision avec le WINCC flexible.

IV.2.Programmation sous STEP7

IV.2 .1. Démarrage de STEP7

Le démarrage de STEP7 est réalisé en cliquant deux fois sur l'icône "SIMATIC Manager", ce qui permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle et qui est représentée dans la figure IV.1 suivante :

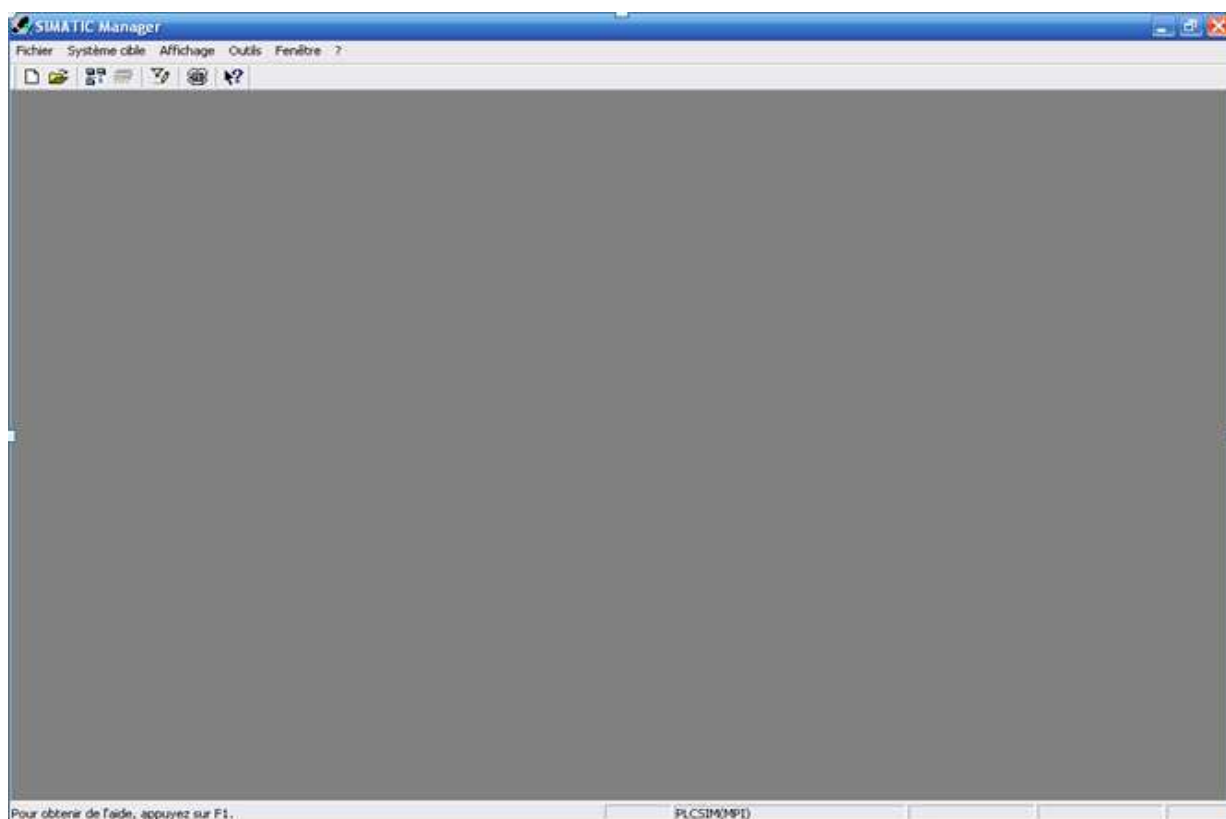


Figure IV.1 : Fenêtre SIMATIC Manager.

IV.2.2.Création d'un nouveau projet

La création d'un nouveau projet, est obtenue on cliquant sur l'icône « fichier » dans la barre de menu, alors on obtient la figure IV.2 suivante :

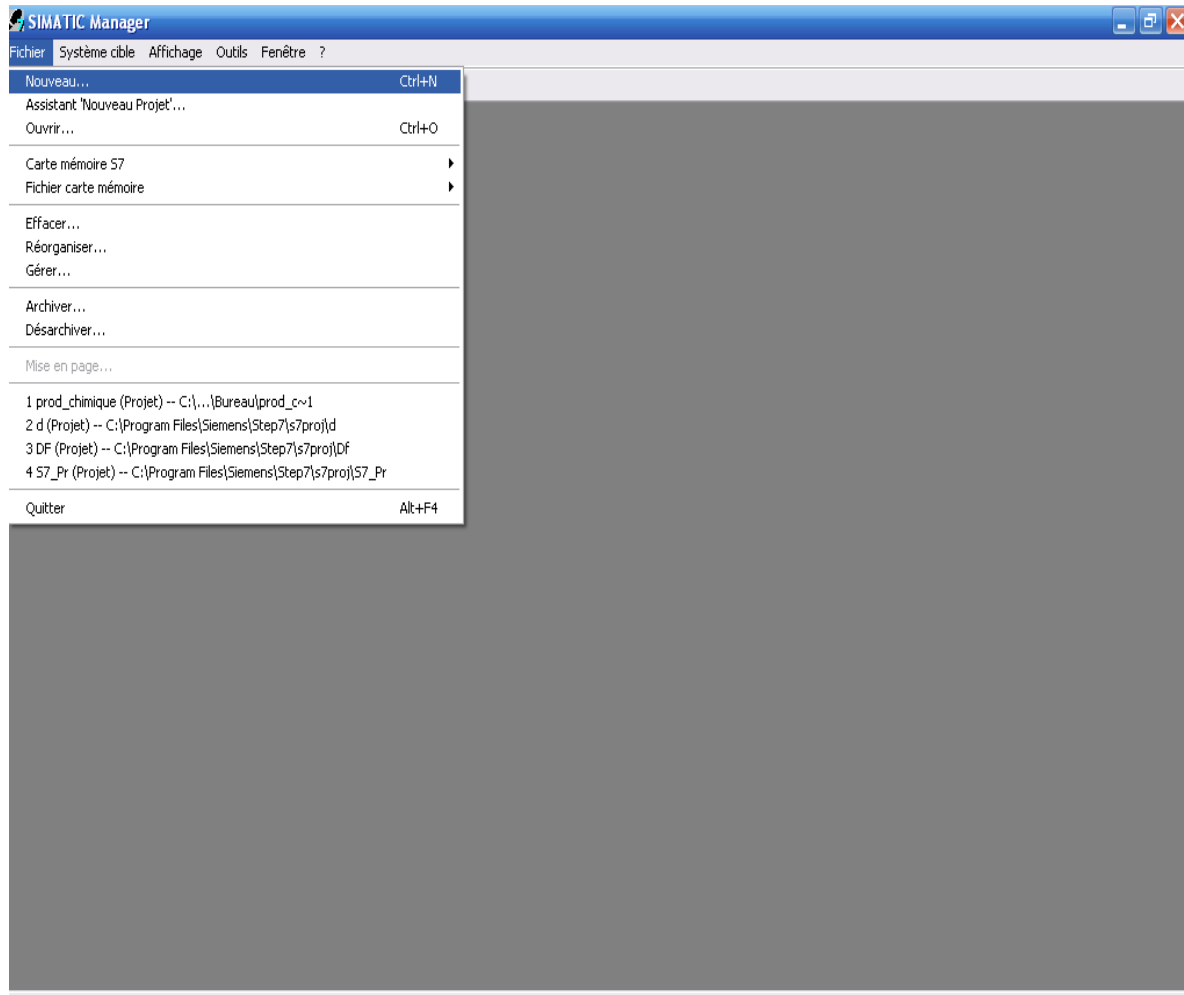


Figure IV.2 : Fenêtre pour un nouveau projet.

Après la sélection de « Fichier, nouveau », une fenêtre (la figure IV.3) s'ouvre pour donner un nom au projet, pour notre projet « prod _ chimique » puis on clic sur 'OK'.

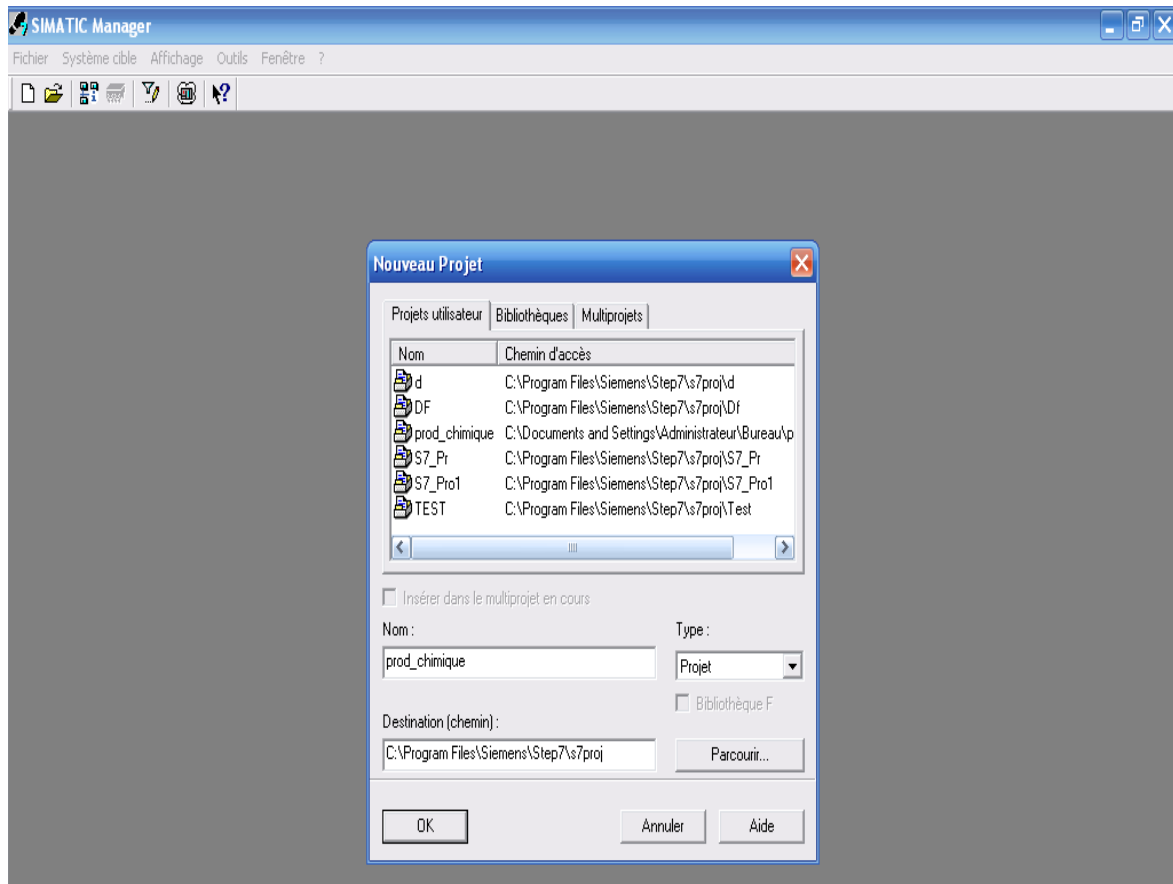


Figure IV.3 : Fenêtre portant le nom du projet.

Afin de choisir une station de SIMATIC on utilise « insertion, station», pour notre travail on choisit « SIMATIC 300 ».

IV.2.3. Configuration matérielle

Le projet contient deux grandes parties : une description de matériel et la description de fonctionnement (le programme), 'HW Config' ou la Configuration du matériel est utilisée pour configurer et paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation.

En cliquant sur l'icône « station SIMATIC 300 », situant dans la partie gauche qui contient l'objet « matériel ».

On ouvre l'objet «matériel », la fenêtre 'HW Config' Configuration matérielle s'ouvre (figure IV.4):

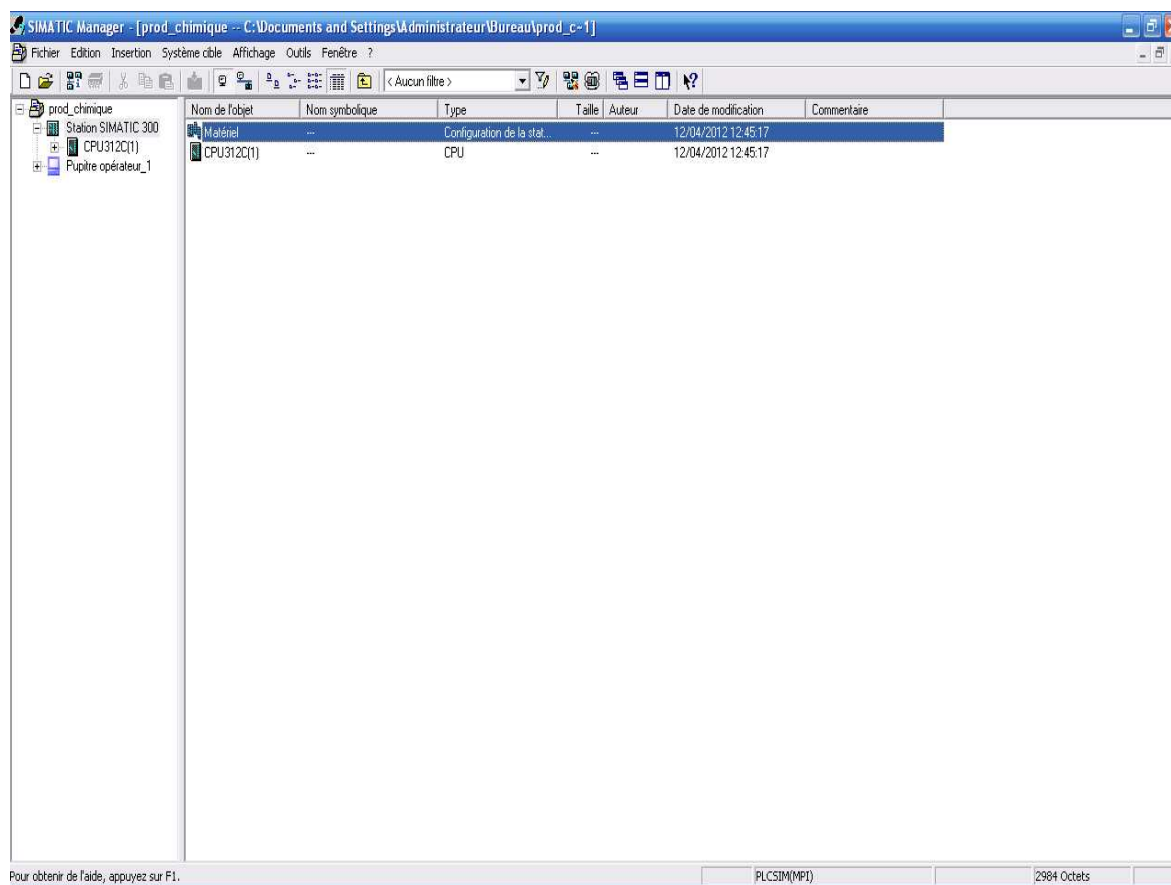


Figure IV.4 : Fenêtre configuration matérielle.

IV.2.4.Insertion d'un bloc analogique

L'insertion d'un bloc analogique, s'effectue en cliquant deux fois sur l'icône « matériel », alors une fenêtre s'affiche, dans sa partie droite on choisit « SIMATIC 300, SM-300 ».

Pour notre cas on a choisit le module « AI -300, SM 331 AI 12x12 Bit », un double clic sur ce module, permet de le placer dans la quatrième ligne du coté gauche comme le présente la figure ci- dessous :

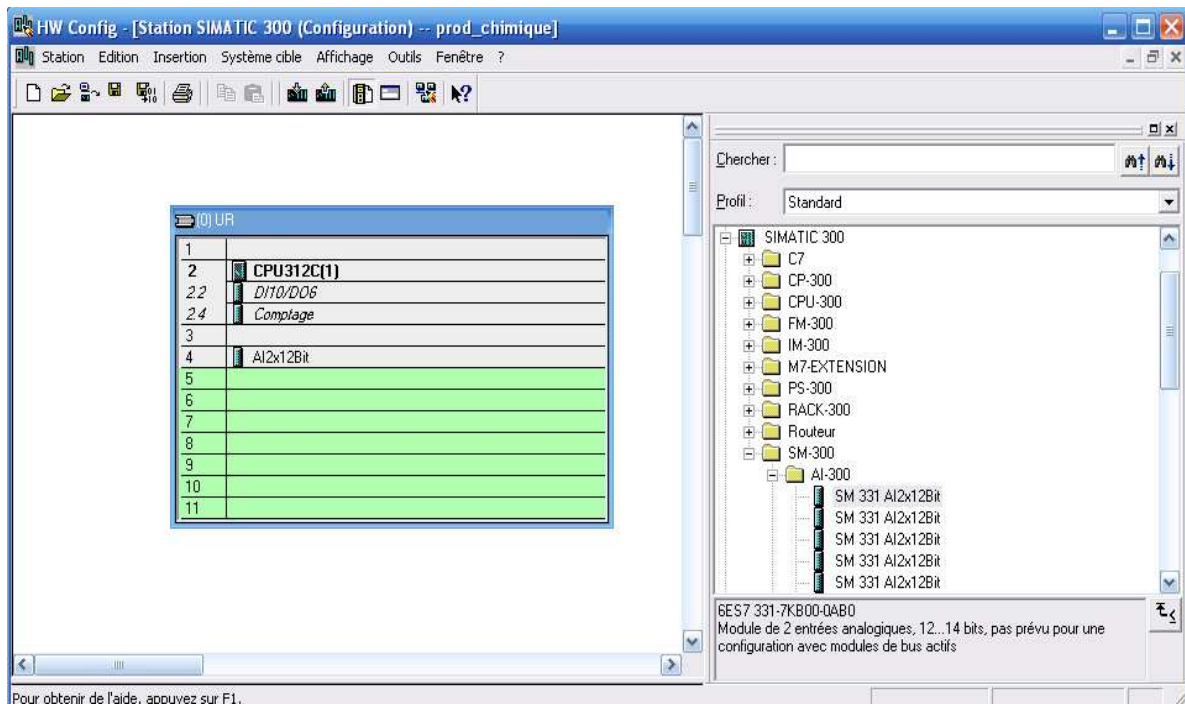


Figure IV.5 : Fenêtre d'insertion d'un bloc analogique.

IV.2.5 .Création de la table des mnémoniques

Mnémonique : est un nom donné par l'utilisateur qui peut remplacer une variable, un type de donnée ou un bloc dans la programmation.

Table des mnémoniques : Il s'agit d'une table qui permet d'affecter des mnémoniques (noms) à des adresses de données globales, accessible à partir de tous les blocs, ils peuvent être en particulier des mémentos (M), des entrées (E), des sorties(A), des temporisateurs, des compteurs ou des éléments de bloc de données (DB).

Pour insérer la table des mnémoniques, on clic sur « Programme, Mnémonique » comme le présente la figure suivante:

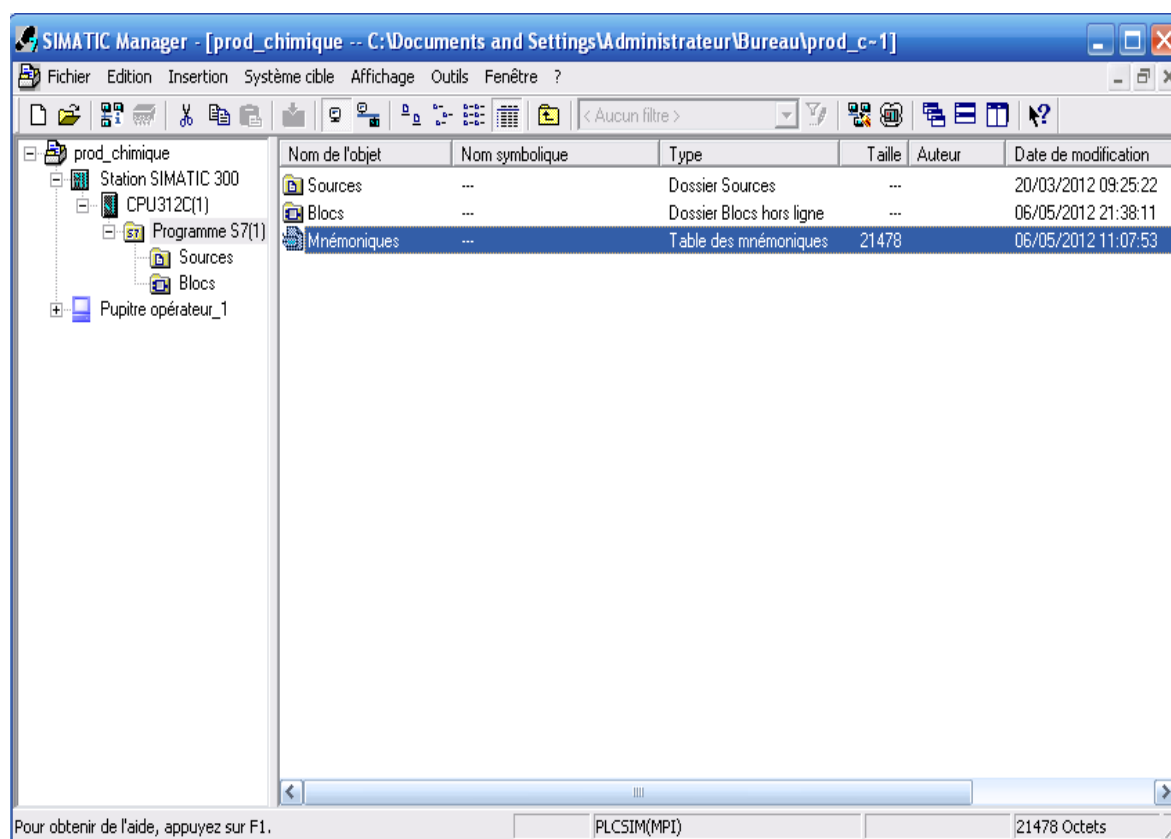


Figure IV.6: Fenêtre de création des mnémoniques.

IV.2.5.1. La table des mnémoniques

La première colonne de la table des mnémoniques donne le nom de la mnémonique, la deuxième indique « l'opérande » ou l'adresse absolue c'est-à-dire la cellule mémoire dans laquelle il est rangé.

La fenêtre de la table des mnémoniques s'affiche comme suit :

Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
vrec_action	A 0.0	BOOL	Action de la vanne de recyclage.
veau_action	A 0.1	BOOL	Action de la vanne d'eau
vvap_action	A 0.2	BOOL	Action de la vanne de vapeur.
vprod_action	A 0.3	BOOL	Action de la vanne de production.
pompe_action	A 0.6	BOOL	Action de la pompe.

moteur_action	A 0.7	BOOL	Action de démarrage de moteur.
Données de supervision	DB 1	DB 1	Bloc de données de supervision
vrec_on	E 0.0	BOOL	Signal d'ouverture de la vanne de recirculation.
vrec_off	E 0.1	BOOL	Signal de fermeture de la vanne de recirculation.
veau_on	E 0.2	BOOL	Signal d'ouverture de la vanne d'eau.
veau_off	E 0.3	BOOL	Signal de fermeture de la vanne d'eau.
vvap_on	E0.4	BOOL	Signal d'ouverture de la vanne de vapeur.
vvap_off	E 0.5	BOOL	Signal de fermeture de la vanne de vapeur.
vprod_on	E 0.6	BOOL	Signal de d'ouverture de la vanne de production.
vprod_off	E 0.7	BOOL	Signal de fermeture de la vanne de production.
bac1_n_haut	E 1.4	BOOL	Signal de détecteur de niveau haut de bac1 (préparation).
bac1_n_bas	E 1.5	BOOL	Signal de détecteur de niveau bas de bac1 (préparation).
bac2_n_bas	E 1.6	BOOL	Signal de détecteur de niveau bas de bac2 (acide citrique).
nt_vis	E 1.7	BOOL	Signal de détecteur de nombre de tours de moteur.
pompe_on	E 2.2	BOOL	Signal de mise en marche de la pompe.

mot_on	E 2.3	BOOL	Signal de mise en marche du moteur entraînant la vis.
Fonction vanne_moteur	FC 1	FC 1	Fonction gérant les moteurs et les vannes
FC appel vanne	FC 2	FC 2	Fonction d'appel des vannes
FC appel moteur	FC 3	FC 3	Fonction d'appel des moteurs
Process vanne	FC 4	FC 4	Fonction de processus des vannes
Comptages	FC 5	FC 5	Fonction des comptages
Calculs	FC 6	FC 6	Fonction des calculs
Process moteur	FC 7	FC 7	Fonction de processus des moteurs
Mise à l'échelle	FC 8	FC 8	Fonction de mise à l'échelle
Temporisation	FC 9	FC 9	Fonction de temporisation
Read Analog Value 460-1	FC 100	FC100	Read Analog Value 460-1.
Read analogValue 464-2	FC 105	FC105	Read Analog Value 464-2.
Read analogValue 466-1	FC 106	FC 106	Read Analog Value 466-1.
Température haute	M 0.0	BOOL	La haute température
Température basse	M 0.1	BOOL	La basse température
Lancer le chauffage	M 0.2	BOOL	Lancer le chauffage
BAC1_niv_suf	M 0.3	BOOL	Niveau suffisant pour lancer le chauffage.
10% Cons-eau	M 0.5	BOOL	Dix pourcent de la consigne d'eau
FC105_BIPOLAIR E_tt	M 0.6	BOOL	Fonction de mise à l'échelle de la température
mise à l'arrêt	M 0.7	BOOL	Mise à l'arrêt de l'installation

cons_acid_atteinte	M 1.0	BOOL	Consigne d'acide atteinte
fr_mn_mise_ service	M 1.1	BOOL	front montant de mise en service.
fr_mise en service 2	M 1.2	BOOL	Détection de front montant de mise en service
temps_rec_atteint	M 1.3	BOOL	Temps de recirculation atteint
front mnt 1S	M 1.4	BOOL	Front montant d'une seconde
Front 1S	M 1.5	BOOL	Détection de front montant d'une seconde
FC105_BIPOLAIR	M 1.6	BOOL	Fonction de mise à l'échelle de débitmètre
cons_eau_atteint	M 1.7	BOOL	Consigne d'eau atteinte.
front_montant demar_mot	M 6.0	BOOL	Front montant de démarrage de moteur
fr_demar_mot	M 6.1	BOOL	Détection de front montant de démarrage de moteur
installation_arrêtée	M 7.0	BOOL	L'installation à l'arrêt
Marche_installation	M 60.0	BOOL	L'installation en marche
Impulsion 1S	M 100.5	BOOL	Signal d'impulsion d'une seconde
cons_acide_arrondi e	MD 10	DINT	Consigne d'acide arrondie
Temps_ recirculation	MD 29	DINT	Temps de recirculation
FC105_RET VALU	MW 2	WORD	Donne la valeur W #16#000 en retour lorsque l'opération a été effectuée sans erreur.
FC105_ret value_tt	MW 4	WORD	Donne la valeur W #16#000 en retour lorsque l'opération a été effectuée sans erreur.
Cycle Exécution	OB 1	OB1	Cycle Exécution du programme

eau_td	PEW 256	INT	Transmetteur de débit d'eau de bac1.
bac1_tt	PEW 258	INT	Transmetteur de température de bac1.
nbr_tour	Z 0	Counter	Nombre de tours de la vis sans fin
READ_SI	SFC 105	SFC 105	Reading Dynamically Assigned System Instances.

Tableau IV.1: Table de mnémonique.

IV.2.6.Création d'un bloc de donnée 'DB'

Un bloc de données s'agit d'une zone de données dans le programme qui contient des données utilisateurs. Ces blocs de données globales peuvent être accéder à tout bloc de code (OB, FC).

On clic sur le répertoire «bloc », puis avec un clic droit sur cette fenêtre, on choisit « Insérer un nouvel objet, Type de données » comme illustré dans la Figure IV.7 ci dessous :

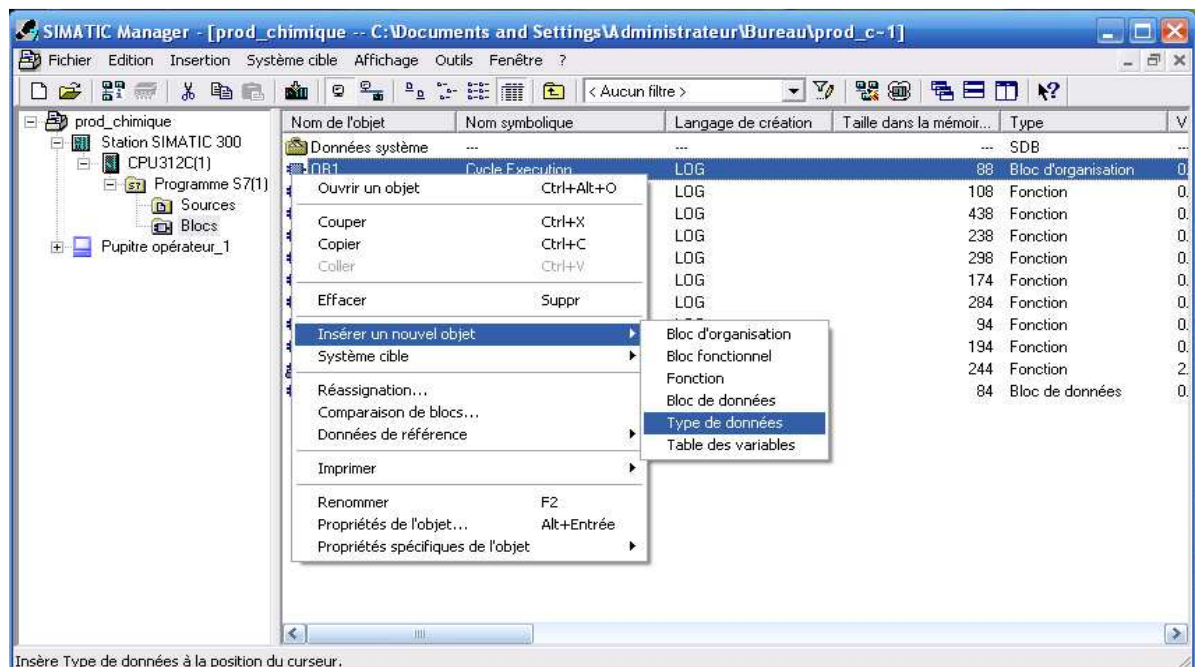


Figure IV.7: Fenêtre de type de donnée.

La fenêtre suivante s’ouvre, on donne un nom à ce bloc « donnée de supervision ».

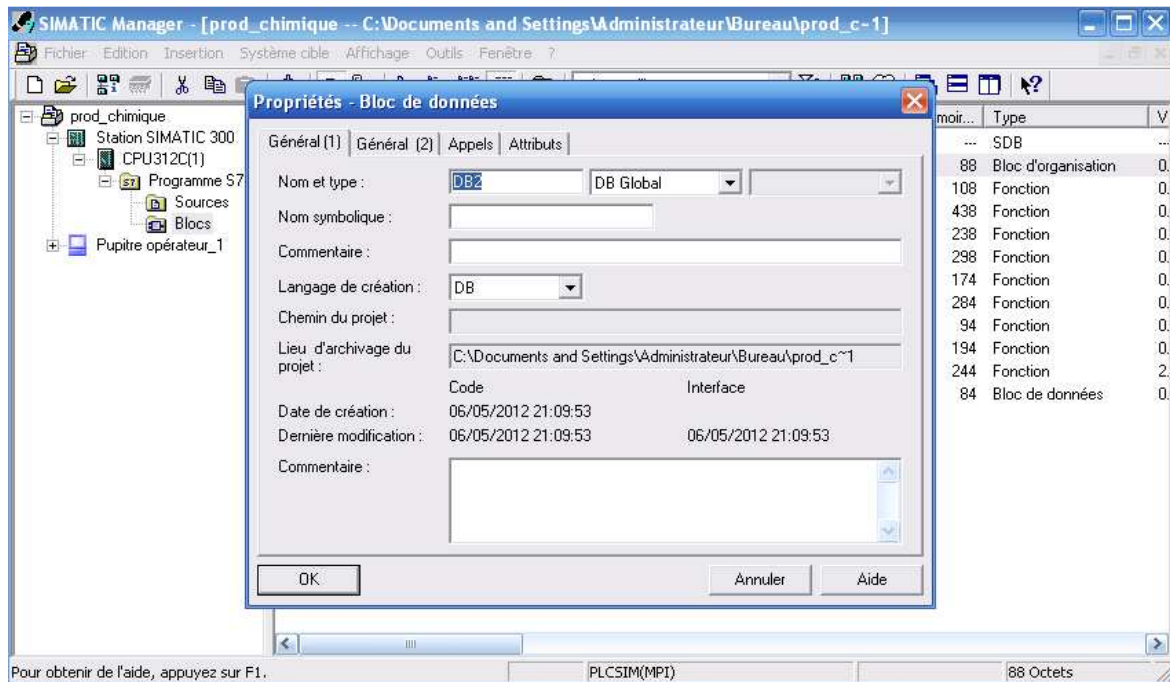


Figure IV.8: Fenêtre de nom de bloc de donnée.

IV.2.6.1. Le tableau de bloc de données de supervision

La première colonne du tableau contient les adresses des données. La deuxième porte leurs noms, la troisième colonne donne leurs types (Boole, real...), la quatrième contient leurs valeurs initiales, et la dernière contient les commentaires qu’on a associés aux mnémoniques.

Le tableau de bloc de données de supervision est représenté dans le Tableau IV.2 ci-dessous :

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
+0.0	vrec_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel' 1' et automatique' 0' de vrec
+0.1	vrec_on_man	BOOL	FALSE	Ouverture manuel de vrec

+0.2	vrec_off_man	BOOL	FALSE	Fermeture manuel de vrec
+0.3	vrec_on_auto	BOOL	FALSE	Ouverture automatique de vrec
+0.4	res1	BOOL	FALSE	Reserve
+0.5	res2	BOOL	FALSE	Reserve
+0.6	res3	BOOL	FALSE	Reserve
+0.7	res4	BOOL	FALSE	Reserve
+1.0	veau_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel' 1'et automatique' 0'de veau
+1.1	veau_on_man	BOOL	FALSE	Ouverture manuel de veau
+1.2	veau_off_man	BOOL	FALSE	Fermeture manuel de veau
+1.3	veau_on_auto	BOOL	FALSE	Ouverture automatique de veau
+1.4	res5	BOOL	FALSE	Reserve
+1.5	res6	BOOL	FALSE	Reserve
+1.6	res7	BOOL	FALSE	Reserve
+1.7	res8	BOOL	FALSE	Reserve
+2.0	vvap_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel' 1'et automatique' 0'de vvap
+2.1	vvap_on_man	BOOL	FALSE	Ouverture manuel de vvap
+2.2	vvap_off_man	BOOL	FALSE	Fermeture manuel de vvap
+2.3	vvap_on_auto	BOOL	FALSE	Ouverture automatique de vvap

+2.4	res9	BOOL	FALSE	Reserve
+2.5	res10	BOOL	FALSE	Reserve
+2.6	res11	BOOL	FALSE	Reserve
+2.7	res12	BOOL	FALSE	Reserve
+3.0	vprod_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel'1'et automatique'0'
+3.1	vprod_on_man	BOOL	FALSE	Ouverture manuel de vprod
+3.2	vprod_off_man	BOOL	FALSE	Fermeture manuel de vprod
+3.3	vprod_on_auto	BOOL	FALSE	Ouverture automatique de vprod
+3.4	res13	BOOL	FALSE	Reserve
+3.5	res14	BOOL	FALSE	Reserve
+3.6	res15	BOOL	FALSE	Reserve
+3.7	res16	BOOL	FALSE	Reserve
+4.0	bac1_n_haut	BOOL	FALSE	Détection de niveau haut de bac préparation
+4.1	bac1_n_bas	BOOL	FALSE	Détection de niveau bas de bac préparation
+4.2	bac2_n_bas	BOOL	FALSE	Détection de niveau bas de bac d'acide
+4.3	nt_vis	BOOL	FALSE	Détection de nombre de tours
+4.4	res17	BOOL	FALSE	Reserve
+4.5	res18	BOOL	FALSE	Reserve
+4.6	res19	BOOL	FALSE	Reserve
+4.7	res20	BOOL	FALSE	Reserve
+5.0	pompe_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel'1'et automatique'0'

+5.1	pompe_on_man	BOOL	FALSE	Démarrage manuel de la pompe
+5.2	pompe_off_man	BOOL	FALSE	Arrêt manuel de la pompe
+5.3	pompe_on_auto	BOOL	FALSE	Démarrage automatique de la pompe
+5.4	res21	BOOL	FALSE	Reserve
+5.5	res22	BOOL	FALSE	Reserve
+5.6	res23	BOOL	FALSE	Reserve
+5.7	res24	BOOL	FALSE	Reserve
+6.0	mot_mode	BOOL	FALSE	Choix de mode manuel'1'et automatique'0'
+6.1	mot_on_man	BOOL	FALSE	Démarrage manuel de moteur
+6.2	mot_off_man	BOOL	FALSE	Arrêt manuel du moteur
+6.3	mot_on_auto	BOOL	FALSE	Démarrage automatique de moteur
+6.4	res25	BOOL	FALSE	Reserve
+6.5	res26	BOOL	FALSE	Reserve
+6.6	res27	BOOL	FALSE	Reserve
+6.7	res28	BOOL	FALSE	Reserve
+7.0	mise_marche	BOOL	FALSE	Mise en marche de l'installation
+8.0	Teneur_acide	REAL	0.000000e +000	Teneur d'acide
+12.0	VOL_sollution	REAL	0.000000e +000	Volume de la solution à préparer en litres
+16.0	ro_solution	REAL	0.000000e +000	Masse volumique de la solution

+20.0	masse_solution	REAL	0.000000e +000	Masse de la solution en kg
+24.0	masse_acide	REAL	0.000000e +000	Masse d'acide à rajouter
+28.0	masse_eau_calcul	REAL	0.000000e +000	Masse d'eau à rajouter (consigne)
+32.0	nbr_tours	DINT	L#0	Nombre de tours de la vis
+36.0	masse_eau_instan	REAL	0.000000e +000	Masse d'eau instantanée rajoutée
+40.0	Debit_eau	REAL	0.000000e +000	Débit massique d'eau (délivré par le débitmètre)
+44.0	temperature_bac1	REAL	0.000000e +000	Température de bac de préparation
+48.0	Temps_rec_supl	DINT	L#0	Temps de recirculation à rajouter au temps d'ajout d'acide

Tableau IV.2 : Tableau de bloc de données de supervision

IV.2.6.2. Le tableau de bloc de données des alarmes

Le tableau suivant montre les données des alarmes utilisées qui sont représentés dans des mots (Word) :

Adresse	Nom	Type	Valeur initial	Commentaire
+0.0	bac1_n_haut	BOOL	FALSE	Détecteur de niveau haut bac1 (préparations)
+0.1	bac1_n_bas	BOOL	FALSE	Détecteur de niveau bas bac1 (préparations)
+0.2	Bac2_n_bas	BOOL	FALSE	Détecteur de niveau bas bac2 (acide)

+0.3	RES1	BOOL	FALSE	Reserve
+0.4	RES11	BOOL	FALSE	Reserve
+0.5	RES12	BOOL	FALSE	Reserve
+0.6	RES13	BOOL	FALSE	Reserve
+0.7	RES14	BOOL	FALSE	Reserve
+1.0	RES16	BOOL	FALSE	Reserve
+1.1	RES17	BOOL	FALSE	Reserve
+1.2	RES18	BOOL	FALSE	Reserve
+1.3	RES15	BOOL	FALSE	Reserve
+1.4	RES111	BOOL	FALSE	Reserve
+1.5	RES121	BOOL	FALSE	Reserve
+1.6	RES131	BOOL	FALSE	Reserve
+1.7	RES141	BOOL	FALSE	Reserve

Tableau IV.2 : Tableau de bloc des alarmes.

IV.2.6. 3.Le tableau de bloc de données d'instance

Un bloc de données d'instance (Figure IV.8) enregistre les adresses des résultats intermédiaires, L'utilisateur ne peut pas modifier la structure d'un bloc de données d'instance.

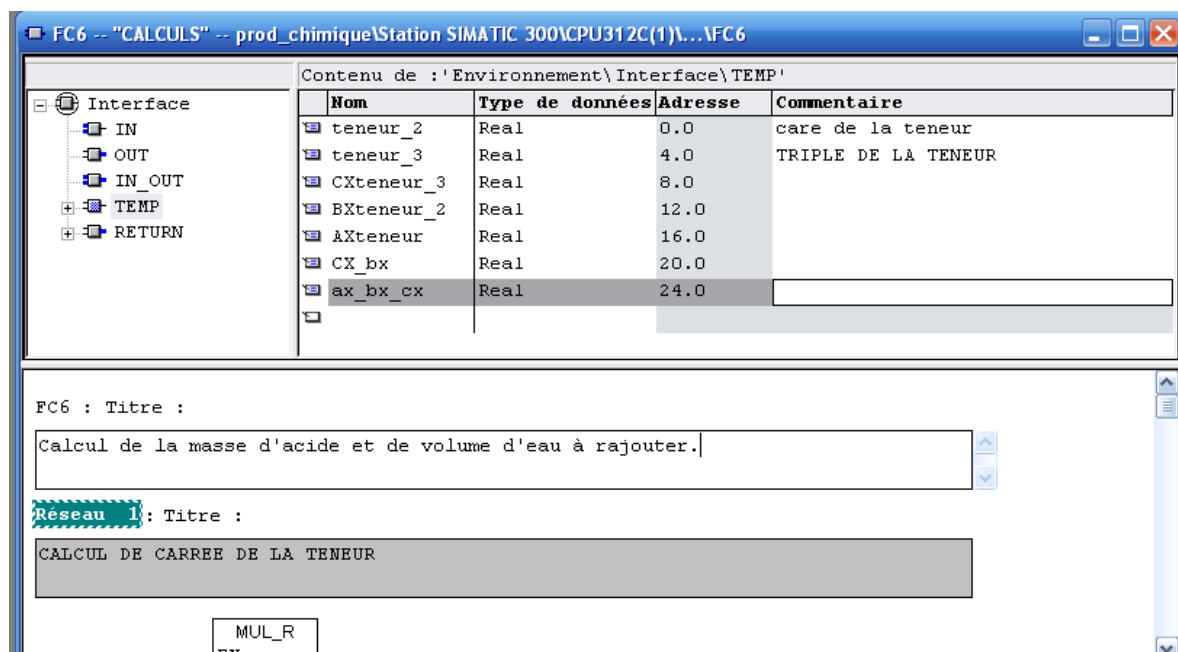


Figure IV.9: Fenêtre de bloc de donnée d'instance.

IV.2.7. Création d'un bloc d'organisation 'OB'

Tout bloc doit être appelé avant de pouvoir être exécuté ; on désigne par hiérarchie d'appel, l'ordre, l'imbrication dans un bloc d'organisation.

On clic sur le répertoire « blocs », puis avec un clic à droite sur cette fenêtre « Insérer un nouvel objet, Bloc d'organisation » qui est un bloc d'organisation pour le programme, dans lequel on fait appel aux différentes fonctions utilisées dans notre projet.

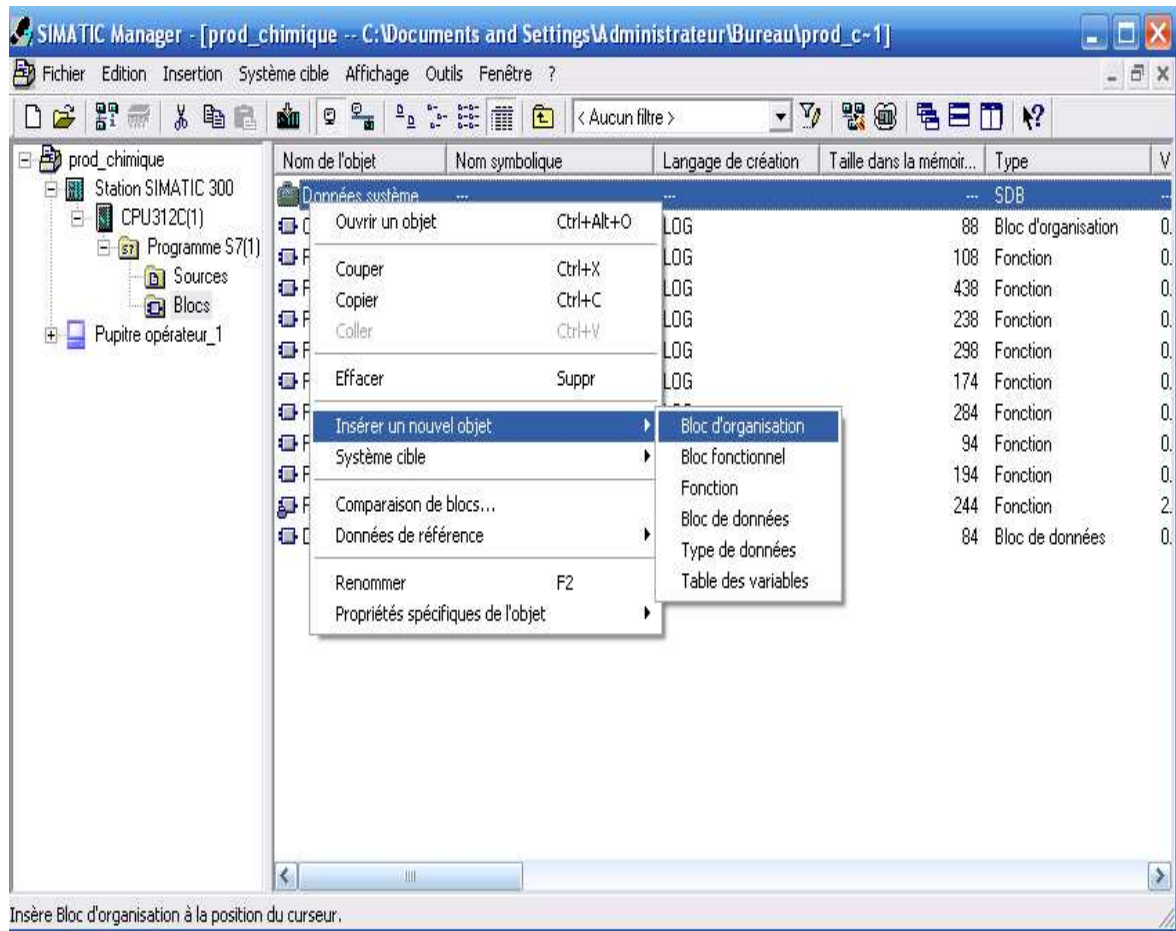


Figure IV.10: Fenêtre de bloc d'organisation.

IV.2.8. Création d'une fonction ' FC ' :

C'est une fonction qui contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc, on fait appel à la fonction pour :

- Envoyer une valeur de la fonction au bloc appelant.
- Exécuter une fonction.

On clic sur le répertoire « blocs », puis avec un clic à droite sur cette fenêtre « Insérer un nouvel objet, Fonction ».

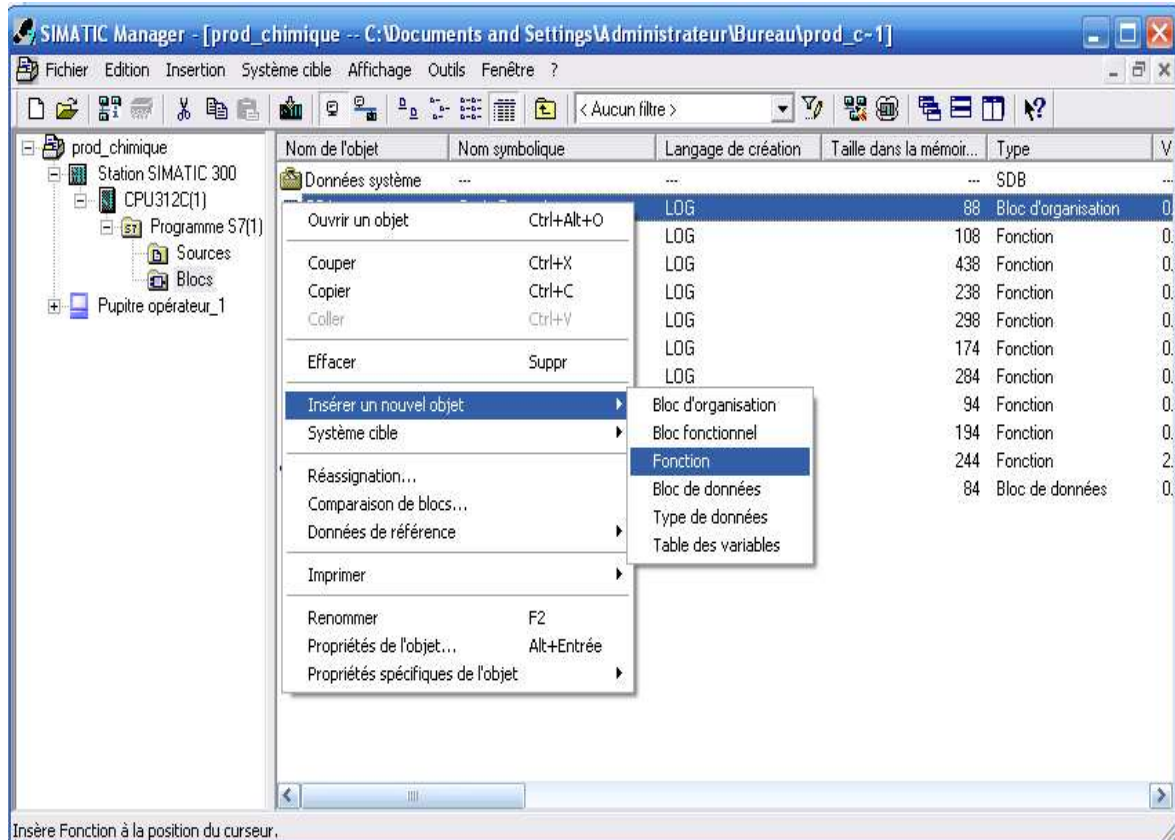


Figure IV.11: Fenêtre de Création d'une fonction.

IV.2.9.Simulation de programme avec S7-PLCSIM :

IV.2.9 .1.Présentation de S7-PLCSIM :

Le S7-PLCSIM est une application qui nous permet de simuler, d'exécuter et de tester un programme élaboré dans un ordinateur ou dans une console de programmation.

La simulation est réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux).


S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser, surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme, par exemple d'activer ou de désactiver des entrées. En exécutant un programme dans la CPU simulée, on a la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

IV.2.9 .2.Ouverture du simulateur et chargement de programme élaboré :

A) Ouverture du simulateur S7-PLCSIM

Le lancement du simulateur S7-PLCSIM, est effectué en suivant ces étapes:

1-Démarrer le gestionnaire de projet SIMATIC en cliquant sur son icône.

2-Lancer l'application S7-PLCSIM en cliquant sur son icône  qui se trouve dans la barre d'outils de gestionnaire de projet SIMATIC, comme le montre la figure suivante, ou en sélectionnant la commande «outils, simulation de module »:

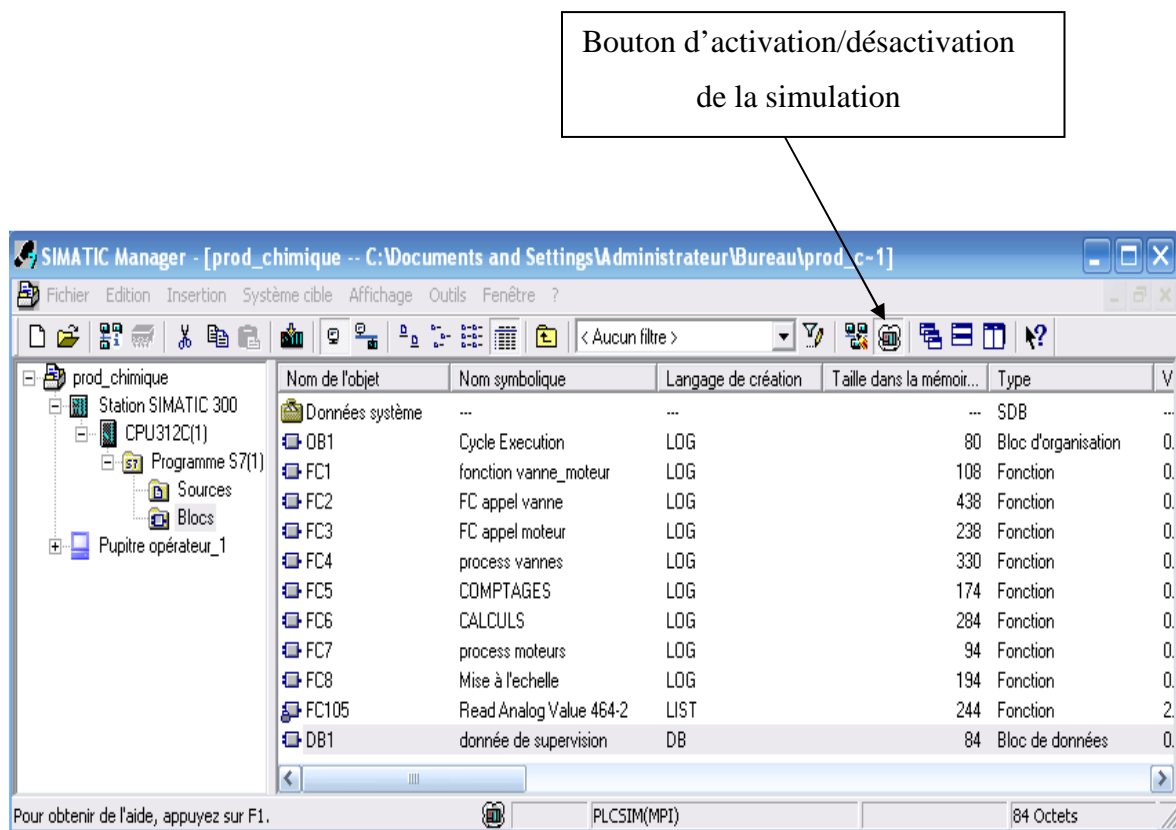


Figure IV.12 : Fenêtre d'ouverture de simulateur S7-PLCSIM.

B) Chargement du programme

Pour charger un programme dans la CPU, on sélectionne classeur « blocs » dans la structure hiérarchique du projet puis on clique sur l'icône de chargement ou on sélectionne la commande « système cible, charger » comme le présente la figure suivante :

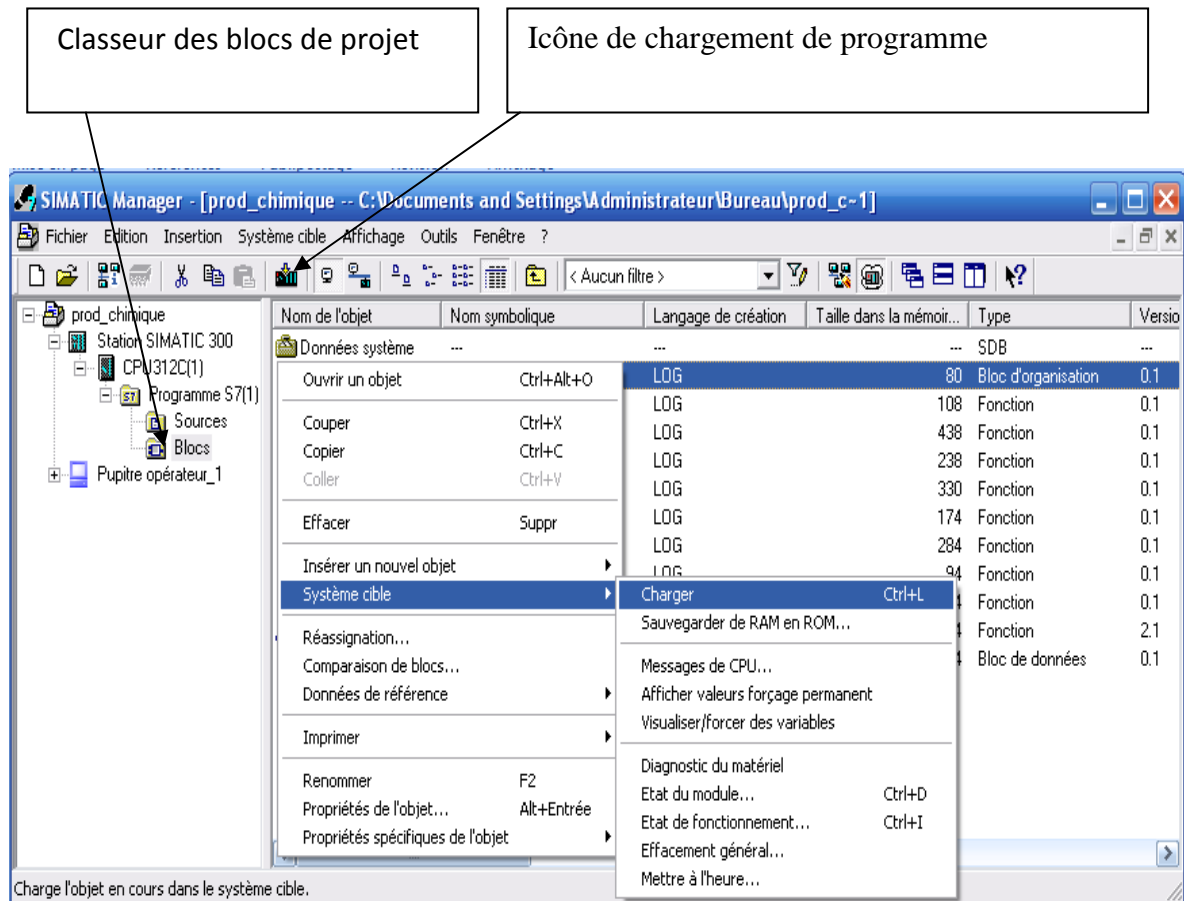


Figure IV.13 : Fenêtre de chargement de programme dans l'API.

C) Configuration du simulateur

Le programme contient des entrées, sorties, mémentos, temporisation et des compteurs ; en exécutant le programme, on peut utiliser des fenêtres pour forcer les entrées à 1 ou à 0 et visualiser les valeurs des temporisations et changement des sorties, pour créer les diverses fenêtres, on suit les étapes suivante :

1- Créer une fenêtre permettant de modifier l'état des entrées intervenant dans le programme.

- choisir la commande « Insertion, entrée » ou directement à partir de la barre d'outils.

2- Créer une fenêtre permettant de modifier l'état des sorties intervenant dans le programme.

- Choisir la commande « Insertion, sortie » ou directement à partir de la barre d'outils.

3- Créer une fenêtre pour les méments intervenant dans le programme :

- Choisir la commande «Insertion, Mémento» ou directement à partir de la barre d'outil.

Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure IV.14 :

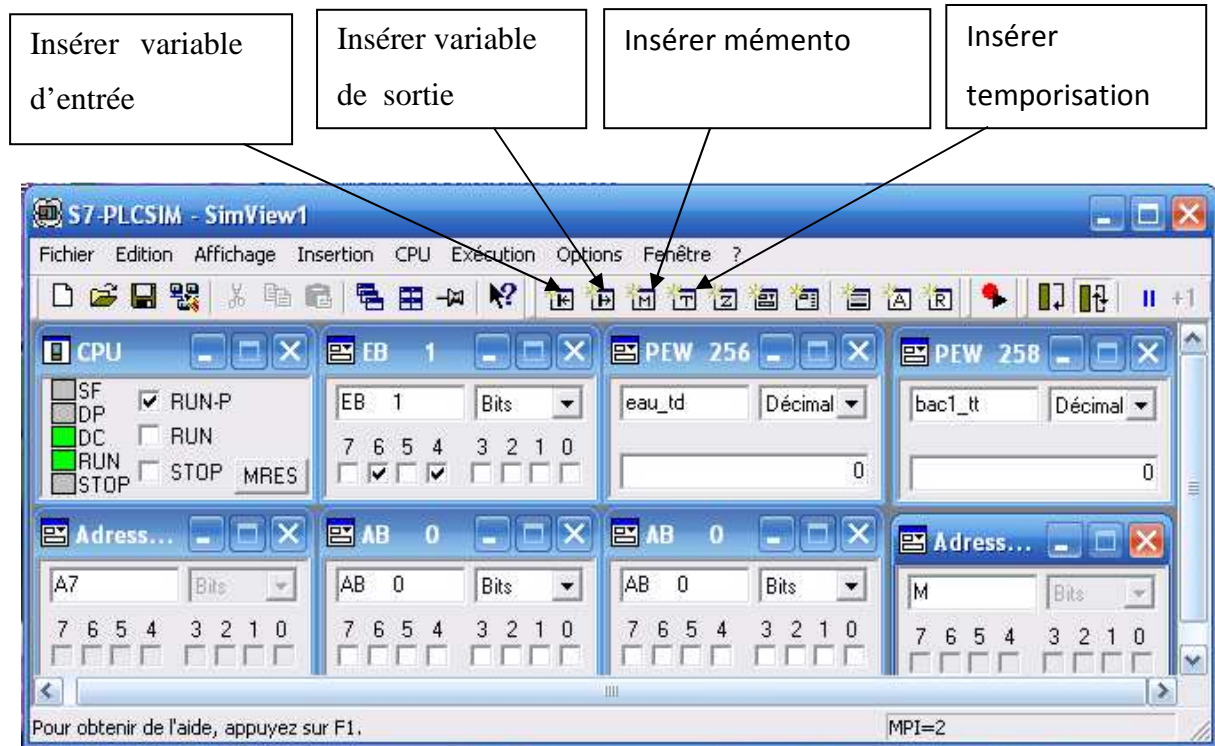


Figure IV.14 : Fenêtre de configuration du simulateur.

D) Exécution du programme

Pour démarrer l'exécution de programme on met la CPU en mode fonctionnel 'RUN' c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur, ce dernier ne peut pas être modifié.

Pour le mode fonctionnel 'RUN-P' (RUN-PROGRAMME), c'est-à-dire la CPU traite le programme utilisateur qui peut être modifié, l'effacement général de programme s'effectue en cliquant sur le bouton 'MRES'.

Le mode de fonctionnement 'STOP', la CPU est arrêtée, c'est-à-dire elle ne traite aucun programme utilisateur.

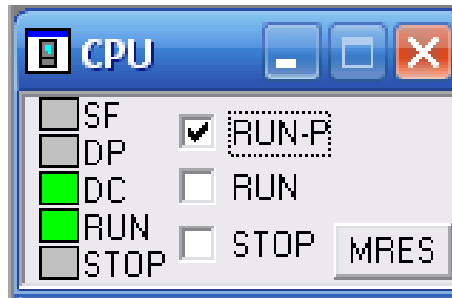


Figure IV.15 : Sélection de mode de la CPU.

E) Simulation de programme

Le réseau de communication MPI qui est l'interface de la CPU utilisée pour le chargement et la visualisation de programme dans l'automate.

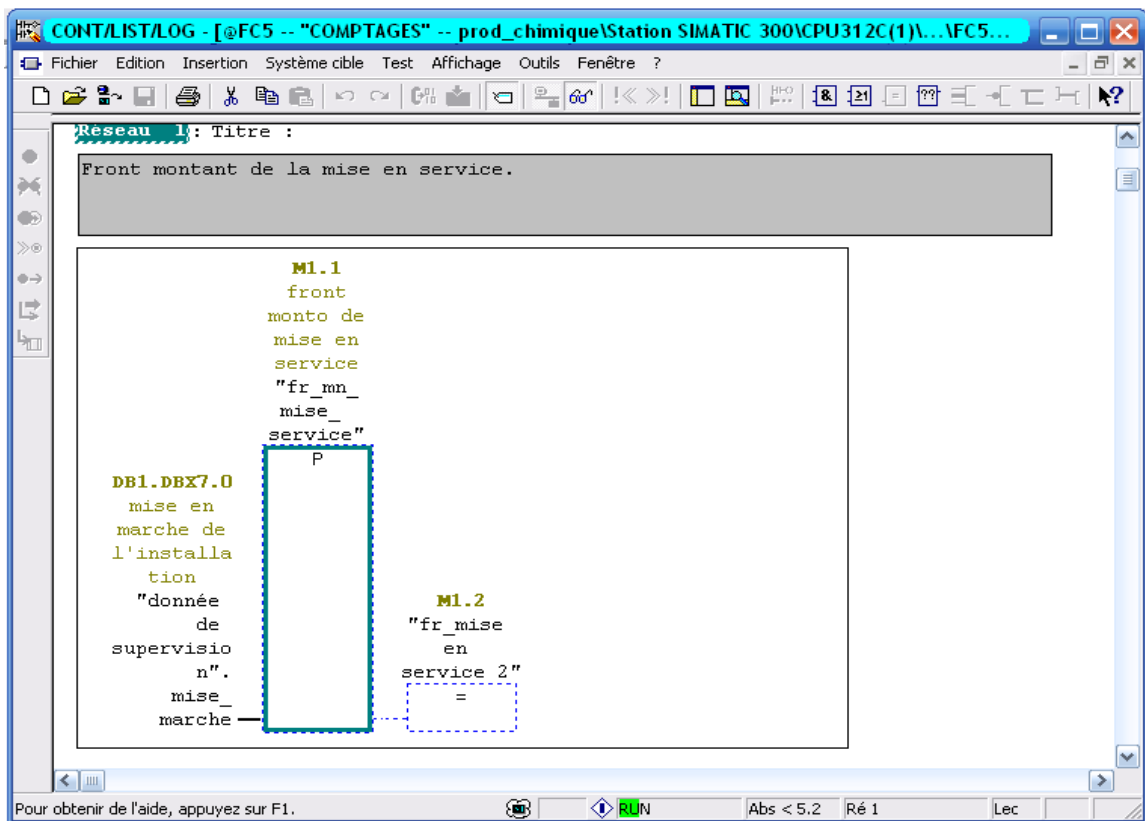


Figure IV.16: La simulation de programme.

IV.2.10. Traitement du programme par la CPU

On distingue deux types de programmation:

- Linéaire
- Structurée.

1. Programmation linéaire

La CPU exécute le cycle habituel, en appelant le bloc OB1 dans le programme principal ou les instructions s'exécutent les unes après les autres jusqu'à la fin. Ce type de traitement est utilisé pour des programmes simples.

2. Programmation structurée (hiérarchisée)

La programmation structurée consiste à subdiviser un programme complexe en sous-programmes pour exécuter des fonctions spécifiques plus petites et faciles. Le programme principal sera chargé de gérer ces sous-programmes et d'en faire appel autant de fois qu'il est nécessaire.

La programmation structurée sert à faciliter la maintenance et l'analyse fonctionnelle.

Dans le projet de préparation de l'acide citrique, on a utilisé la programmation structurée qui contient les blocs suivants :

- OB1 : Le bloc principal.
- FC1 : La fonction vanne-moteur.
- FC2 : La fonction d'appel des vannes.
- FC3 : La fonction d'appel des moteurs.
- FC4 : La fonction du processus des vannes.
- FC5 : La fonction des comptages.
- FC6 : La fonction des calculs.
- FC7 : La fonction du processus des moteurs.
- DB1: Données de supervision.
- DB2: Données d'alarme.

L'ensemble de ces blocs est représenté comme suit :

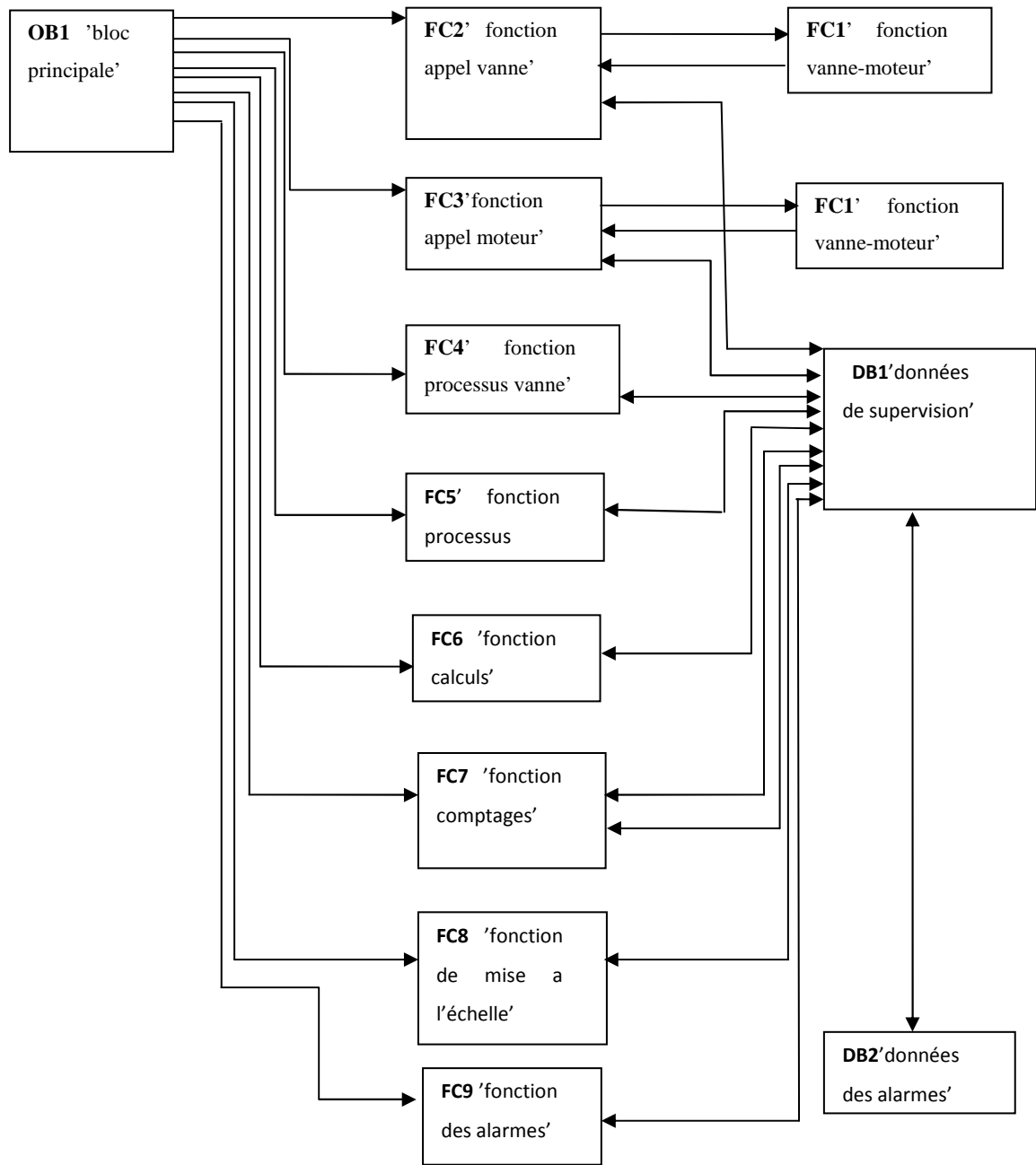


Figure IV.17 : Programmation structurée de système proposé.

Remarque :

La programmation élaborée pour l'installation de l'acide citrique est représentée dans les annexes.

IV.2.11. Langage de programmation LOG (logigramme)

Le langage de programmation LOG fait partie du logiciel de base STEP7, qui est un langage graphique, il permet de représenter des fonctions complexes, mathématiques et des éléments logiques avec des boîtes fonctionnelles graphiques de l'algèbre booléenne.

IV.2.12. Les fonctions utilisées dans le programme (voir l'annexe)

Pour l'élaboration du programme, les différentes fonctions utilisées sont :

- ✓ **Les fonctions combinatoire sur bit** : Permet d'interroger l'état de signal de deux opérands ou plus indiqués aux entrées d'une boîte ; exemple : la porte 'ET', la porte 'OU' et l'inverseur qui permet d'inverser une entrée binaire.
- ✓ **Les opérations arithmétiques** : Les opérations arithmétiques sur nombres entiers (16 et 32 bits) ou réels permettent d'exécuter les fonctions arithmétiques sur deux nombres, exemple : l'addition 'ADD', la soustraction 'SUB', la division 'DIV', et la multiplication 'MUL'.
- ✓ **Les opérations de comparaison** : Elles comparent les entrées.
- ✓ **Les opérations de conversion** : Permet de convertir le nombre sous la forme 'BCD' en entier 'I' ou d'un nombre entier 'I' en double entier 'D'.
- ✓ **Les opérations de comptage** : Compteur incrémental/ décrémental (ZAEHLER) est initialisé à la valeur figurant dans l'entrée 'ZW' l'ors d'un front montant à l'entrée 'S'.
- ✓ **La bascule 'SR'** : Si l'état de signal est 1 à l'entrée 'S' et 0 à l'entrée 'R', la bascule est mise à 1, Si l'état de signal est 0 à l'entrée 'S' et 1 à l'entrée 'R', la bascule est mise à 0.

Si les deux états de signal ont la valeur 0, rien ne se passe. En revanche, s'ils ont tous deux la valeur 1 la bascule est mise à 1.

- ✓ **La mise à zéro 'R'** : L'opération met son opérande à zéro.
- ✓ **La mise à 1 'S'** : L'opération met son opérande à un.
- ✓ **Move** : L'opération permet d'initialiser des variables avec des valeurs précises.

La valeur indiquée à l'entrée 'IN' est copiée dans l'opérande précisé dans la sortie 'OUT' si l'état de signal 'EN' est mis à 1.

- ✓ **La fonction d'appel 'CALL'** : L'opération 'CALL' permet d'appeler une fonction (FC).

- ✓ **La fonction d'arrondissement 'FLOOR'** : Permet de convertir un nombre réel en entier inférieur le plus proche.
- ✓ **La fonction affectation** : Fournit le résultat logique c'est-à-dire un signal 1 ou 0
- ✓ **La fonction de mise à l'échelle 'FC105'** : Si l'état de signal de 'EN' égale 1 (entrée activée), la fonction 'SCALE' est exécutée. Dans cet exemple, la valeur entière sera convertie en une valeur réelle échelonnée entre 'K1' et 'K2' et écrite dans le paramètre de sortie 'OUT'.

Les constantes K1 et K2 sont définies selon que la valeur d'entrée est bipolaire ou unipolaire.

- Bipolaire : la valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre -27648 et +27648.

Donc : $K1 = -27648$ et $K2 = +27648$.

- Unipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre 0 et 27648.

Donc : $K1 = 0$ et $K2 = +27648$.

- ✓ **Détecteur de front montant 'P'** : L'opération front montant détecte le passage de 0 à 1 dans l'opérande indiqué (front montant).

IV.2.13. Calcul de la précision de la concentration de la solution préparée

Le système de commande conçu calcule les masses d'acide et d'eau à partir des équations (II.6) et (II.7), (données dans le paragraphe II.3.3).

La masse d'acide m_c calculée par l'automate programmable (fonction calcul FC6) est arrondie avec le bloc 'FLOOR', ou seulement la partie entière est considérée.

Donc l'erreur (Δm_c) de calcul de la masse d'acide (m_c) est la partie fractionnaire.

L'erreur sur la concentration (ΔC) de la solution est donnée par la relation suivante :

$$\Delta C = \Delta m_c / V \quad (\text{VI.1})$$

L'erreur diminue en augmentant le volume 'V' de la solution à préparer.

L'erreur maximale sur la concentration correspond à la plus grande valeur fractionnaire négligée est :

$$\Delta C_{\max} = 0.9 / V \quad (\text{VI.2})$$

IV.3.La supervision

La supervision est une technique industrielle qui sert à représenter le processus, surveiller, commander, contrôler et diagnostiquer l'état de fonctionnement d'un procédé automatisé dans le but d'obtenir son fonctionnement optimal.

Ce système assure aussi un rôle de gestionnaire d'alarmes, d'archivage pour la maintenance, le traçage des courbes pour l'enregistrement de l'historique de défauts et le suivi de production.

IV.3.1. Présentation de logiciel WinCC flexible

WinCC flexible est l'Interface Homme-Machine (IHM) pour les applications de la machine et du processus dans la construction d'installations, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, WinCC flexible est idéale grâce à sa simplicité, son ouverture et sa flexibilité.

IV.3.2. Critères de choix de Win cc flexible

- Le panel de 'SIMATIC' ne peut pas fonctionner sans 'Win cc flexible'.
- Tendance de changer 'Protool' par 'Win cc flexible' pour 'SIEMENS'.
- Possibilité d'ouvrir d'autres panels de 'Protool'.

IV.3.3.Intégration de WinCC flexible dans le STEP7

Une solution d'automatisation complète est composée d'une IHM telle que WinCC flexible, et d'un système d'automatisation, d'un bus système et d'une périphérie.

Pour intégrer le WinCC flexible dans un projet de STEP 7, on clic sur « Projet, intégrer dans le projet STEP 7 » puis on choisit le nom de projet''prod_chimique'' dans la barre d'outils de WinCC flexible.

IV.3.4.La mise en route de WinCC flexible

WinCC flexible met a disposition une boîte d'outil qui contient les différents éléments pour la réalisation d'un projet, une bibliothèque, une zone de travail et d'une fenêtre de projet contenant l'ensemble des vues de projet (accueil, paramètre, préparation

et alarme) ; et chaque vue possède une fenêtre de propriété comme le montre la figure suivante :

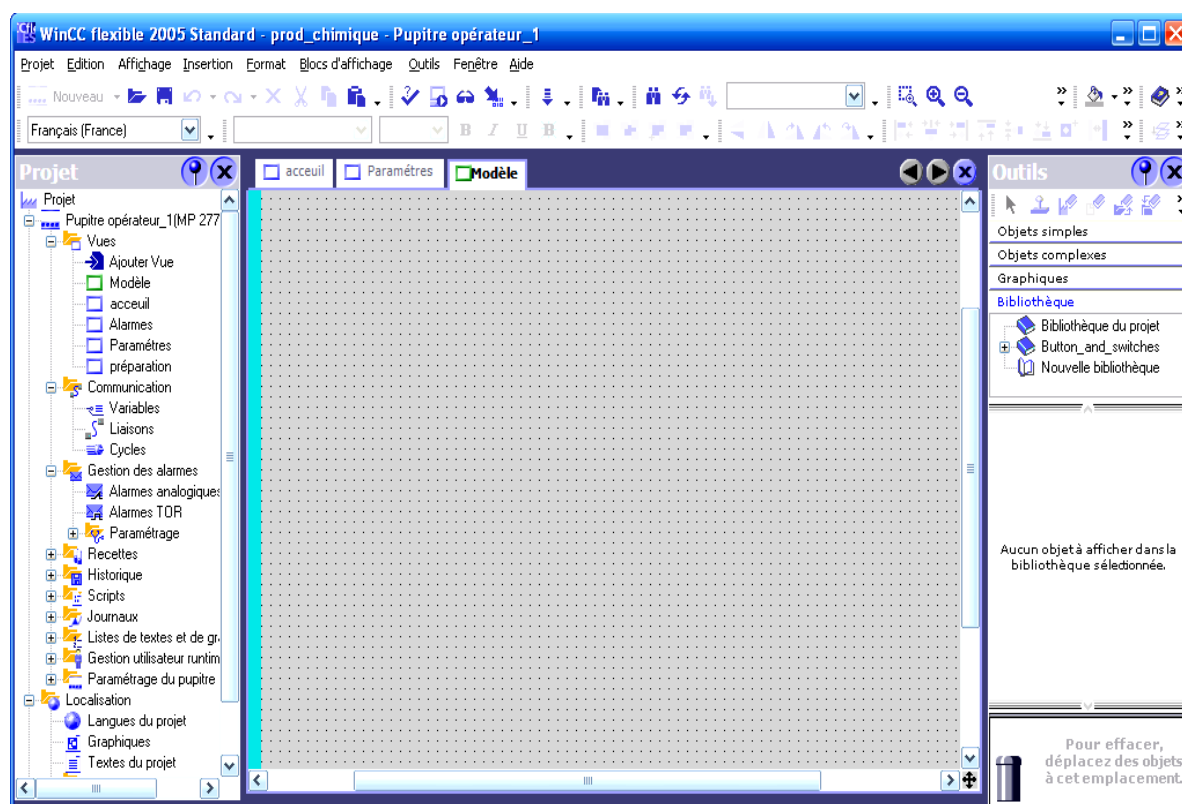


Figure IV.18 : Fenêtre de la supervision avec WinCC flexible.

Pour l'animation d'objet, une configuration est appliquée dans la fenêtre d'objet qui est composée de quatre éléments : « Général, Propriétés, Animation, Evénements ».

« Evénements » permet de configurer l'adresse d'un élément dans STEP 7 comme il est représenté dans la figure suivante :

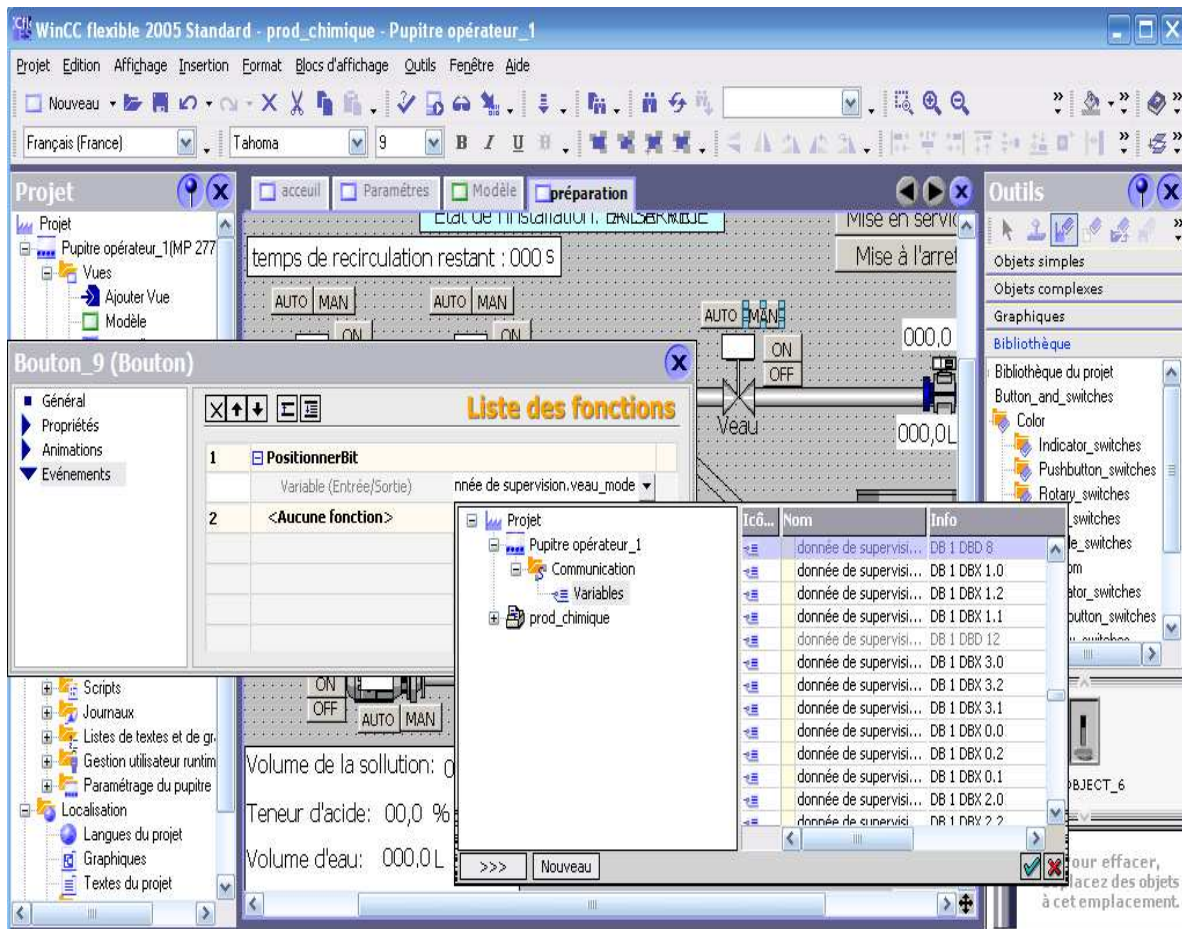


Figure IV.19: Fenêtre de configuration des éléments.

IV. 3.5.Elaboration de la supervision de l'installation de préparation de l'acide citrique :

La supervision de processus de la préparation de l'acide citrique permet de contrôler et de commander plusieurs paramètres tels que le volume et la concentration de la solution à préparer, le temps de recirculation, et de commander l'ouverture et la fermeture des vannes, le démarrage et l'arrêt de moteur, de la pompe et connaître leurs états ainsi que l'état des niveaux des bacs. Elle permet aussi de visualiser la température de bac de préparation, d'afficher les quantités d'eau et d'acide instantanées et les alarmes en cas de défaut.

La figure IV.20 ci –après montre la supervision de la section de préparation de l'acide citrique que nous avons proposé.

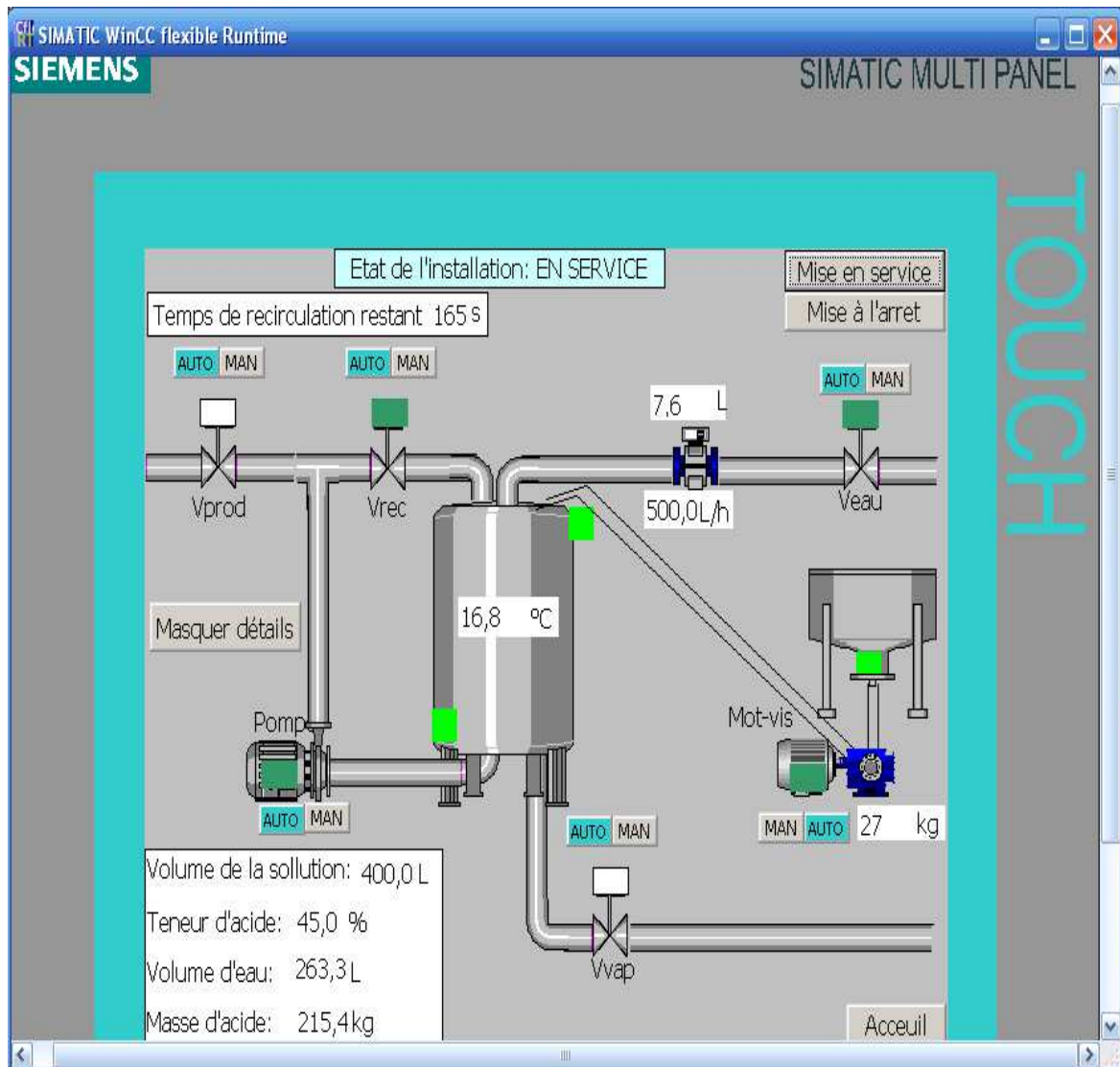


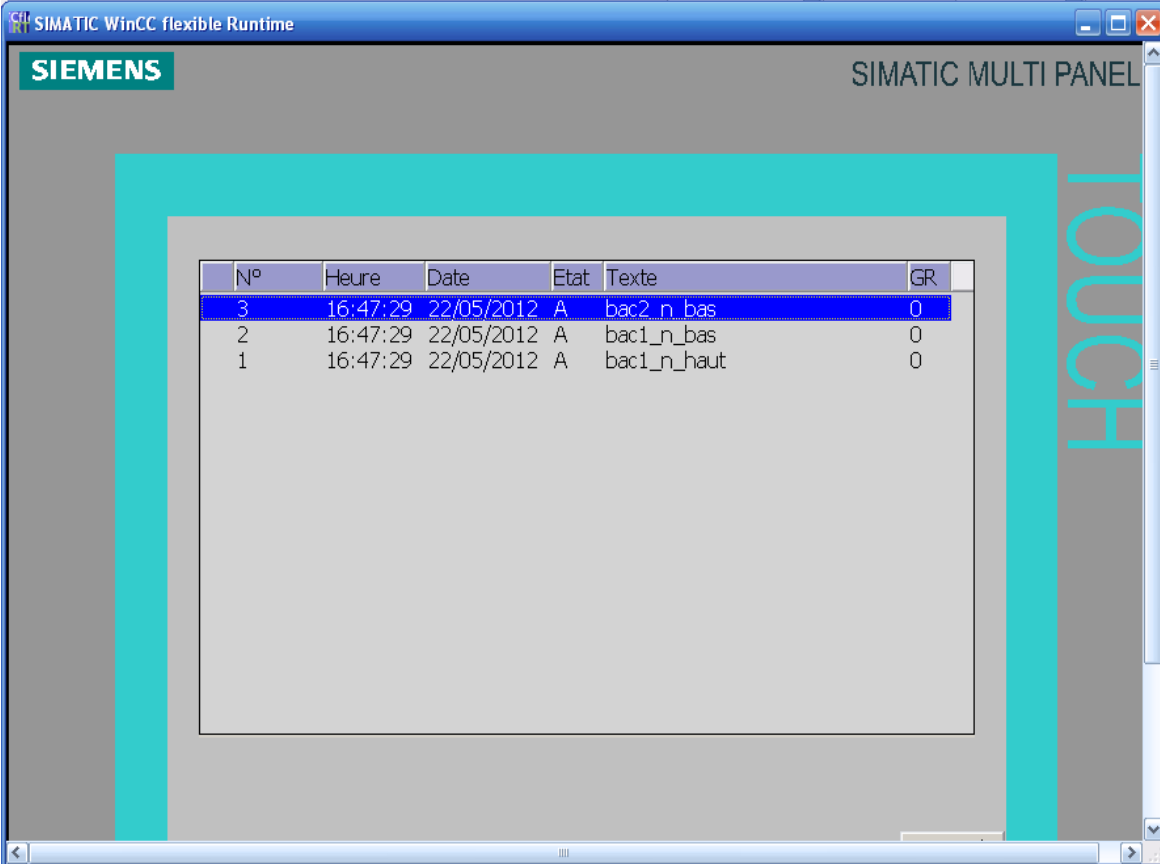
Figure IV.20:Fenêtre de la supervision de l'installation de la préparation de l'acide citrique.

IV. 3.6. Elaboration de la gestion des alarmes

Lorsque des défauts surviennent dans le processus, des alarmes sont immédiatement déclenchées.

Les alarmes utilisées sont des alarmes toute ou rien (TOR), chacune de ces alarmes est composée toujours des éléments suivants : le texte d'alarme qui donne la description d'alarme, son numéro qui est unique pour chacune ainsi que le temps de son déclenchement c'est –à-dire la date et l'heure.

La figure suivante montre la liste des alarmes utilisées dans le projet qu'on a proposé.



N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
3	16:47:29	22/05/2012	A	bac2_n_bas	0
2	16:47:29	22/05/2012	A	bac1_n_bas	0
1	16:47:29	22/05/2012	A	bac1_n_haut	0

Figure IV.21:Fenêtre des alarmes.

IV. 4.Conclusion

L'utilisation du langage S7-PLCSIM nous a permis de tester le programme élaboré vu que STEP7 offre différentes possibilités de test telles que la visualisation du programme ou la table des variables afin de corriger les éventuelles erreurs commises et les modifications appropriées avant de passer à l'implémentation sur l'automate .

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme machine qui permet de visualiser en temps réel l'évolution de l'état d'un système automatisé pour que l'opérateur puisse surveiller et maintenir le système dans son point de fonctionnement optimale.

Conclusion générale

L'objectif de notre travail est la conception d'un système automatisé de la préparation de l'acide citrique, pour cela nous avons étudié le rôle de l'acide citrique dans le processus de raffinage d'huile, ensuite on a décrit l'installation de préparation de la solution d'acide actuelle.

Afin de remédier aux différents problèmes existant, dans la méthode actuelle (manuelle) de préparation l'acide citrique, on a élaboré une méthode automatisé qui nécessite un ensemble d'instruments (capteurs, actionneurs, pré actionneurs, API)

Pour cela, nous avons entamé notre travail par une analyse fonctionnel de système proposé qui a abouti en premier temps à décrire les processus avec le GRAFCET et en deuxième temps, par le choix d'un nouveau automate programmable S7-300 convenable pour notre application.

Ce travail nous a permis de se familiariser avec le logiciel STEP7 (en particulier sa version de simulation PLCSIM), afin d'implémenter quelques tâches d'automatisation sur l'automate S7-300 qui a la particularité d'intégrer un module d'entrées/sorties TOR, un module d'entrées/sorties analogiques.

En dernier lieu, le système de supervision permet à l'opérateur de connaître l'état d'avancement du processus en temps réel et d'intervenir directement sur le pupitre de commande à partir de la salle de contrôle. Le logiciel de supervision Win cc flexible permet de mettre en œuvre le système de supervision de l'installation étudiée d'une manière simple, efficace et facile à utiliser.

L'expérience que nous avons menée dans l'application de la supervision avec WinCC flexible nous a permis d'acquérir des connaissances utiles a travers laquelle nous avons pu réaliser la supervision de l'installation de préparation de l'acide citrique.

Bibliographie

Bibliographie :

- [1] Documentation interne de CEVITAL.
- [2] **L. Oliveros**, « Masse volumiques et densité des solutions aqueuses », Technique d'ingénieurs, traité physico-chimique.
- [3] **C. François**, « Mémento de Génie électrique », Ellipses, Paris 2008.
- [4] « Documentation technique du fournisseur de Andress + Hauser », Documentation Interne de CEVITAL.
- [5] **J. Heng**, « Pratique de la maintenance préventive », DUNOD, Paris ,2002 .
- [6] **Tierry Schanen**, « guide des automatismes », [www .guide des automatismes .com](http://www.guide-des-automatismes.com) 2001/2005.
- [7] **A. Simon**, « Automates Programmable », L'ELANE, 1983.
- [8] « Le GRAFCET et sa mise en œuvre », (cours en PDF), Université Louis Pasteur.
- [9] **A. Maldi**, « Cours d'automatisme industriel », (cours en PDF), 2005/2006.
- [10] « Automates Nano -plate forme d'automatisme Micro », Schneider Electric1999.
- [11] **M .Bertrand**, « Automates Programmable Industriel », (document PDF).
- [12] « Etude des automates programmables Industriels (API), S4 : Communication et traitement de l'information », « cours ELEC », <http://www.courselec.free.fr>.
- [13] **L .Bergognoux**, « Automates Programmables Industriel », cours (PDF), polytechnique de Marseille, département génie mécanique, 2004/2005.
- [14] « Mise en route STEP 7 », SIMATIC, édition 03 /2006.
- [15] « La compétence en automatisation centre de formation industrie », SIMATIC S7.

Annexes

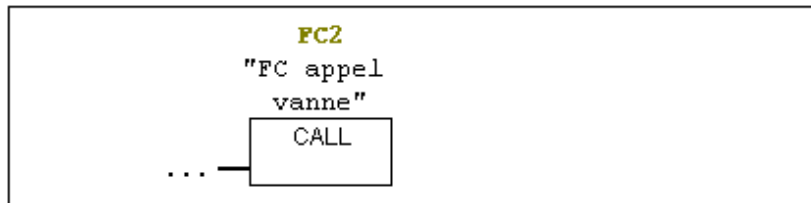
Programme :

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Bloc d'organisation

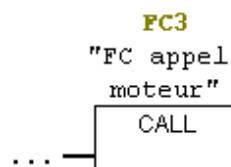
Réseau 1: Titre :

Commentaire :



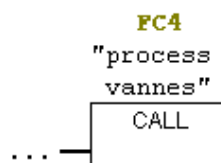
Réseau 2: Titre :

Commentaire :



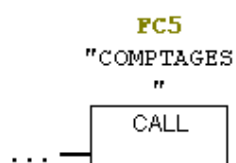
Réseau 3: Titre :

Commentaire :



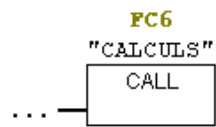
Réseau 4: Titre :

Commentaire :



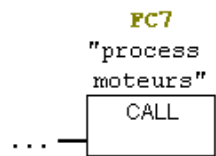
Réseau 5 : Titre :

Commentaire :



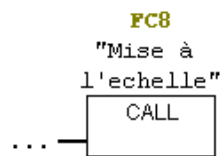
Réseau 6 : Titre :

Commentaire :



Réseau 7 : Titre :

Commentaire :

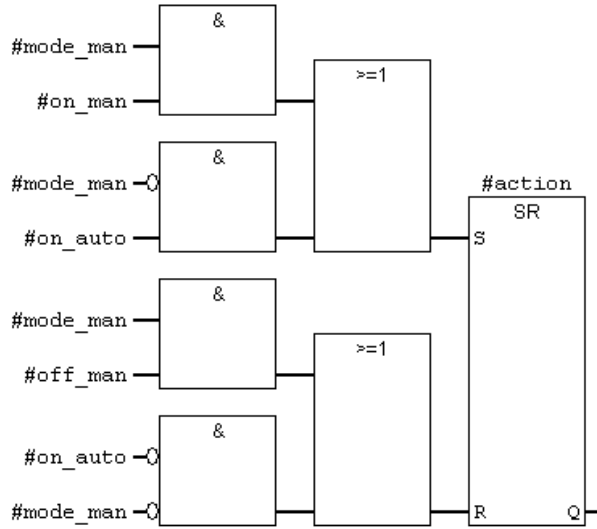


FC1 : Titre :

Commentaire :

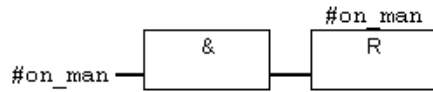
Réseau 1 : Titre :

Commentaire :



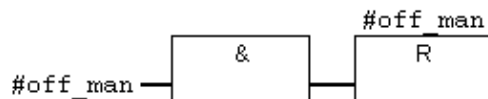
Réseau 2 : Titre :

Commentaire :



Réseau 3 : Titre :

Commentaire :

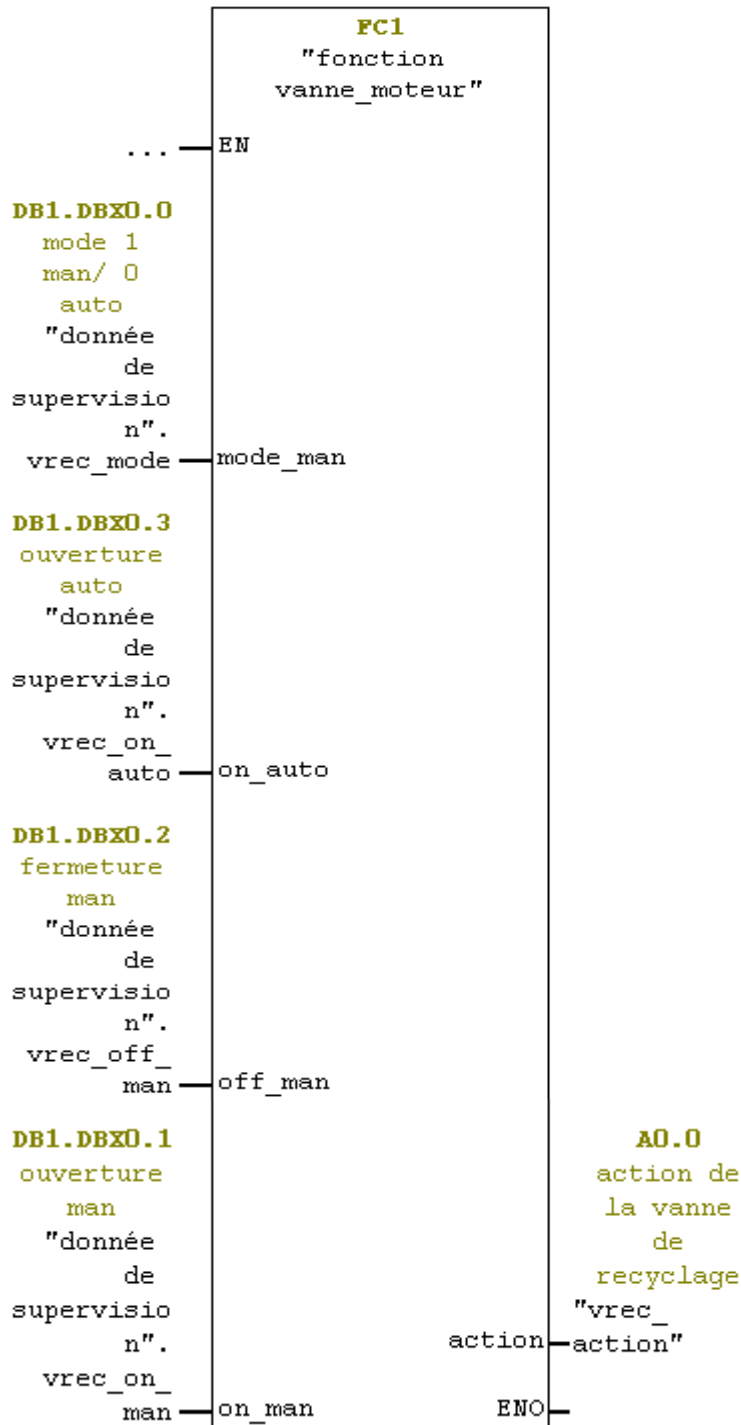


FC2 : Titre :

Fonction d'appel des vannes

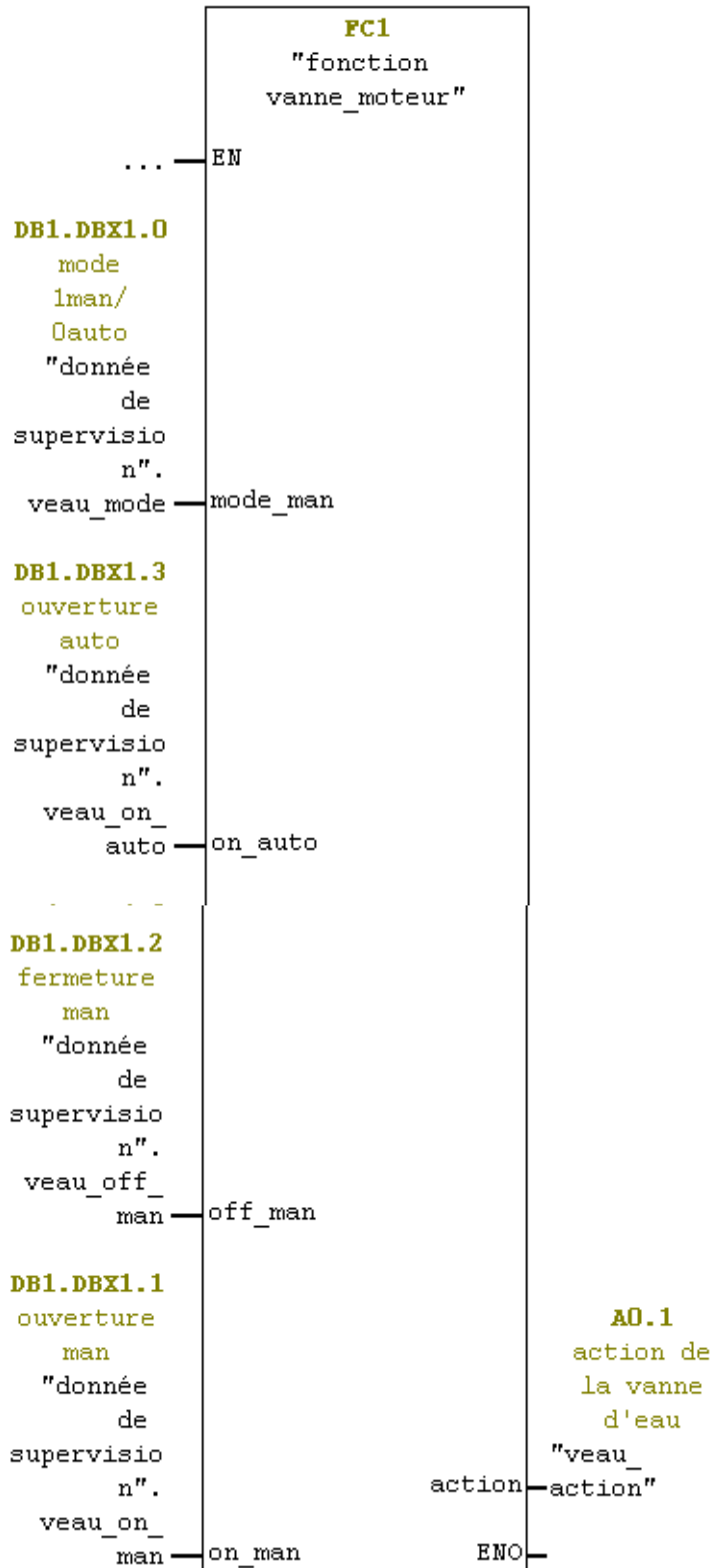
Réseau 1: Titre :

vrec :vanne de recyclage



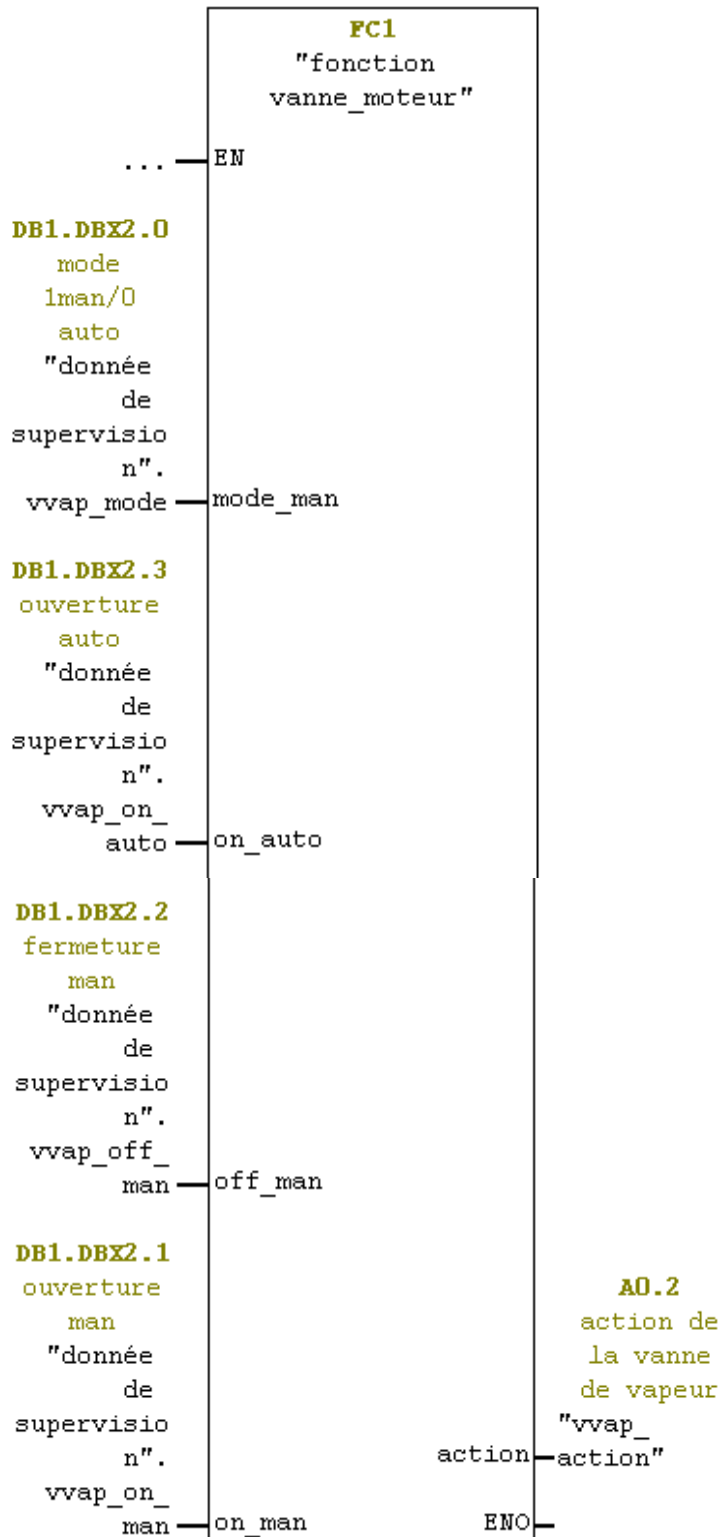
Réseau 2: Titre :

veau:vanne d'eau



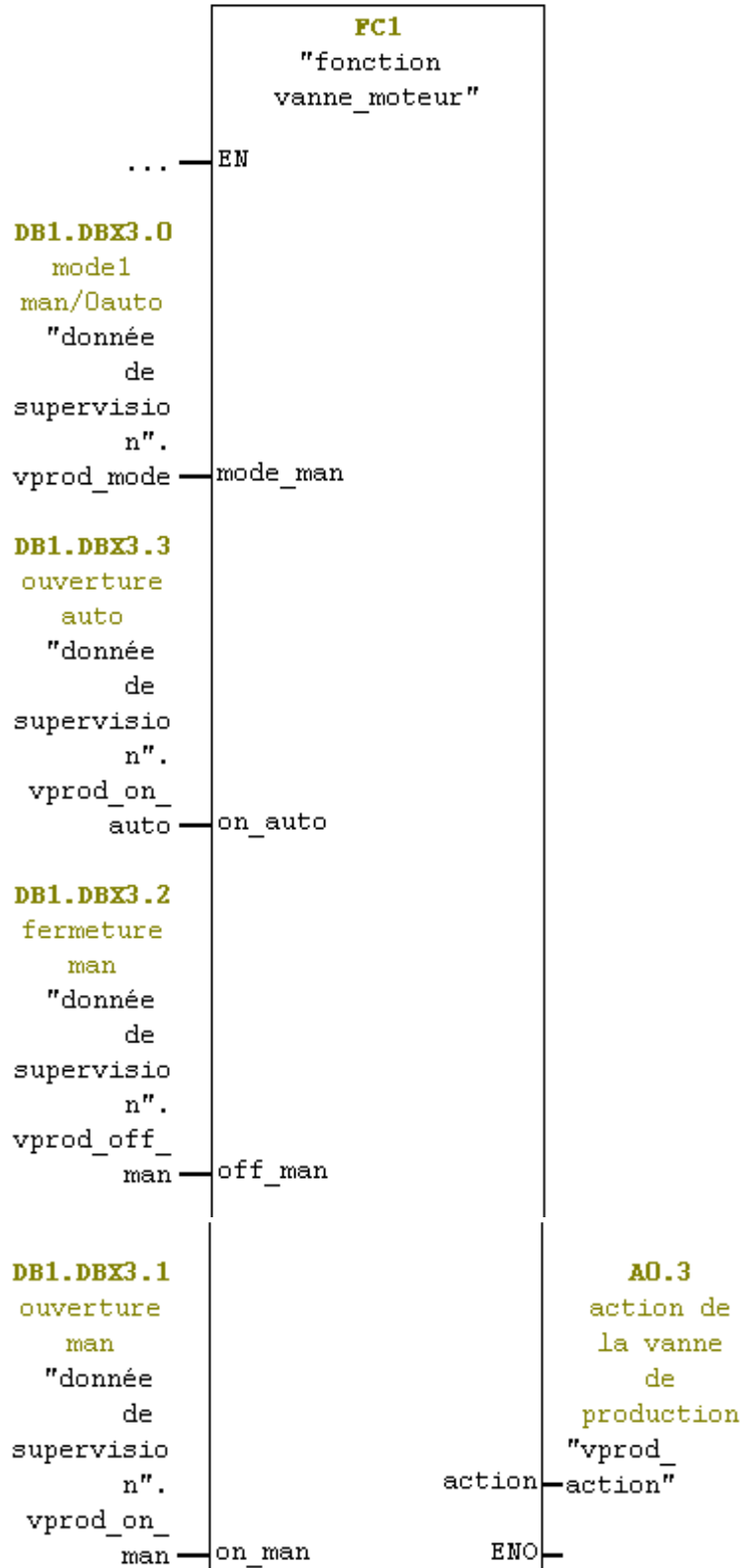
Réseau 3: Titre :

vvap:vanne de vapeur



Réseau 4: Titre :

vprod:vanne de production

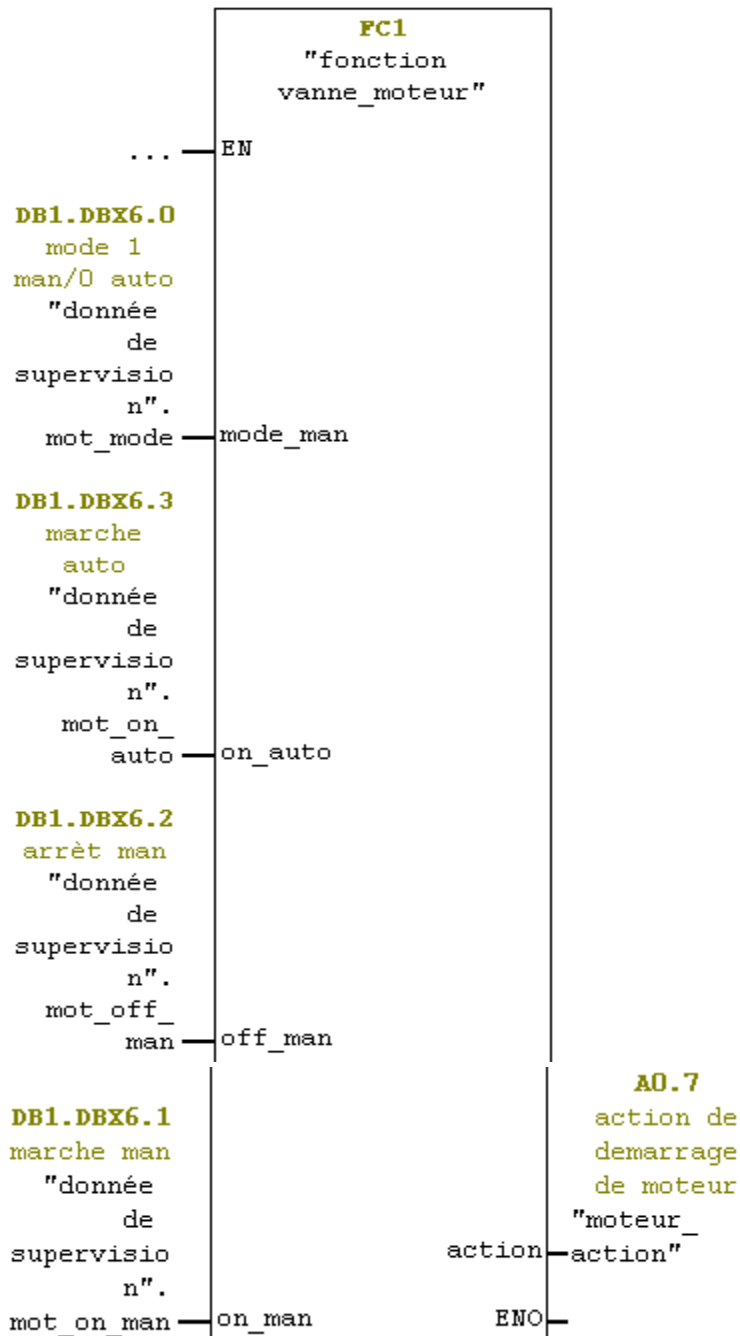


FC3 : Titre :

Fonction d'appel de moteur-vis et la pompe

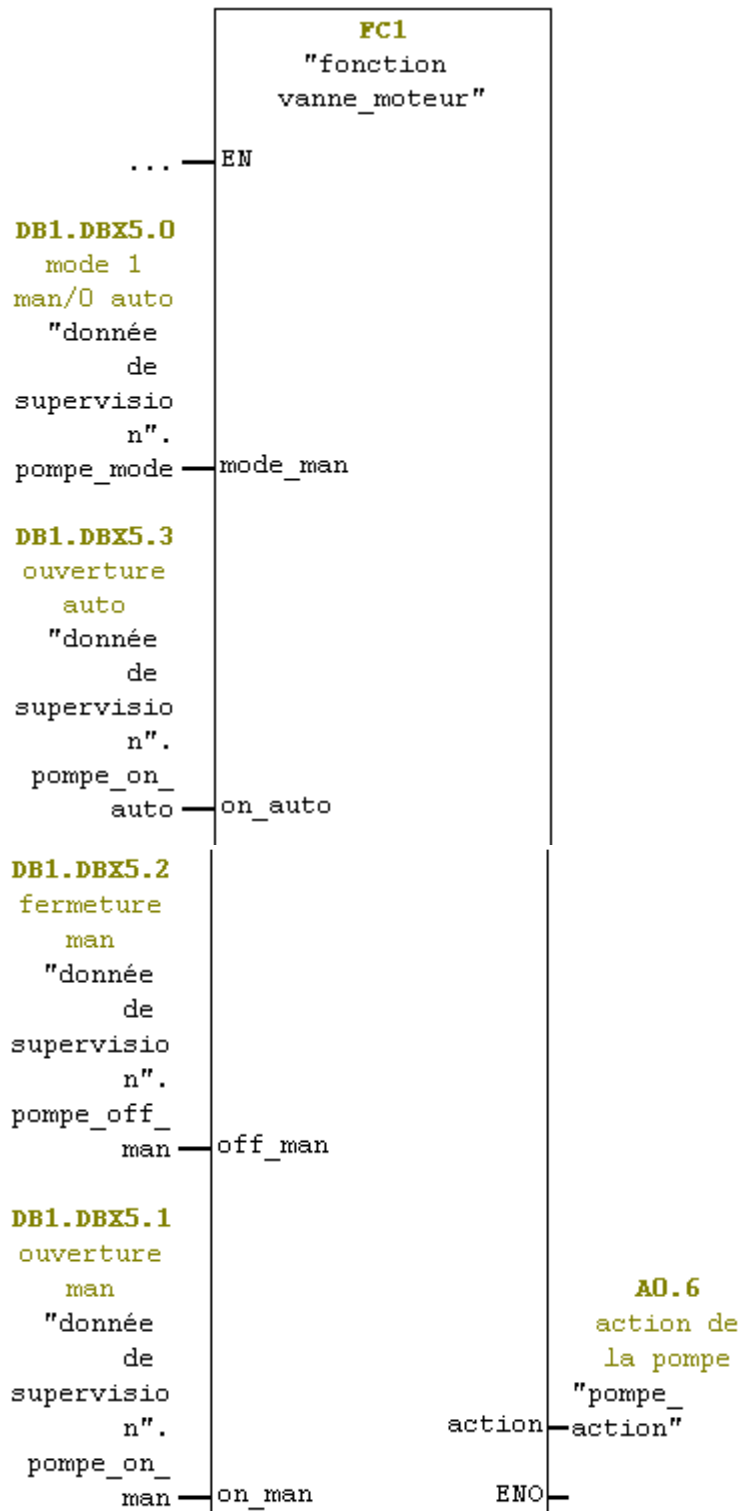
Réseau 1: Titre :

mot_vis:moteur entrainant la vis



Réseau 2: Titre :

Fonction appel pompe

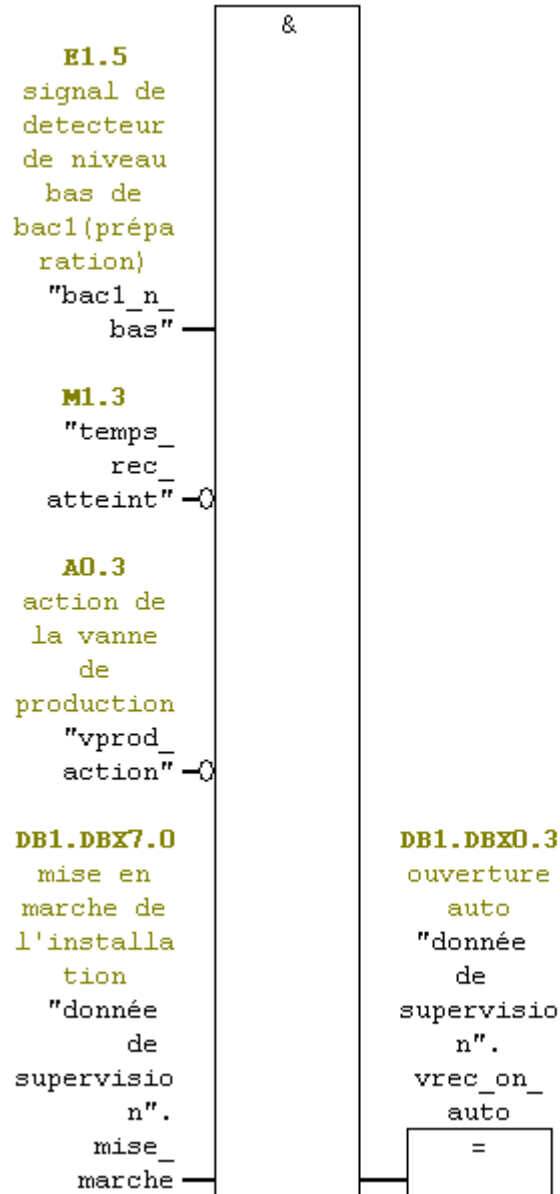


FC4 : Titre :

Processus des vannes.

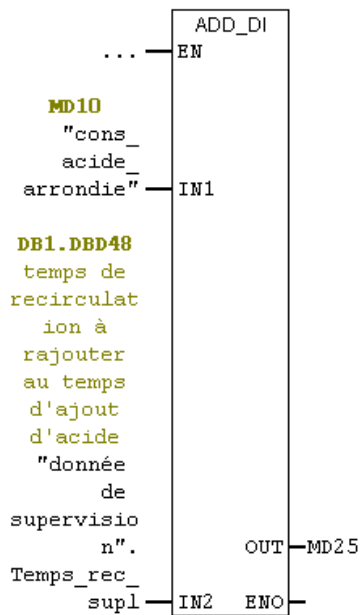
Réseau 1: ouverture auto

conditions d'ouverture de la vanne de recirculation.



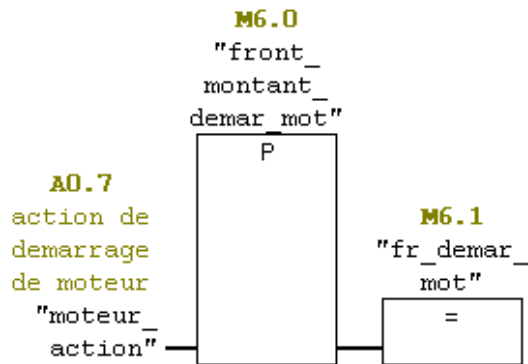
Réseau 2: Titre :

Détermination de temps de recirculation.



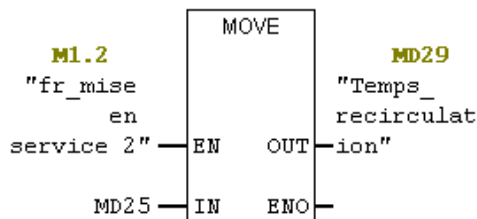
Réseau 3: Titre :

création d'un front montant de démarrage de moteur



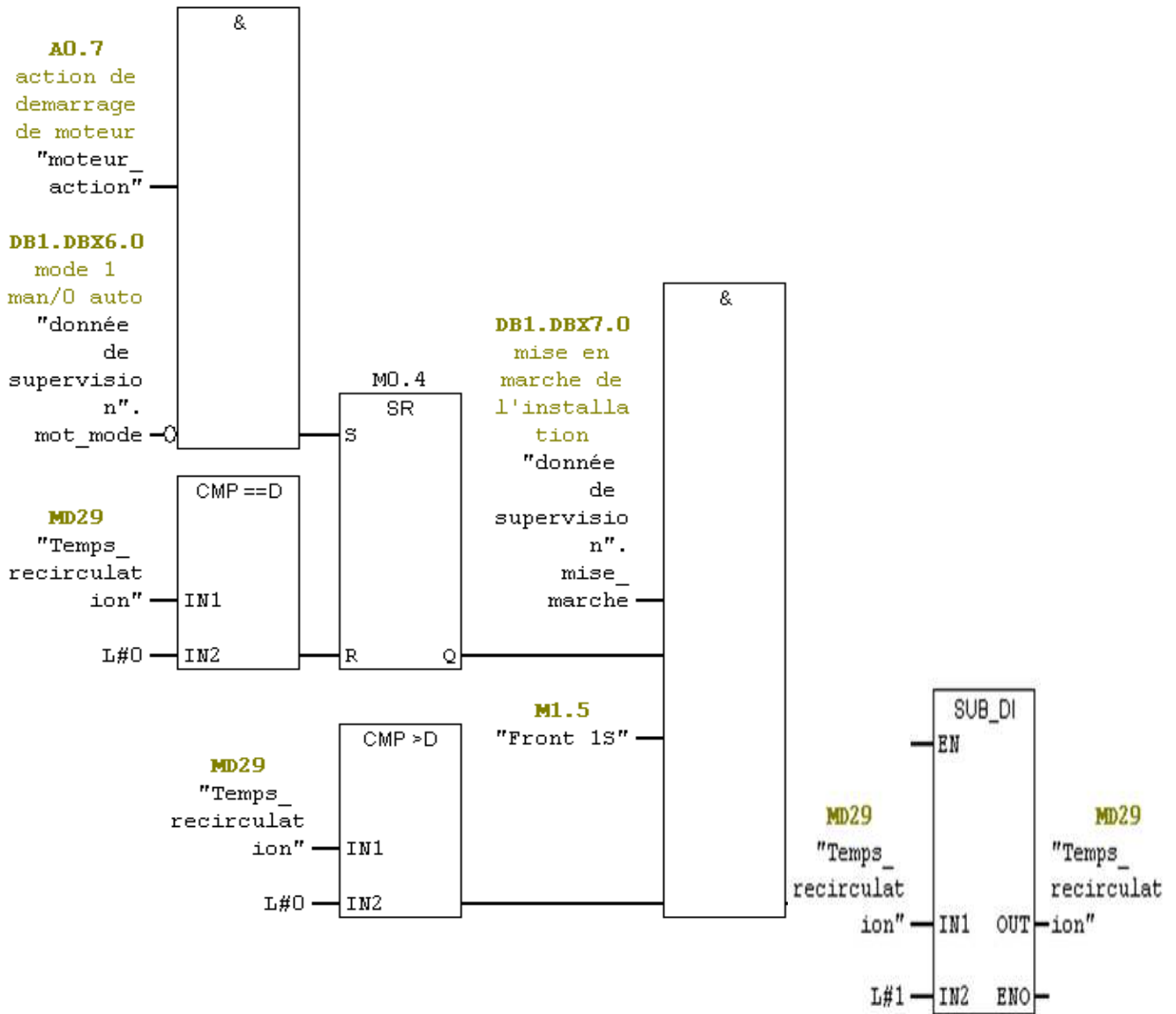
Réseau 4: Titre :

Commentaire :



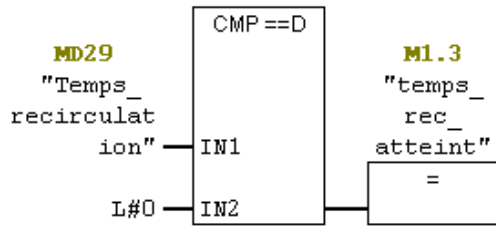
Réseau 5: Titre :

Temporisation



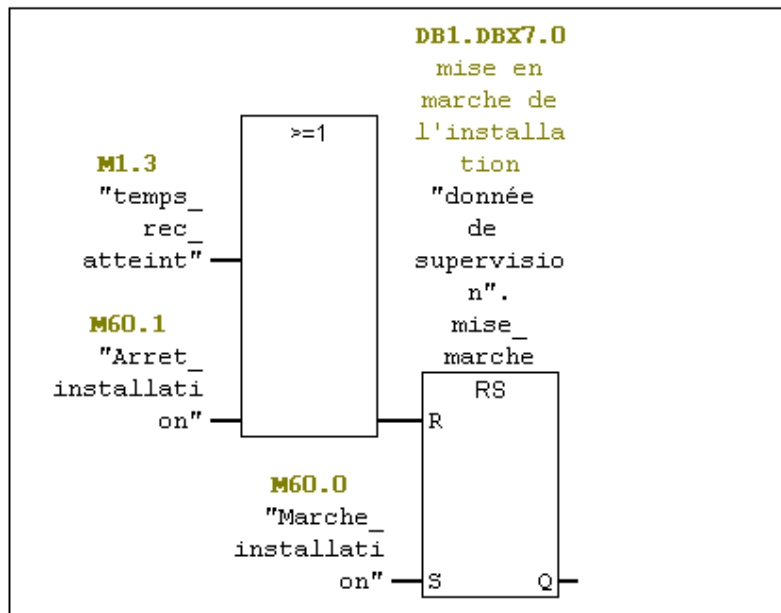
Réseau 6 : Titre :

Commentaire :



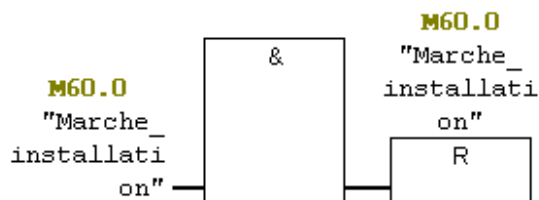
Réseau 7 : Titre :

mise en marche de l'installation



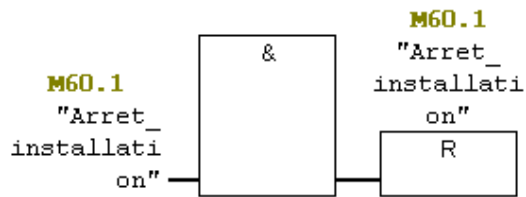
Réseau 8 : Titre :

Commentaire :



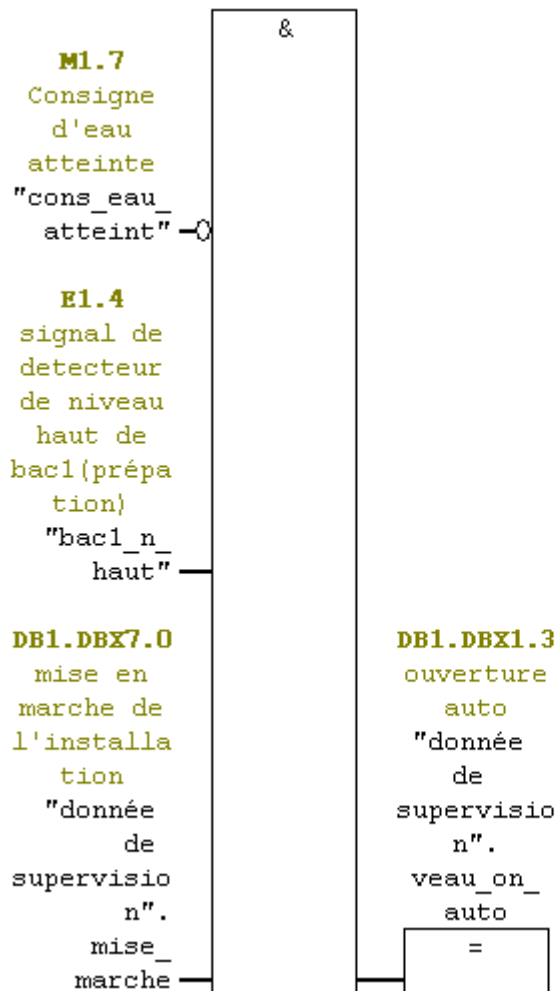
Réseau 9: Titre :

Commentaire :



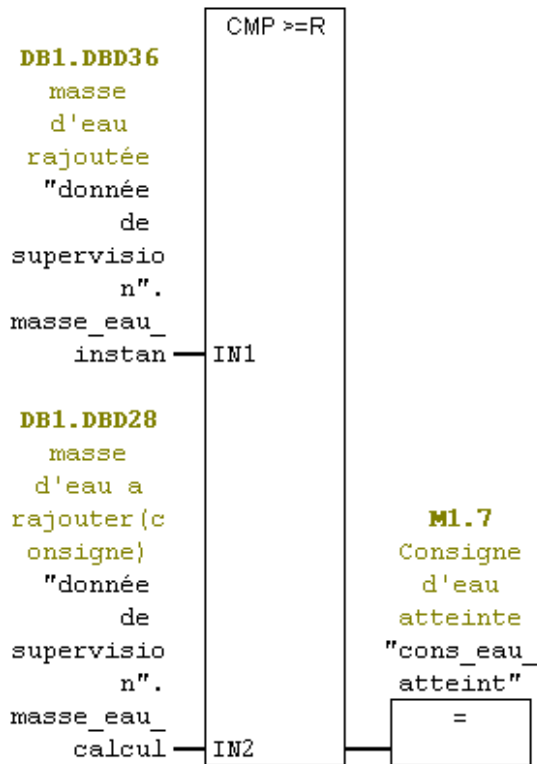
Réseau 10: ouverture auto

conditions d'ouverture de la vanne d'eau.



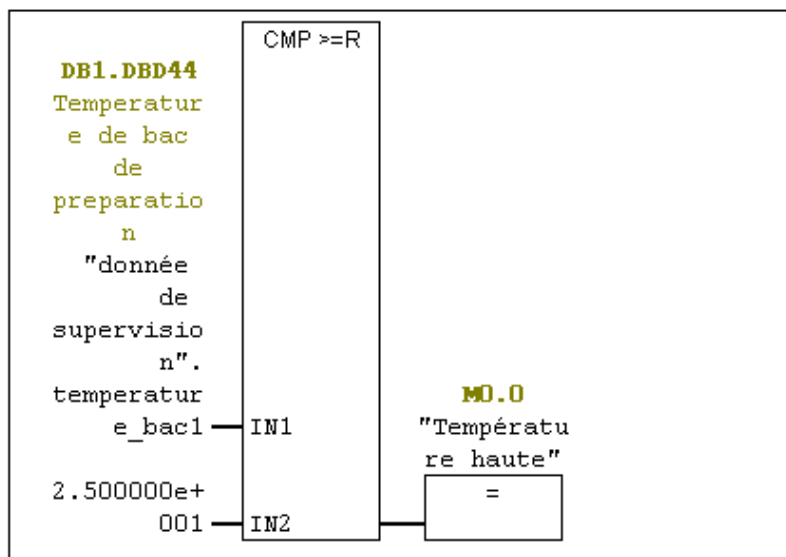
Réseau 11: Consigne d'eau atteinte

Commentaire :



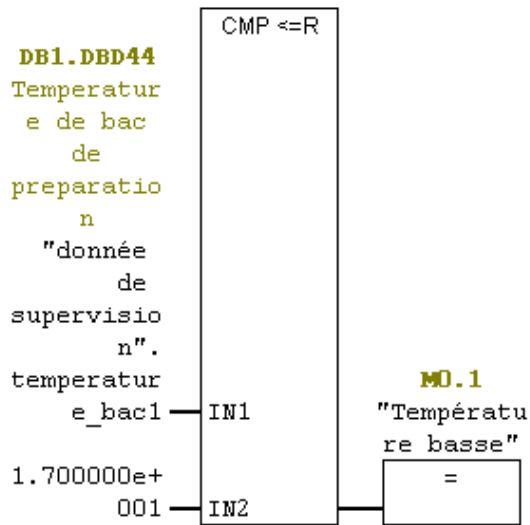
Réseau 12: Titre :

Comparaison de la temperature de bac de préparation a la temperature haute



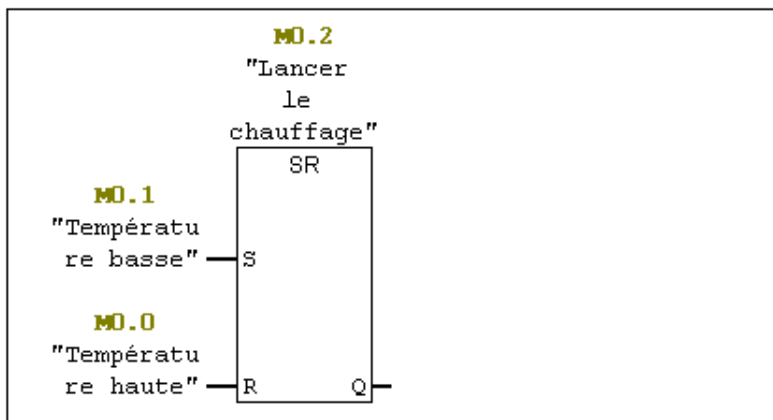
Réseau 13: Titre :

Comparaison de la temperature de bac de préparation a la temperature basse



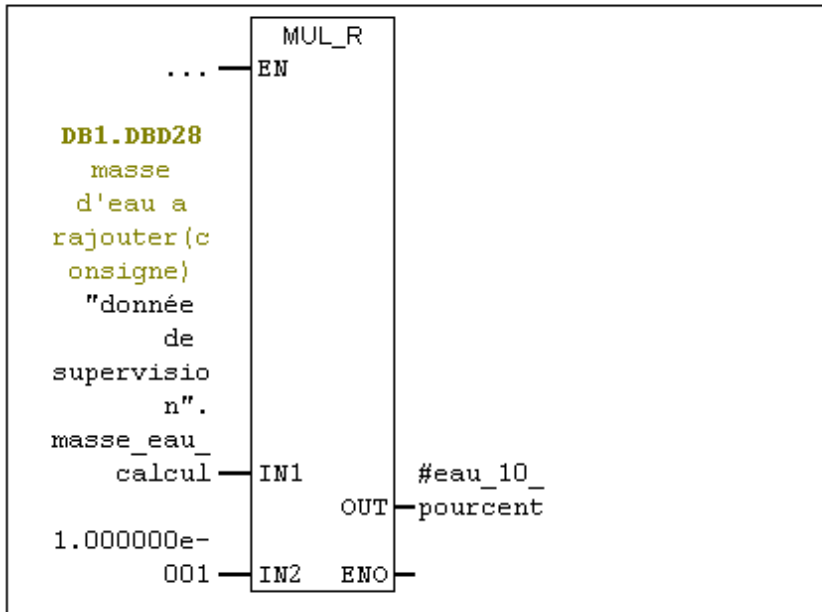
Réseau 14: Titre :

Lancer le chauffage



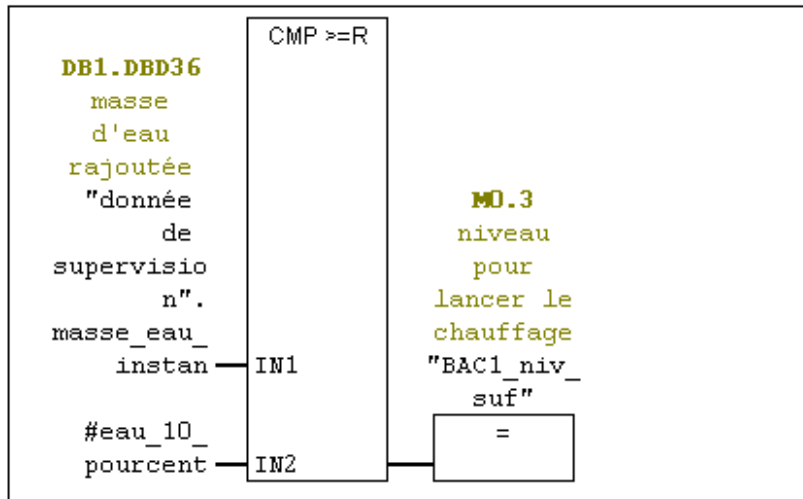
Réseau 15: Titre :

10%de la consigne d'eau



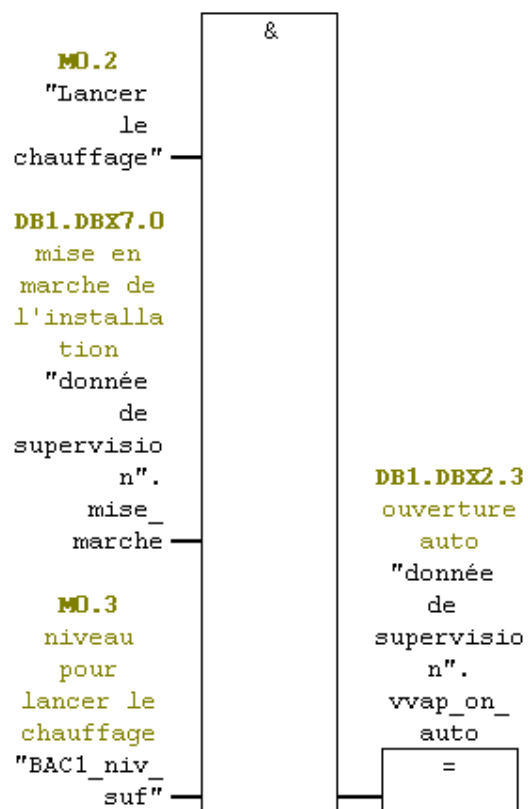
Réseau 16: niveau pour lancer le chauffage

Niveau d'eau necessaire pour lancer le chauffage



Réseau 17: ouverture auto

conditions d'ouverture de la vanne de vapeur

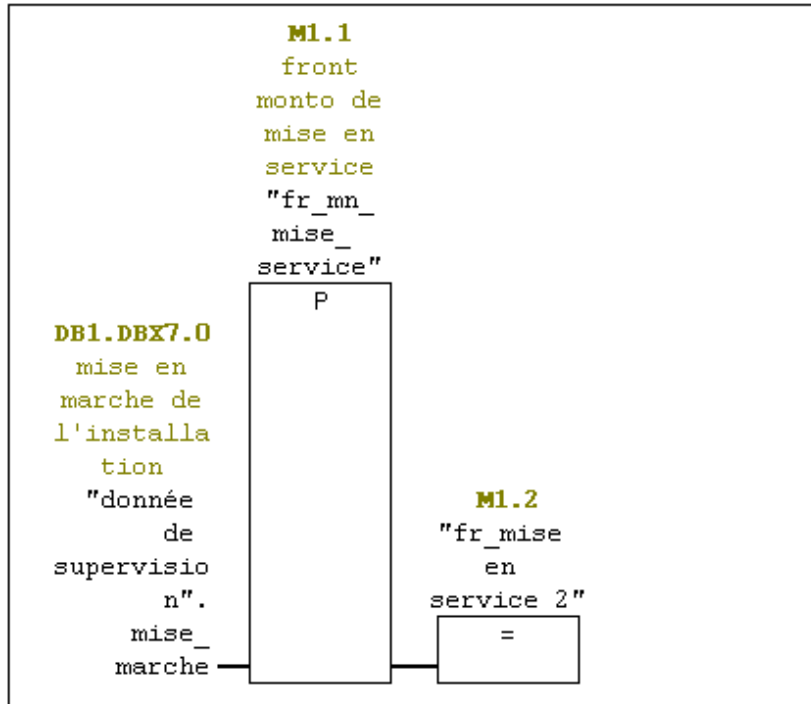


FC5 : Titre :

Les comptages.

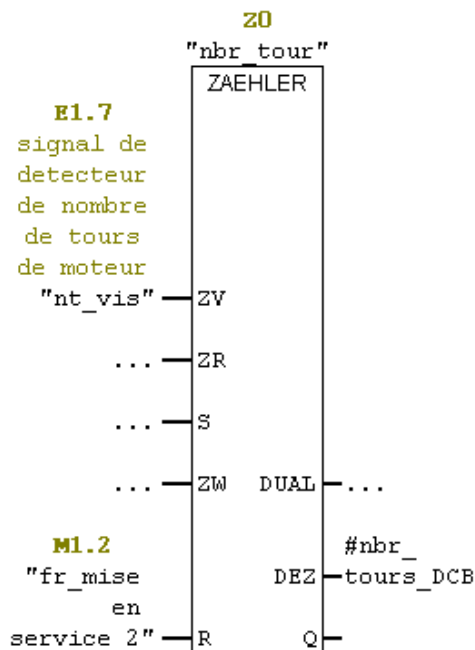
Réseau 1: Titre :

Front montant de la mise en service.



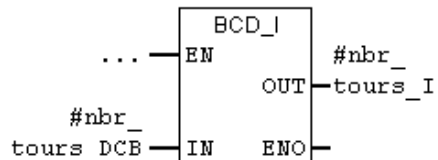
Réseau 2: Titre :

comptage de nombre de tours de la vis sans fin.



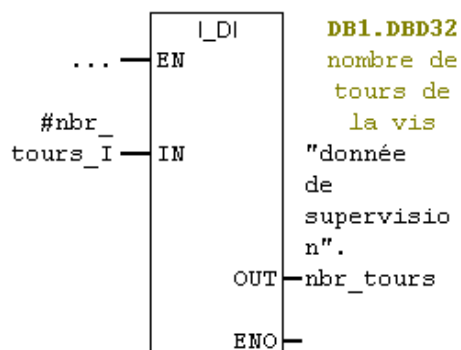
Réseau 3: Titre :

Conversion de nombre de tours de BCD en I.



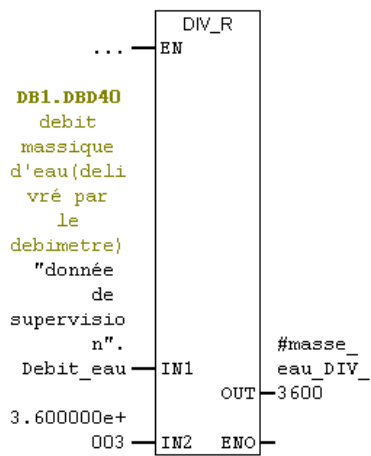
Réseau 4: Titre :

Conversion de nombre de tours de I en DI.



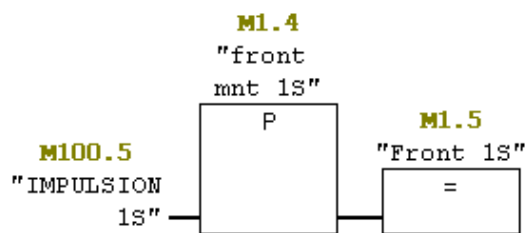
Réseau 5: Titre :

Calcul de la masse d'eau rajoutée



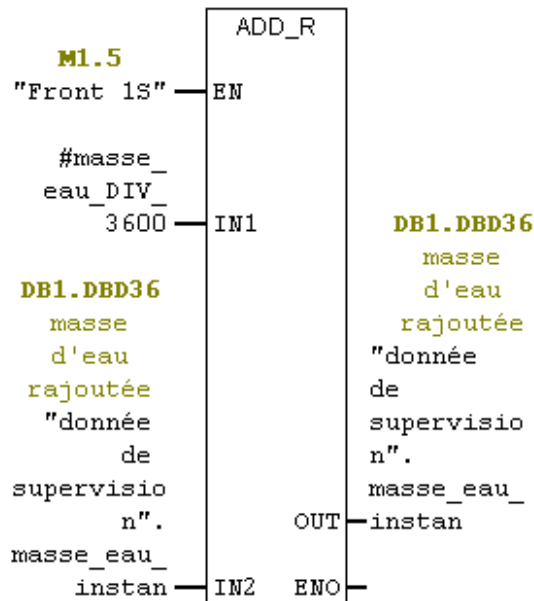
Réseau 6: Titre :

Détection du front montant d'une seconde.



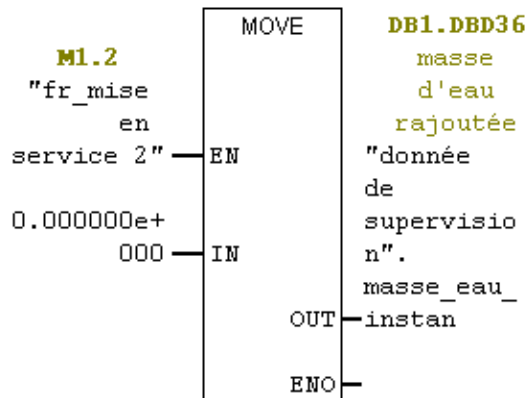
Réseau 7: Titre :

Calcul de la masse d'eau instantanée.



Réseau 8: Titre :

Remise à zéro de la masse d'eau instantanée

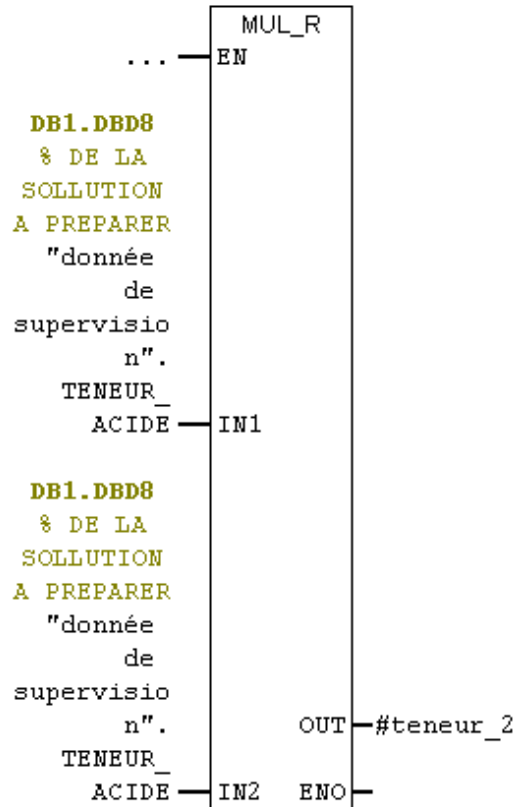


FC6 : Titre :

Calcul de la masse d'acide et de volume d'eau à rajouter.

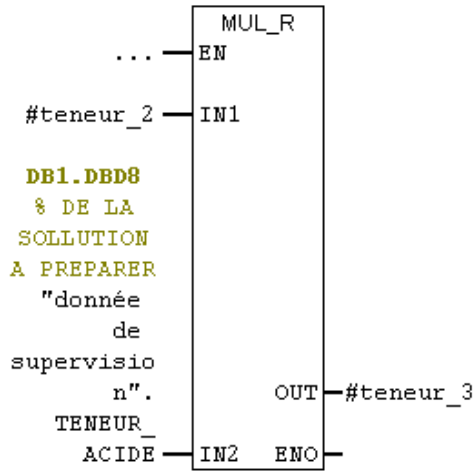
Réseau 1: Titre :

CALCUL DE CARREE DE LA TENEUR



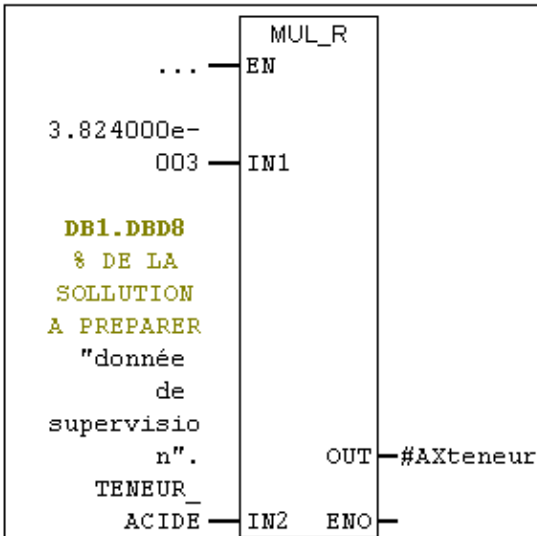
Réseau 2: Titre :

Calcul de triple de la teneur .



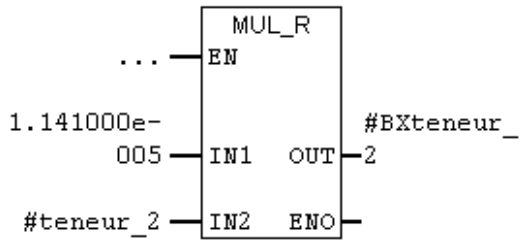
Réseau 3: Titre :

Calcul de A x la teneur



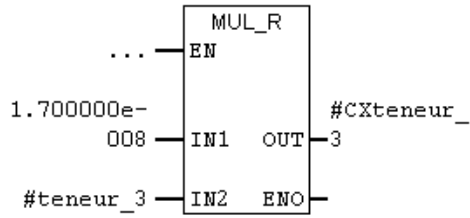
Réseau 4: Titre :

Calcul de B x la teneur carrée.



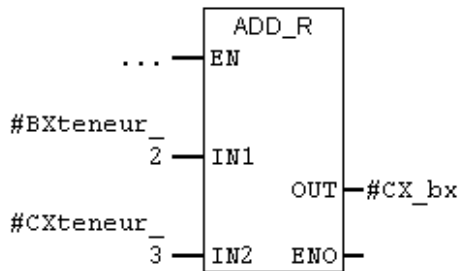
Réseau 5: Titre :

Calcul de C x le triple de la teneur .



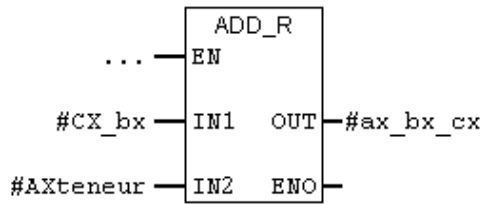
Réseau 6: Titre :

Calcul de b*teneur^2 + C*teneur^3



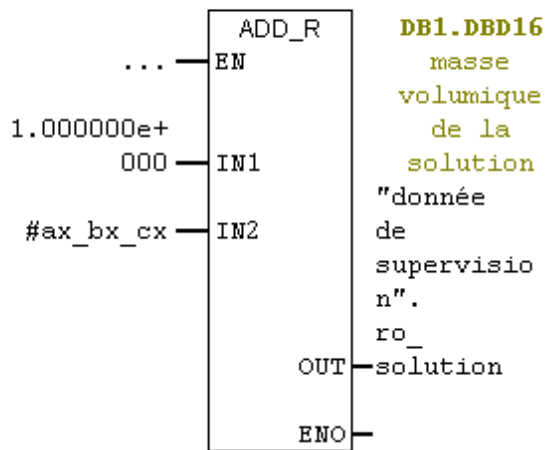
Réseau 7: Titre :

CALCUL DE: $a \cdot \text{teneur} + b \cdot \text{teneur}^2 + c \cdot \text{teneur}^3$



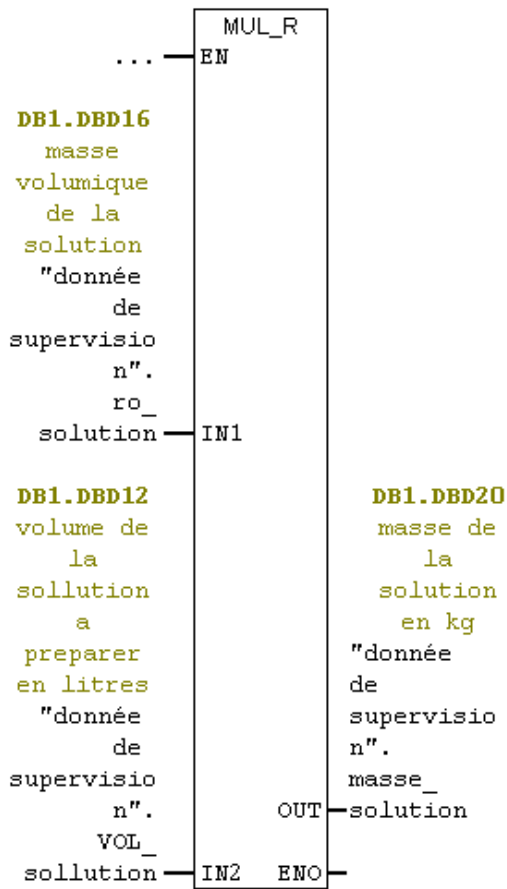
Réseau 8: Titre :

CALCUL DE LA MASSE VOLUMIQUE DE LA SOLUTION A PREPARER



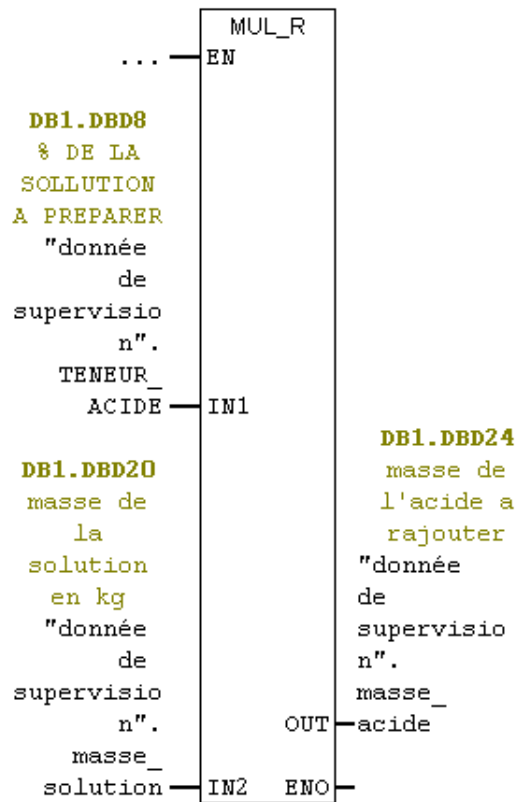
Réseau 9: Titre :

CALCUL DE LA MASSE DE LA SOLUTION



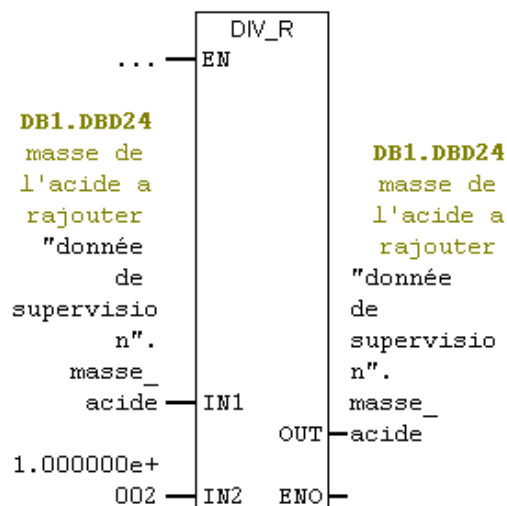
Réseau 10 : Titre :

CALCUL DE LA MASSE DE L'ACIDE (nombre de tours a effectuer:1tour = 1kg)



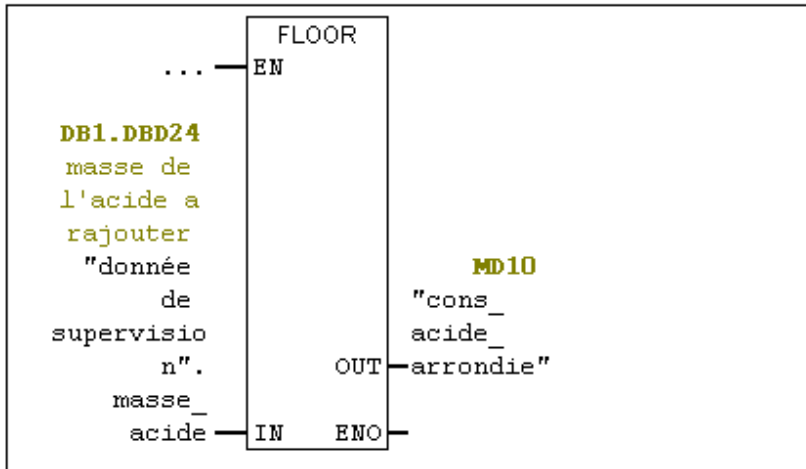
Réseau 11 : Titre :

Commentaire :



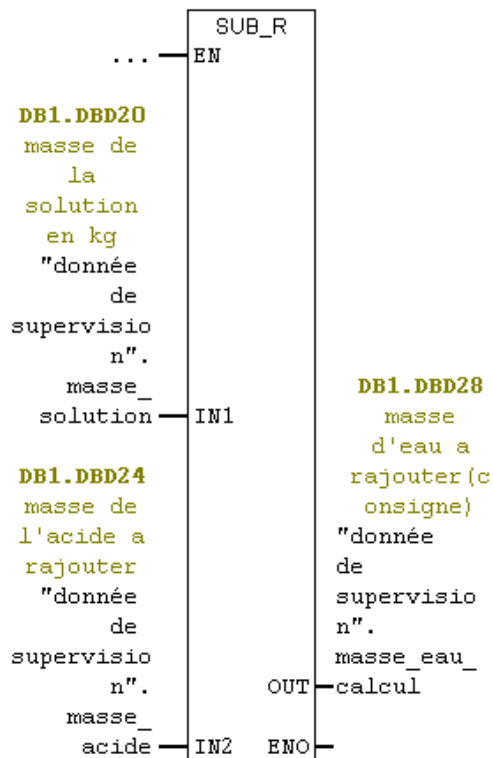
Réseau 12: Titre :

L'arrondissement de la masse d'acide.



Réseau 13: Titre :

Calcul de la masse d'eau(consigne pour débitmetre)

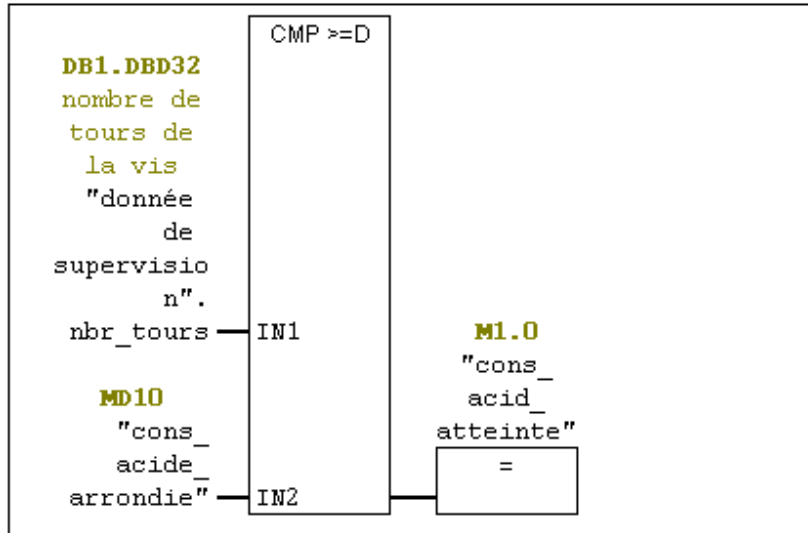


FC7 : Titre :

Processus de moteur-vis et la pompe.

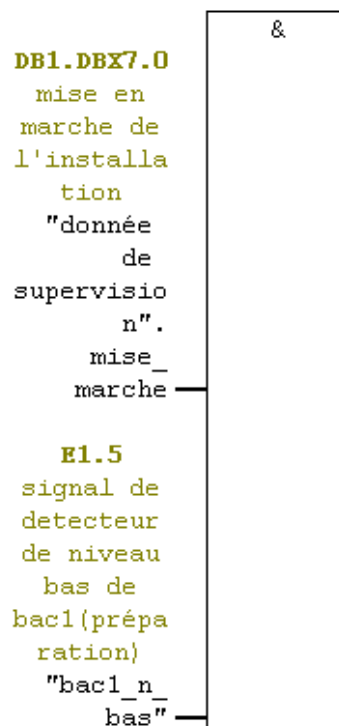
Réseau 1: Titre :

condition de démarrage de moteur de la vis



Réseau 2: marche auto

Commentaire :



E1.4
 signal de
 detecteur
 de niveau
 haut de
 bac1(prépa
 tion)
 "bac1_n_
 haut"

M1.0
 "cons_
 acid_
 atteinte"

E1.6
 signal de
 detecteur
 de niveau
 bas de
 bac2(acide
 citrique)
 "bac2_n_
 bas"

DB1.DBX6.3
 marche
 auto
 "donnée
 de
 supervisio
 n".
 mot_on_
 auto

=

Réseau 3: ouverture auto

Coditons de démarrage de la pompe.

E1.4
 signal de
 detecteur
 de niveau
 haut de
 bac1(prépa
 tion)
 "bac1_n_
 haut"

E1.5
 signal de
 detecteur
 de niveau
 bas de
 bac1(prépa
 ration)
 "bac1_n_
 bas"

&

DB1.DBX7.0

mise en
marche de
l'installa
tion
"donnée
de
supervisio
n".
mise_
marche

DB1.DBX0.0

mode 1
man/ 0
auto
"donnée
de
supervisio
n".
vrec_mode

A0.0

action de
la vanne
de
recyclage
"vrec_
action"

DB1.DBX5.3

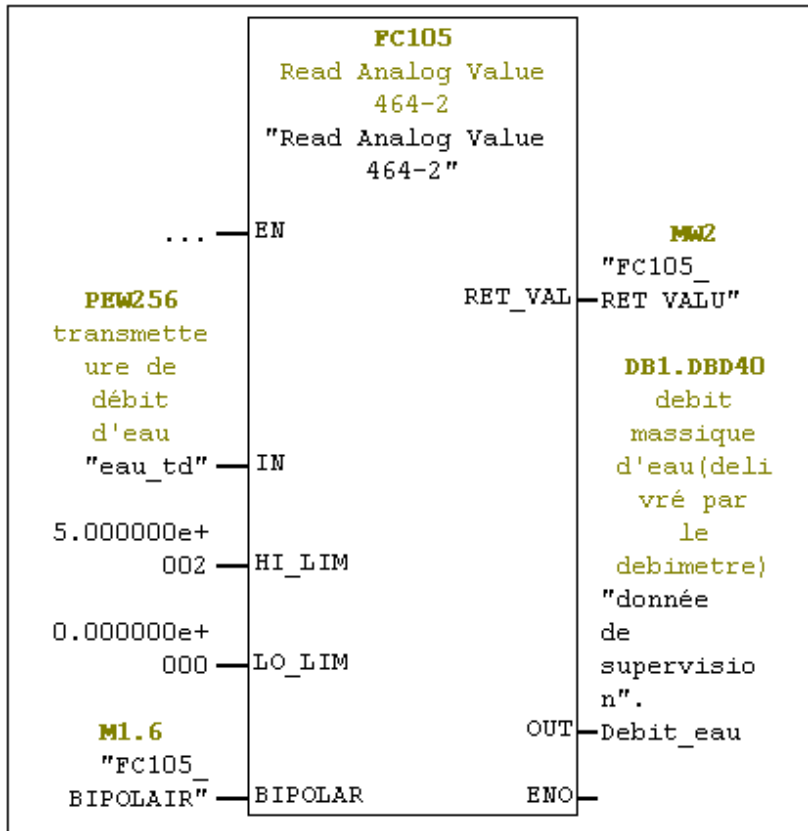
ouverture
auto
"donnée
de
supervisio
n".
pompe_on_
auto
=

FC8 : Titre :

La fonction de mise l'echelle.

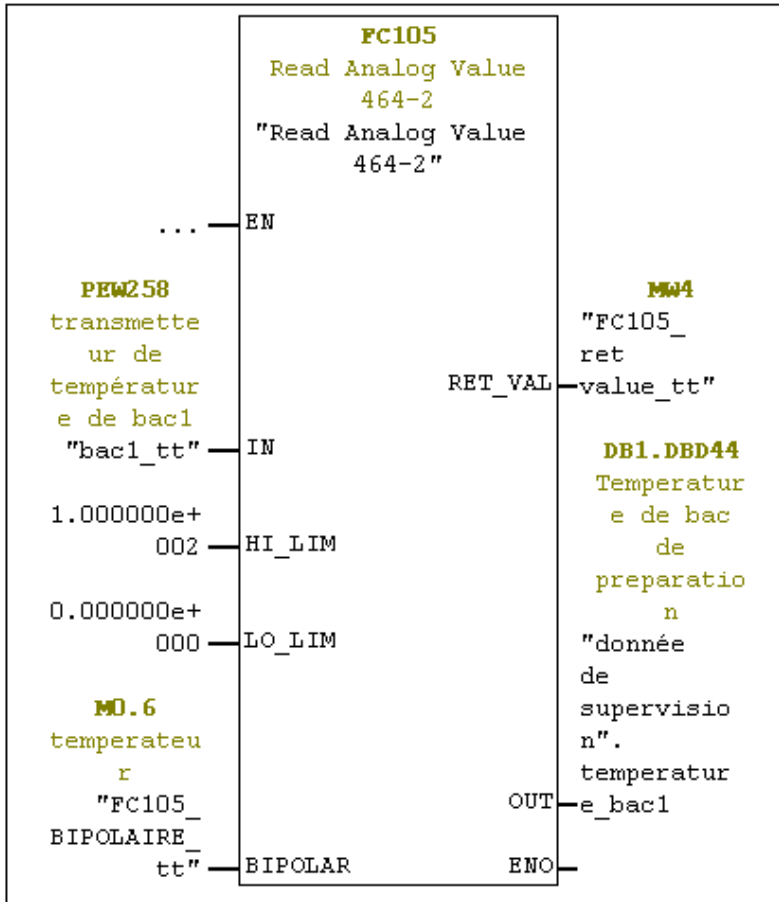
Réseau 1: Titre :

Mise a l'echelle de débitmetre



Réseau 2: Titre :

mise a l'echelle de temperature.

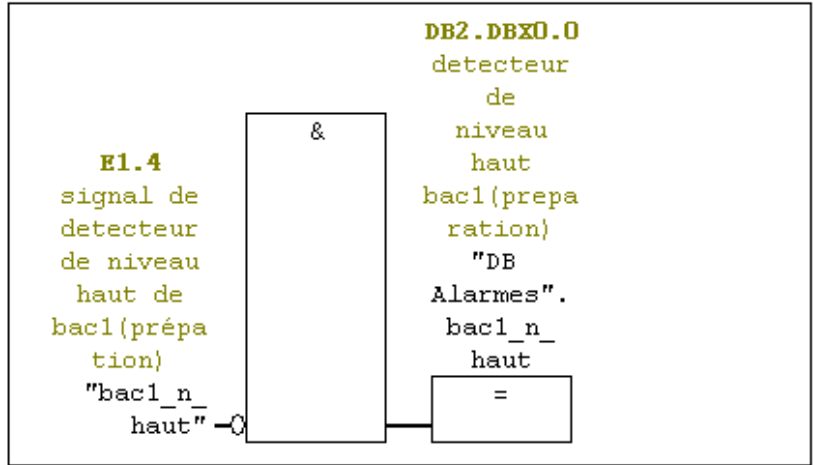


FC9 : Titre :

Alarmes

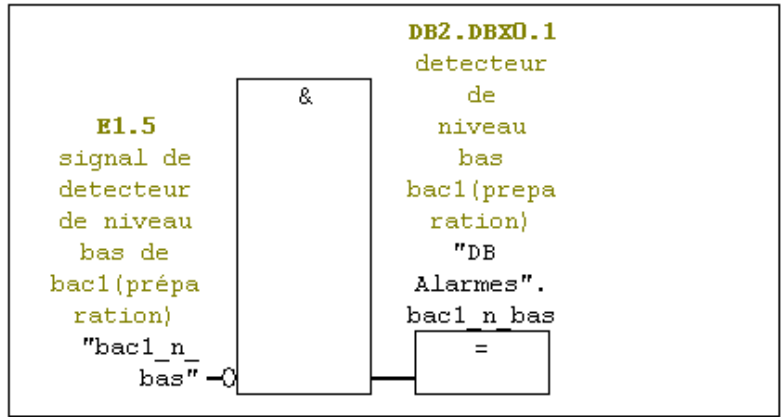
Réseau 1): Titre :

Commentaire :



Réseau 2):

décteur de niveau bas bac1(preparation).



Réseau 3: Titre :

détecteur de niveau bas bac2(acide)

